

## Магнитная экспедиция в Монголию в 1913 (аутореферат).

Статья (сент. 1915) состоит из 15 глав (около  $2\frac{1}{4}$  печ. листов, с 2 картами, 18 фотографиейми и 5 диаграммами) и одного приложения (около 5 печ. листов с 4 картами). Главы основной статьи: организация экспедиции; очерк пути; маршрутная съемка; обработка маршрутной съемки; барометрическая нивелировка пути; ход хронометров; поправки рабочего хронометра № 919; астрономические определения; магнитные определения в пути; вариационные магнитные наблюдения в Кош-агаче, Кяхте и Туе; определение постоянных магнетометра; результаты определений склонения; результаты определений горизонтальной составляющей; сопоставление полученных результатов с результатами других экспедиций; общее заключение. Приложение, представляющее собою самостоятельную работу моего спутника и помощника студ. И. А. Молчанова „Объяснительная записка к маршрутной съемке Урга—Кобдо“, распадается в свою очередь на три главы: цель съемки, условия ее ведения, описание приборов, методы наблюдения и обработки топографического материала; очерк пути между Ургой и Улясутаем; очерк пути между Улясутаем и Кобдо.

Результаты магнитных определений напечатаны в Изв. Томск. Техн. Инст. за 1918 (т. 38, 2 стр.), а также (с приведением к 1910) в указанной в предыдущем реферате сводке магнитных определений. Ввиду недостатка места я останавлиюсь здесь лишь на подробностях, выясняющих степень точности полученных результатов.

Снабжение приборами оставляло желать лучшего; причина—в том, что я до самого отъезда (13 июля) со дня на день надеялся получить магнетометр, который Институт Карнэги должен был выслать в конце мая. Не рискуя оттягивать отъезд долее, я поехал с полученным от магнитной комиссии Академии Наук походным магнитным теодолитом Бамберга, дающим возможность определять лишь направление магнитного меридиана и горизонтальную составляющую. Для астрономических определений служили небольшой походный теодолит Гейде, принадлежавший И. А. Молчанову, и два хронометра. Приборы, служившие для маршрутной съемки, равно как и все подробности относительно этой съемки, на основании которой фиксированы географические координаты пунктов наблюдения на пути (1500 верст) между Ургой и Кобдо (значительная часть его пролегла по белой части карты главного штаба), будут указаны в подробной статье.

Несмотря на тяжелые испытания в смысле толчков, которым подвергались хронометры при перевозке в тарантасе по каменистым дорогам (а чаще без всяких дорог) в Монголии и по Чуйскому тракту, ход их был удовлетворителен. Погрешности, вызываемые возможной неравномерностью хода, меньше ошибок от недостаточной точности отчетов вертикального и горизонтального кругов теодолита ( $1'.0$ — $1'.5$ ).

Прибор Бамберга был мною выверен в Иркутской обсерватории перед поездкой, изучен и отчасти сравнен с магнетометром Бауера зимой в физической лаборатории Томского Технологического Института и 3 апреля 1914 выверен в Павловской обсерватории.

По отношению к склонению результаты сравнения с прибором Бауера в лаборатории при близости мира и трудности установки на том же месте (давшие в разное время „Бамберг—Бауер“ =  $-14'.6$  и  $-18'.7$ ) могут считаться лишь предварительными по отношению к Павловским



сравнениям, давшим для поправки склонения по Бамбергу  $-12'.0 \pm 0'.3$ . Значительность этой поправки указывает на желательность выяснить причины этого, что и предполагала сделать Павловская обсерватория.

Ввиду возможных погрешностей в географических координатах и других источников погрешностей надо считать ошибки в отдельных значениях склонения имеющими порядок  $\pm 5'$ .

Что касается определений с прибором Бамберга горизонтальной составляющей, то измерения угла отклонения  $\alpha$  (по причинам, подробно изложенным в статье) менее точны, чем измерения периода колебний  $T$ , хотя вследствие значительного затухания качаний приходилось брать настолько большую начальную амплитуду  $\alpha_1$ , что даже в сравнительно редко применяемой формуле

$$T_0 = T_\alpha \left( 1 - \frac{1}{16} \alpha_1 \alpha_2 \right),$$

где  $\alpha_2$  — конечная амплитуда, мне приходилось иногда заменять второй член бинома чрез  $\frac{1}{4} \sin \frac{\alpha_1}{2} \sin \frac{\alpha_2}{2}$ .

Температурный коэффициент  $\beta_T$  для качаний и  $\beta_\alpha$  для отклонений — вычислен был из наблюдений в Иркутске и из определений в Томске. Характеристику определений и результаты дает таблица I, в которой  $\Theta$  — температура,  $n_T$  и  $n_\alpha$  — числа наблюдаемых качаний и отклонений, а  $r$  — вес, назначенный в соответствии со средними погрешностями  $\beta$ , пределами температуры и степенью надежности исходных данных.

Таблица I.

	К а ч а н и я.					О т к л о н е н и я.										
	Время.	$\Theta$	$n_T$	$\beta_T \cdot 10^6$	$r$	Малое расстояние.				Большое расстояние.						
						Время.	$\Theta$	$n_\alpha$	$\beta_\alpha \cdot 10^6$	$r$	Время.	$\Theta$	$n_\alpha$	$\beta_\alpha \cdot 10^6$	$r$	
I Магнит.	16.7 8 a	19.7 342	216	$\pm 84$	2	16.7 6 1/2 a	12.2 5	327	1	16.7 6 a	11.2 4	368	1			
	17.7 4 1/2 a	9.6 294				16.7 7 1/2 p	22.0 4			16.7 8 p	21.3 4					
	14.7 5 a	8.4 294				17.7 7 1/2 a	11.0 4			17.7 8 a	11.2 4					
	17.7 11 a	22.7 490														
	21.7 5 p	27.4 294	220	$\pm 6$	2											
	21.7 6 p	25.7 490														
	22.7 8 a	18.8 490														
	22.7 3 p	22.2 294														
	5.12 11 p	17.6 400	191	$\pm 10$	2	5.12 10 1/2 p	18.5 8	626	2							
	5.12 12 p	4.6 400				6.12 1 1/2 a	0.7 12			$\pm 30$						
6.12 0 1/2 a	1.4 240															
II Магнит.	16.7 9 a	21.0 378	237	$\pm 45$	2	16.7 7 1/2 a	15.5 4	292	1	16.7 7 a	14.3 4	407	1			
	16.7 9 1/2 a	22.4 378				16.7 6 1/2 p	23.2 4			16.7 7 p	22.6 4					
	17.7 6 p	26.0 324				17.7 6 1/2 a	15.2 4			17.7 7 a	11.4 4					
	16.7 6 1/2 p	24.9 324				17.7 10 a	20.2 4	$\pm 189$								
	17.7 5 1/2 a	8.6 294	237	$\pm 47$	1			531	2			4	1			
	17.7 6 a	9.2 504				20.7 10 a	17.6 4			76						
	17.7 10 1/2 a	20.9 294				20.7 1 p	22.4 4									
	20.7 2 p	24.0 384	20.7 3 p	23.4 4												
	20.7 2 1/2 p	23.5 680	20.7 7 p	19.5 490	237	1	20.7 7 1/2 p	18.2 4	531	2						
	20.7 7 p	19.5 490	20.7 9 1/2 p	15.3 4			$\pm 76$									
21.7 10 a	21.0 508	21.7 9 1/2 a	20.2 4													
21.7 2 1/2 p	27.3 490				21.7 4 p	29.6 4										
22.7 8 a	19.7 490				22.7 8 1/2 a	20.9 4										



По данным таблицы I получается

	для I магнита.	для II магнита.	в среднем.
$\beta_T =$	0.00021	0.00024	0.00022
$\beta_x =$	0.00049	0.00042	0.00046

При помощи этих коэффициентов все наблюдения в Иркутске и Павловске были приведены к  $15^\circ$  и из них определены переводные множители  $C_1 = NT_{15}^2$  и  $C_2 = N \sin \alpha_{15}$ . Исходные данные и значения  $C_1$  и  $C_2$  дает таблица II, где  $N$  — значения горизонтальной составляющей по записям приборов обсерватории.

Таблица II.

	К а ч а н и я.					О т к л о н е н и я.				
	t	$\theta$	$T_{15}$	N	$C_1$	t	$\theta$	$\alpha_{15}$	N	$C_2$
I M a r t	16.7 8 a	19.7 2 9686	.19707	17.366		16.7 6 a	11.2 13°22' .9	.19714	0.45624	
	17.7 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> a	9.6 2.9642	.19716	17.324		16.7 8 p	22.3 13 25 .3	.19718	0.45769	
	17.7 5 a	8.4 2.9660	.19716	17.345		17.7 8 a	11.7 13 24 .8	.19700	0.45702	
	17.7 11 a <	22.3 2.9670	.19695	17.338		для большого расстояния 0.45678 ± 34				
		22.2 2.9609	.19695	17.267		16.7 6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> a	12.2 32 27 .5	.19712	1.0579	
				17.328 ± 5	16.7 8 p	20.0 32 34 .0	.19718	1.0614		
I M a p	3.4 12 a <	19.8 3.2669	.16254	17.348		17.7 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> a	11.0 32 33 .2	.19703	1.0601	
		19.6 3.2661	.16254	17.340		для малого расстояния 1.0598 ± 9				
	3.4 0 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> p	19.0 3.2674	.16254	17.353		3.4 11 a	19.0 40 39 .5	.16256	1.0591	
				17.347 ± 3	3.4 11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> a	19.1 40 40 .5	.16255	1.0597		
					3.4 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> p	19.0 40 37 .9	.16259	1.0588		
					для малого расстояния 1.0592 ± 2					
II M a r t	16.7 9 a	21.0 3.1241	.19700	19.237		16.7 7 a	14.3 13°07' .1	.19710	0.41376	
	16.7 9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> a	22.4 3.1242	.19697	19.225		16.7 7 p	22.6 12 09 .0	.19719	0.41503	
	16.7 6 p	26.0 3.1202	.19720	19.199		17.7 7 a	11.4 12 09 .0	.19708	0.41473	
	16.7 6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> p	24.9 3.1218	.19720	19.218		для большого расстояния 0.41453 ± 32				
	17.7 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> a	8.6 3 1191	.19717	19.227		16.7 7 a	15.5 29 07 .5	.19707	0.95916	
II M a p	17.7 6 a <	8.0 3.1223	.19718	19.213		16.7 7 p	23.2 29 13 .7	.19720	0.96294	
		9.9 3.1186	.19718	19.178		17.7 6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> a	11.2 29 12 .8	.19712	0.96205	
	17.7 10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> a	20 9 3.1161	.19693	19.123		17.7 10 a	20.2 29 16 .6	.19695	0.96314	
				19.203 ± 19	для малого расстояния 0.96182 ± 107					
II M a p	3.4 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> p <	18.7 3.4694	.16275	19.590		3.4 3 p	18.4 35 25 .4	.16267	0.94216	
		18.5 3.4698	.16273	19.592			18.6 35 23 .3	.16273	0.94240	
	3.4 4 p	18.4 3.4712	.16269	19.587		3.4 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> p	18.6 35 22 .0	.16269	0.94262	
				19.590 ± 1	для малого расстояния 0.94229 ± 20					

Отсюда получается, что магнитный момент  $M_I$  первого магнита за промежуток времени между Иркутскими и Павловскими наблюдениями уменьшился в  $1.0011 \pm 0.0010$  раза по наблюдениям качаний и в  $1.0006 \pm 0.0009$  раза по наблюдениям отклонений; для второго магнита соответствующие числа  $1.0201 \pm 0.0007$  и  $1.0209 \pm 0.0012$ .

Для того, чтобы судить о том, как изменялись  $M_I$  и  $M_{II}$  во время экспедиции, были вычислены кроме того: 1) относительные значения  $M_I$  и  $M_{II}$  для тех пунктов, где с одним и тем же магнитом были наблюдаемы и качания, и отклонения и 2) отношения  $M_I : M_{II}$  для тех пунктов, где качания или отклонения были наблюдаемы с обоими магнитами. Результаты вычислений дает таблица III.



Таблица III.

Пункт и время.	Наблюденные.			Вычисленные.			
	$M_I$	$M_{II}$	$M_I:M_{II}$	$M_I$	$M_{II}$	$M_I:M_{II}$	
Иркутск . . . . . 16.7	24731	22380	1.1018	1.1082	24739	22405	1.1036
Верхнеудинск . . . . . 18.7	—	22410	—	—	—	22396	—
Кяхта I . . . . . 20.7у	—	22416	—	—	—	22388	—
” . . . . . 20.7д	—	22401	—	—	—	22388	—
” . . . . . 20.7в	—	22414	—	—	—	22387	—
” . . . . . 21.7у	—	22420	—	—	—	22384	—
” . . . . . 21.7д	24744	22415	1.1008	1.1072	24739	22388	1.1047
” . . . . . 22.7д	24767	22414	1.1029	1.1071	24739	22380	1.1049
Кяхта II . . . . . 22.7у	24688	—	—	—	24738	—	—
Троицкосавск . . . . . 24.7	24756	—	—	—	24738	—	—
Ибицк . . . . . 25.7	24779	—	—	—	24738	—	—
Баингол . . . . . 26.7	24844	—	—	—	24738	—	—
Хунчал . . . . . 27.7	24668	—	—	—	24738	—	—
Урга . . . . . 28.7	24703	22362	1.1034	1.1059	24738	22353	1.1062
Норбулун . . . . . 2.8	—	22357	—	—	—	22331	—
Улдзуит-булык . . . . . 6.8	—	22245	—	—	—	22314	—
Гаритэ . . . . . 7.8	—	22232	—	—	—	22309	—
Байдерик . . . . . 11.8	—	22291	—	—	—	22291	—
Улясугай . . . . . 16.8	—	22260	—	—	—	22269	—
Дурганор . . . . . 21.8	—	22130	—	—	—	22248	—
Кобло . . . . . 25.8	—	22345	—	—	—	22230	—
Дархэшуруг . . . . . 27.8	—	22221	—	—	—	22220	—
Тулбуноу . . . . . 30.8	—	—	—	1.1130	—	—	1.1135
р. Холэг . . . . . 1.9	24741	22233	1.1126	1.1130	24734	22196	1.1139
Барнаул . . . . . 8.9	24716	—	—	—	24734	—	—
Камень . . . . . 9.9	24743	—	—	—	24734	—	—
Павловск . . . . . 3.4	24711	21932	1.1240	1.1293	24712	—	—

Обработка этих данных по способу наименьших квадратов—в предположении линейного изменения  $M_I$  и  $M_{II}$  со временем—дала для изменения отношения  $M_I : M_{II}$  из значений  $M_I$  и из значений  $M_{II}$  отдельно и из отношений  $M_I : M_{II}$  почти одинаковые значения.

$$M_I : M_{II} = 1.1036 \pm 0.0010 \pm (0.00022 \pm 0.00004) t,$$

$$M_I : M_{II} = 1.1042 \pm 0.0008 \pm (0.00020 \pm 0.00003) t,$$

где  $t$ —число суток, прошедших со времени иркутских наблюдений. Однако сравнение наблюдаемых и вычисленных значений  $M_I$ ,  $M_{II}$  и  $M_I : M_{II}$  показывает, что значения  $H$ , получаемые при помощи вытекающих отсюда окончательных значений переводных множителей, а именно

$$\text{для I магнита } C_1 = 17.328 + 0.00007 t, C_2 = 1.0698 - 0.00004 t$$

$$\text{для II магнита } C_1 = 19.203 + 0.0038 t, C_2 = 0.96182 - 0.00019 t,$$

менее точны, чем значения  $T$  и даже  $\alpha$ . Поэтому не будет преувеличением считать ошибку в значении  $H$ , основанном на наблюдениях только качаний или только отклонений—и при том для одного магнита—порядка  $0.002 H$ . В случае же наличия наблюдений и над качаниями, и над отклонениями—особенно же с обоими магнитами—порядок погрешности значительно ниже.