

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 фотографиями 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; варьационные 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 $-12'.0 = 0'.3$. 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 α (по причинам, подробно изложенным в статье) менее точны, чем измерения периода колебний T , хотя вследствие значительного затухания качаний приходилось брать настолько большую начальную амплитуду α_1 , что даже в сравнительно редко применяемой формуле

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

где α_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 β_T для качаний и β_α для отклонений — вычислен был из наблюдений в Иркутске и из определений в Томске. Характеристику определений и результаты дает таблица I, в которой Θ — температура, n_T и n_α — числа наблюдаемых качаний и отклонений, а p — вес, назначенный в соответствии со средними погрешностями β , 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.	Θ	n_T	$\beta_T \cdot 10^6$	p	Малое расстояние.				Большое расстояние.						
						Время.	Θ	n_α	$\beta_\alpha \cdot 10^6$	p	Время.	Θ	n_α	$\beta_\alpha \cdot 10^6$	p	
I м а г н т.	16.7 8 а	19.7	342	216	2	16.7 6 ^{1/2} а	12.2	5	327	1	16.7 6 а	11.2	4	368	1	
	17.7 4 ^{1/2} а	9.6	294			16.7 7 ^{1/2} р	22.0	4			16.7 8 р	21.3	4			
	14.7 5 а	8.4	294	± 84	17.7 7 ^{1/2} а	11.0	4	± 170	17.7 8 а	11.2	4	± 154				
	17.7 11 а	22.7	490	220	2											
	21.7 5 р	27.4	294													
	21.7 6 р	25.7	490			± 6										
	22.7 8 а	18.8	490													
	22.7 3 р	22.2	294	191	2	5.12 11 р	17.6	400	626	2						
	5.12 12 р	4.6	400			5.12 10 ^{1/2} р	18.5	8			6.12 1 ^{1/2} а	0.7	12	± 30		
	6.12 0 ^{1/2} а	1.4	240			± 10										
II м а г н т.	16.7 9 а	21.0	378	237	2	16.7 7 ^{1/2} а	15.5	4	292	1	16.7 7 а	14.3	4	407	1	
	16.7 9 ^{1/2} а	22.4	378			16.7 6 ^{1/2} р	23.2	4			16.7 7 р	22.6	4			
	17.7 6 р	26.0	324	± 45	17.7 6 ^{1/2} а	15.2	4	± 189	17.7 7 а	11.4	4	± 131				
	16.7 6 ^{1/2} р	24.9	324	237	1	17.7 10 а	20.2	4								
	17.7 5 ^{1/2} а	8.6	294													
	17.7 6 а	9.2	504													
	17.7 10 ^{1/2} а	20.9	294													
	20.7 2 р	24.0	384	237	1	20.7 10 а	17.6	4	531	2						
	20.7 2 ^{1/2} р	23.5	680			20.7 1 р	22.4	4			20.7 3 р	23.4	4			
	20.7 7 р	19.5	490	± 47	20.7 3 р	23.4	4	± 76	20.7 7 ^{1/2} р	18.2	4					
21.7 10 а	21.0	508		20.7 7 ^{1/2} р	18.2	4		20.7 9 ^{1/2} р	15.3	4						
21.7 2 ^{1/2} р	27.3	490		20.7 9 ^{1/2} р	15.3	4		21.7 9 ^{1/2} а	20.2	4						
22.7 8 а	19.7	490		21.7 4 р	29.6	4		21.7 4 р	29.6	4						
				22.7 8 ^{1/2} а	20.9	4		22.7 8 ^{1/2} а	20.9	4						

По данным таблицы I получается

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

При помощи этих коэффициентов все наблюдения в Иркутске и Павловске были приведены к 15° 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	θ	T_{15}	N	C_1	t	θ	α_{15}	N	C_2
I	16.7 8 а	19.7 2 9686	.19707	17.366		16.7 6 а	11.2 13°22' .9	.19714	0.45624	
	17.7 4 ^{1/2} а	9.6 2.9642	.19716	17.324		16.7 8 р	22.3 13 25 .3	.19718	0.45769	
	17.7 5 а	8.4 2.9660	.19716	17.345		17.7 8 а	11.7 13 24 .8	.19700	0.45702	
	17.7 11 а <	22.3 2.9670	.19695	17.338		для большого расстояния 0.45678 ± 34				
		22.2 2.9609	.19695	17.267		16.7 6 ^{1/2} а	12.2 32 27 .5	.19712	1.0579	
				17.328 ± 5		16.7 8 р	20.0 32 34 .0	.19718	1.0614	
						17.7 7 ^{1/2} а	11.0 32 33 .2	.19703	1.0601	
						для малого расстояния 1.0598 ± 9				
	3.4 12 а <	19.8 3.2669	.16254	17.348		3.4 11 а	19.0 40 39 .5	.16256	1.0591	
		19.6 3.2661	.16254	17.340		3.4 11 ^{1/2} а	19.1 40 40 .5	.16255	1.0597	
3.4 0 ^{1/2} р	19.0 3.2674	.16254	17.353		3.4 1 ^{1/2} р	19.0 40 37 .9	.16259	1.0588		
			17.347 ± 3		для малого расстояния 1.0592 ± 2					
II	16.7 9 а	21.0 3.1241	.19700	19.237		16.7 7 а	14.3 13°07' .1	.19710	0.41376	
	16.7 9 ^{1/2} а	22.4 3.1242	.19697	19.225		16.7 7 р	22.6 12 09 .0	.19719	0.41503	
	16.7 6 р	26.0 3.1202	.19720	19.199		17.7 7 а	11.4 12 09 .0	.19708	0.41473	
	16.7 6 ^{1/2} р	24.9 3.1218	.19720	19.218		для большого расстояния 0.41453 ± 32				
	17.7 5 ^{1/2} а	8.6 3 1191	.19717	19.227		16.7 7 а	15.5 29 07 .5	.19707	0.95916	
	17.7 6 а <	8.0 3.1223	.19718	19.213		16.7 7 р	23.2 29 13 .7	.19720	0.96294	
		9.9 3.1186	.19718	19.178		17.7 6 ^{1/2} а	11.2 29 12 .8	.19712	0.96205	
	17.7 10 ^{1/2} а	20 9 3.1161	.19693	19.123		17.7 10 а	20.2 29 16 .6	.19695	0.96314	
				19.203 ± 19		для малого расстояния 0.96182 ± 107				
	3.4 3 ^{1/2} р <	18.7 3.4694	.16275	19.590		3.4 3 р <	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 р	18.4 3.4712	.16269	19.587		3.4 4 ^{1/2} р	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 ± 0.0010 раза по наблюдениям качаний и в 1.0006 ± 0.0009 раза по наблюдениям отклонений; для второго магнита соответствующие числа 1.0201 ± 0.0007 и 1.0209 ± 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	—	—
Хунцал 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 α . 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.