

Среднее соотношение погрешностей, полученное в данном эксперименте, 2,11.

На основании этих исследований можно заключить, что формулы (4) и (5), представляющие несложные зависимости между углами  $\varphi$ ,  $\omega$ ,  $\epsilon$  (с одной стороны) и приращениями координат (или их изменениями) и масштабом преобразования (с другой стороны). С их помощью можно легко определить углы между осями квазигеоцентрических систем координат.

Точность определения углов  $\varphi$ ,  $\omega$ ,  $\epsilon$  между осями квазигеоцентрических систем координат по (4) и (5) одинакова. При вычислении углов  $\varphi$ ,  $\omega$ ,  $\epsilon$  по (4) и (5), вследствие ошибок координат исходных пунктов, погрешности определения параметров вращения могут достигать нескольких секунд.

Если определение параметров преобразования производится алгебраическим методом (без уравнивания), то сдвиги одной системы относительно другой нецелесообразно вычислять вообще. В этом случае преобразованные координаты следует определять по (12).

**Список литературы:** 1. *Большаков В. Д., Гаидая П. А.* Теория математической обработки геодезических измерений. — М.: Недра, 1977. 2. *Курдянов В. Г.* К вопросу о преобразовании ортогональных систем координат в ситуационной геодезии. — Геодезия, картография и аэрофотогеодезия, 1978, вып. 27. 3. *Курдянов В. Г.* Анализ методов определения элементов ортогональной матрицы преобразования. — Геодезия, картография и аэрофотогеодезия, 1981, вып. 34. 4. *Mieller J. I.* Global satellite triangulation and trilateration results. — Journal of geophysical research, 1974, v. 79, № 35, 5. *Rinker K.* Die räumliche Drehsystemtechnik. — Acta technica Academiae Scientiarum Hungaricae, 1965, Bd. 52, № 3—4.

Статья поступила в редакцию 16.05.83

УДК 528.024.4.538.311

*И. Н. КМЕТКО, И. С. ПАНДУЛ, В. О. ЛИТИНСКИЙ*

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЛЭП НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЗЕНИТНЫХ РАСТОЯНИЙ

Постоянные и переменные электромагнитные поля (ЭМП) вблизи линий электропередач влияют на прямолинейность лучей визирования при производстве геодезических измерений. Для того чтобы выяснить степень этого влияния на измеренные зенитные расстояния, в одном из районов УССР вблизи ЛЭП-330 кВ был организован небольшой геополигон. У одной из опор ЛЭП оборудована станция наблюдений, закрепленная трубой со столиком для принудительного центрирования высокоточного оптического теодолита. На расстоянии 480...750 м от станции были заложены грунтовые реперы и марки (см. рисунок), на которые велись измерения зенитных расстояний в течение двух дней при включенной и один день при выключенной ЛЭП.

Лучи визирования проходили: на *рп 6* — под крайним проводом ЛЭП на 2,5 м ниже его в точке максимального прогиба провода; на *рп 7* — вдоль линии ЛЭП ниже проводов, причем *рп 7* находился на расстоянии 15 м от крайнего провода ЛЭП; на *тр 1* — вначале под проводами, а дальше на большей части пути выше проводов (*тр 1* находился на расстоянии 50 м от ЛЭП); на *рп 8* — ниже проводов (*рп 8* находился на расстоянии 200 м от ЛЭП); на *М-1* — вначале на небольшом участке непосредственно у ступицы наблюдений ниже проводов, а далее на всем протяжении линии выше проводов.

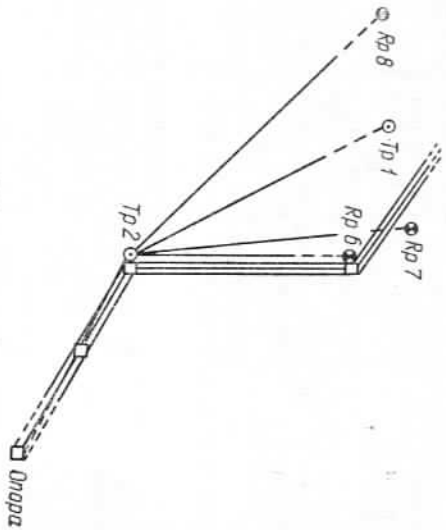
Рядом со стацией на наблюдений был оборудован метеопост, на котором одновременно с измерениями зенитных расстояний фиксировались атмосферное давление и температура воздуха на высоте 0,5 и 2,5 м. Погодные условия во время наблюдений при включенной и выключенной ЛЭП были примерно одинаковыми. Метеонаблюдения группированы по времени моментов измерений зенитных расстояний, на эти же моменты на электроподстанции были получены значения силы тока в сети и другие характеристики ЛЭП.

Зенитные расстояния  $z$  и  $z'$  измерялись теодолитом OT-02 при включенной ЛЭП соответственно 26 августа и 10 сентября обычным порядком. В каждую дату выполнено по шесть приемов измерений. 9 сентября в 8 ч 09 мин ЛЭП была отключена и вновь включена 9 сентября в 18 ч 45 мин. При выключенной ЛЭП утром 9 сентября было выполнено также по шесть приемов измерения зенитных расстояний по всем направлениям. Средние значения измеренных зенитных расстояний при включенной и выключенной линии электропередач приведены в таблице, там же указаны средние квадратические погрешности зенитных расстояний  $m_z$  и  $m_{z'}$ , вычисленные по внутренней сходимости, которые не превышают  $\pm 1,57''$ .

По всем наблюдаемым знакам проложен ход нивелирования II класса с целью получения теоретических значений зенитных расстояний  $z_0$ . Исключенные составляет марка *М-1*, расположенная на верху высоковольтной опоры. По этому направлению вычислить  $z_0$  невозможно.

Схема расположения станции и точек наблюдений зенитных расстояний.

□ — опоры ЛЭП; ● — ступица репера;  
○ — трубчатые знаки



Усредненные данные экспериментальных наблюдений

Пояснения	Точки измерения				
	Рп 6	Рп 7	Т-1	Рп 8	М-1
Расстояние	480 м	730 м	721 м	750 м	750 м
$z_0$	$90^{\circ}42'39,4''$	$88^{\circ}06'32,2''$	$88^{\circ}21'47,0''$	$89^{\circ}47'13,3''$	
Электродлиния включена					
Дата	26 августа	26 августа			26 августа
Время	9 ч 40 мин	9 ч 40 мин			9 ч 50 мин
Сила тока	35 А	36 А			38 А
$z$	$90^{\circ}42'09,4''$	$88^{\circ}06'10,5''$			$85^{\circ}22'11,8''$
$m_1$	0,51"	1,16"			0,04"
Дата	10 сентября	10 сентября	10 сентября	10 сентября	10 сентября
Время	10 ч 20 мин	11 ч 00 мин	10 ч 35 мин	11 ч 30 мин	10 ч 40 мин
Сила тока	30 А	50 А	30 А	40 А	40 А
$z'$	$90^{\circ}42'12,7''$	$88^{\circ}06'17,6''$	$88^{\circ}21'45,1''$	$89^{\circ}47'00,6''$	$85^{\circ}22'03,4''$
$m_2$	0,62	0,71	0,65	0,55	0,33

Электродлиния выключена

Дата	9 сентября	9 сентября	9 сентября	9 сентября	9 сентября
Время	10 ч 45 мин	11 ч 45 мин	11 ч 00 мин	12 ч 00 мин	10 ч 20 мин
$z_1$	$90^{\circ}42'26,8''$	$88^{\circ}06'17,6''$	$88^{\circ}21'43,6''$	$89^{\circ}46'57,5''$	$85^{\circ}22'03,9''$
$m_1$	0,67	0,41	1,57	0,54	1,14
$\Delta z_1 = z_1 - z_0$	-12,6"	-9,7"	-3,4"	-15,8"	+7,9"
$\Delta z_2 = z_2 - z_1$	-17,4	-12,0	+1,5	+3,1	-0,5
$\Delta z' = z' - z_1$	-14,4	-4,9			

Расстояния по всем изучаемым направлениям измерены светодальномером ЕОК-2000 со средней квадратической погрешностью  $\pm 10$  мм. Для построения профилей земной поверхности и проводов с целью определения отстояний лучей визирования от них вдоль ЛЭП проложен высотного-теодолитный ход.

В таблице значения  $\Delta z_1 = z_1 - z_0$  — углы отклонения вертикальной рефракции, а  $\Delta z$  и  $\Delta z'$  характеризуют углы отклонения лучей визирования в ЭМП. Суммарные значения  $\Delta z_1 + \Delta z = z - z_0$  и  $\Delta z_1 + \Delta z' = z' - z_0$  — углы электрооптической рефракции [1]. Значения  $\Delta z$  одного порядка с  $\Delta z_1$ , это надо учитывать и не закладывать в дальнейшем геодезические знаки вблизи опор ЛЭП. Рекомендацию [2, с. 21] в этом отношении следует признать неудачной и исключить при последующем переиздании руководства.

Рассматривая значения  $\Delta z$  и  $\Delta z'$ , отметим, что зенитные расстояния по направлению на рп 6 под влиянием ЭМП искажаются максимумом ( $-17,4''$  и  $-14,4''$  при меньшем токе), так как это направление расположено непосредственно под ЛЭП. По направлению на рп 7 значения  $\Delta z$  меньше, так как визирный луч проходит дальше от линии электропередачи. По направлению на М-1  $\Delta z$  изменяет знак, поскольку луч визирования проходит выше проводов ЛЭП. Лучи света под влиянием ЭМП довольно сложно

взаимодействуют с его силовыми линиями, приближаясь к проводам ЛЭП. Вместе с тем значения  $\Delta z'$  свидетельствуют о том, что ЭМП подвержено весьма большим временным изменениям. Особенно рельефно указывают на это значения  $\Delta z'$  по направлениям на М-1 и рп 8.

Исследования влияния ЭМП на точность геодезических измерений надо продолжить и широко обсудить следствия, вытекающие из нашего эксперимента, которые имеют как чисто научный, так и практический интерес. Следующим этапом исследований должно быть детальное изучение временных характеристик ЭМП и связь с состоянием магнитного поля Земли.

Список литературы: 1. Романок С. М. Влияние электрооптических явлений в атмосфере на точность угловых измерений. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1969, вып. 8. 2. Руководство по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 (высотные сети). — М.: Недра, 1976.

Статья поступила в редакцию 18.04.83

УДК 528.35

Я. М. КОСТЕЦКАЯ

УЧЕТ ИСХОДНЫХ ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ПОПЕРЕЧНЫХ СДВИГОВ ПУНКТОВ ТРИЛАТЕРАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Путем нахождения закономерностей образования значений, вносимых в обратные веса сдвигов условными уравнениями, в [1] получены формулы для оценки продольных и поперечных сдвигов пунктов при наличии двух исходных дирекционных углов. Поскольку вид условных уравнений центральных систем и порядок включения в систему условных уравнений при выводе этих формул был таким же, как и при выводе формул для оценки точности свободных сетей, то вес сдвигов можно выразить так:

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{P_{св.с}} - A, \quad (1)$$

где  $A = \frac{[af \cdot N(k-1)]^2}{[azN(k-1)]^2}$  — член, вносимый в обратный вес ус-

ловным уравнением дирекционных углов. Здесь  $N$  — число центральных систем в одном смежном ряде сети;  $k$  — число рядов треугольников в сети. Таким образом, вывод формул сводится к выявлению закономерностей образования числителя и знаменателя в  $A$ , поскольку в [2] была получена формула обратного веса продольного сдвига, а в [3] формула обратного веса поперечного сдвига пунктов свободной сети.