П. И. КОНЮХОВ

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РИСКОВКИ РЕЛЬЕФА НА ТОПОГРАФИЧЕСКОМ СТЕРЕОМЕТРЕ

Проведенные нами [3] и другими авторами [4, 5, 9, 1, 8] исследования точности рисовки рельефа на топографических картах крупного масштаба показывают, что в настоящее время точность рисовки равнинного рельефа при наземных методах съемки в 1,5—2 раза выше, чем при стереоскопической съемке. Но, основываясь только на сопоставлении цифр средних квадратических ошибок, нельзя делать вывод, что сам метод стереотопографической съемки не позволяет получить такую же точность, как при наземном методе съемки. При существующей аэрофотосъемочной аппаратуре и стереофотограмметрических приборах и правильной организации работ можно значительно повысить точность стереоскопической рисовки рельефа. Рассмотрим, какие для этого имеются возможности.

1. Точность стереоскопической рисовки рельефа может быть повышена путем укрупнения масштаба фотографирования местности и применения короткофокусных аэрофотоаппаратов с гиостабилизирующей установкой. Но установление масштаба фотографирования, равного масштабу составляемой карты или более крупного, нежелательно, в первую очередь, с точки зрения аэросъемочного самолетовождения, трудность которого значительно возрастает при укрупнении масштаба фотографирования. Кроме того, нежелательность укрупнения масштаба фотографирования при крупномасштабных съемках может определяться и нижним пределом высоты полета. Нижним пределом высоты полета нужно считать $H = 300$ м, а наиболее целесообразный масштаб фотографирования будет в полтора раза мельче масштаба составляемой карты. Оптимальным продольным перекрытием в равнинных и всхолмленных районах следует считать 60%.

При сплошной высотной привязке снимков ошибки фотограмметрического определения превышений в пределах одной стереопары при небольших колебаниях высот подсчитывают по формуле

$$m_h = \frac{H}{b} \cdot m_{\Delta p}.$$

Рассчитаем при каких значениях H и $m_{\Delta p}$ можно получить такую же точность рисовки рельефа на стереомере, как и при наземных методах, приняв, что для равнинного рельефа величина базиса фотографирования постоянна и равна $b = 70$ мм.

Результаты расчетов точности рисовки рельефа

Масштаб карты	Масштаб фотога- фирования	Сред. квadrat. ошибка $m_n, м$	При $f = 70$ мм		При $f = 100$ мм	
			$H, м$	$m_{\Delta p}, мм$	$H, м$	$m_{\Delta p}, мм$
1 : 2000	1 : 3000	$\pm 0,11$	210	$\pm 0,037$	300	$\pm 0,026$
	1 : 3500	$\pm 0,11$	245	$\pm 0,031$	350	$\pm 0,022$
	1 : 7000	$\pm 0,20$	490	$\pm 0,029$	700	$\pm 0,020$
1 : 5000	1 : 7500	$\pm 0,20$	525	$\pm 0,027$	750	$\pm 0,019$

Из табл. 1 видно, что при создании карты масштаба 1 : 2000 с сечением рельефа через 1 м фотогафирование местности следует производить в масштабе 1 : 3000—1 : 3500, аэрофотокамерой с фокусным расстоянием 100 мм, а для карты масштаба 1 : 5000 с сечением рельефа через 2 м — в масштабе 1 : 7000—1 : 7500 аэрофотокамерой с фокусными расстояниями 70 и 100 мм. При этом разности продольных параллаксов должны измеряться с ошибкой $\pm 0,02—0,03$ мм. Повышение точности измерения разностей продольных параллаксов до 0,02 мм позволит существенным образом изменить технические условия стереотопографической съемки и повысить ее точность.

2. Рисовка рельефа при помощи стереометра выполняется в результате стереоскопического наблюдения аэроснимков, наклеенных на стекло, фотоизображение на которых искажено вследствие влияния физических факторов, обуславливающих появление систематических ошибок. Эти ошибки значительно понижают точность измерения разности продольных параллаксов.

Ослабление влияния систематических источников на точность стереофотограмметрических измерений может быть достигнуто путем введения соответствующих поправок. В этом отношении заслуживает внимания предложенный А. И. Обираловым [6] способ введения поправок за дисторсию объектива и деформацию аэронегатива при помощи специально построенных графиков поправок. Но этот способ требует знания величин дисторсии объектива и деформаций аэронегатива для каждого конкретного случая съемки. Проще вести борьбу с влиянием этих систематических источников способом, описанным в работе автора [3].

При стереоскопической рисовке с сечением рельефа горизонталями через 1—2 м весьма существенное значение приобретает наиболее точный учет высоты растительного покрова снимаемой местности. Растительный покров является одним из основных факторов, обуславливающих появление систематических ошибок с положительным знаком.

Проведенные ЦНИИГАиК [2] в 1952 г. специальные экспериментальные работы убедительно показывают, что при тщательном учете высоты растительного покрова точность стереорисовки рельефа значительно повышается. Опытные работы выполнялись по снимкам масштаба 1 : 6500, $f = 70$ мм летнего (15 июля) и осеннего (18 сентября) залетов на участке с плоско-равнинным рельефом. Точность рисовки горизонталей с сечением через 1 м оказалось равной: на летних снимках $m = \pm 0,21$ м; на осенних $m = \pm 0,22$ м.

Хорошая сходимость результатов рисовки по двум залетам (летний и осенний) показывает, что высоту растительного покрова в данных условиях можно учитывать.

Учет растительного покрова при стереоизмерениях вполне возможен, но все же осложняет работу, особенно при наличии на стереопаре растительного покрова с различной высотой. Более простой путь борьбы с влиянием перечисленных выше источников заключается в правильном выборе времени залетов. Наиболее благоприятным временем для фотографирования местности в крупных масштабах нужно считать май месяц, когда имеется травяной покров высотой 10—15 см. В этом случае распределение ошибок будет близко к нормальному, так как систематические ошибки с противоположными знаками будут по абсолютной величине приблизительно равными между собой и компенсируются. Ранней весной и поздней осенью, когда растительный покров совершенно отсутствует, производить аэрофотосъемку не рекомендуется, так как в этом случае будут иметь место систематические ошибки с отрицательным знаком, и, кроме того, резкие темные тени будут затруднять стереорисовку рельефа, особенно на крутых склонах балок.

3. Точность стереофотограмметрических измерений на стереомере в значительной степени зависит от личных качеств исполнителя и, в первую очередь, от остроты стереоскопического зрения. Наблюдатели с различной остротой стереозрения будут с неодинаковой точностью наводить измерительную марку на точку по высоте. Неточная наводка измерительной нити на точки, по которым производится ориентирование снимков, приведет к неточному «подбору» отсчета параллактического винта на начальную точку стереопары. Этот неточный «подбор» отсчета на начальную точку, по отношению к которому производится отсчет горизонталей и высот определяемых точек, вносит значительную систематическую ошибку в результаты измерений, и тем самым понижается их точность.

Из практики стереофотограмметрических работ известно, что разные исполнители по-разному наводят измерительную марку на точки, расположенные на темном фоне фотоизображения. Еще больше разнбоя в наведении измерительной марки на точки, которые изображаются на аэроснимках на белом фоне. Разница эта у разных исполнителей достигает довольно значительных величин. Это обстоятельство приводит к тому, что на отдельных листах карты одного и того же масштаба точность изображения рельефа колеблется в больших пределах.

Аэрогеодезические предприятия ведут работу по определению остроты стереоскопического зрения у исполнителей, занятых на стереофотограмметрических измерениях.

Результаты по многократному определению высот точек и стереорисовки рельефа 39 исполнителями за первое полугодие 1958 г. приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что точность как фотограмметрического определения высот точек, так и стереорисовки рельефа у отдельных исполнителей колеблется довольно в больших пределах — от $\pm 0,36$ до $\pm 0,80$ м. У большинства исполнителей получились значительные систематические ошибки. Это обстоятельство было объяснено неисправностью стереомеров. Поэтому во второй половине 1958 г. были проведены повторные контрольные измерения для тех же исполнителей.

Повторные стереофотограмметрические измерения проводились на тех же двух стереопарах опытного участка, что и в первом полугодии. Элементы взаимного ориентирования, базисы и высоты фотографирования, контрольные высотные точки остались прежние. Перед началом

Точность стереофотограмметрических измерений у отдельных исполнителей
в I полугодии 1958 г.
Масштаб аэроснимков 1 : 12000, $f = 100$ мм

Номера исполнителей	Фотограмметрическое определение высот			По горизонталям аэроснимка		
	систем. ошибка θ , м	сред. квадр. ошибка m , м	$K = \frac{m}{m_0}$	систем. ошибка θ , м	сред. квадр. ошибка m , м	$K = \frac{m}{m_0}$
1	-0,02	±0,39	0,95	-0,05	±0,39	0,91
2	-0,23	±0,52	1,27	-0,25	±0,53	1,24
3	-0,28	±0,56	1,37	-0,35	±0,59	1,37
4	-0,19	±0,52	1,27	-0,11	±0,46	1,07
5	-0,32	±0,57	1,39	-0,17	±0,51	1,19
6	-0,05	±0,39	0,95	-0,11	±0,42	0,98
7	-0,50	±0,75	1,83	-0,57	±0,80	1,86
8	-0,20	±0,52	1,27	-0,25	±0,59	1,37
9	-0,19	±0,56	1,37	-0,09	±0,54	1,26
10	-0,06	±0,51	1,24	0,00	±0,54	1,26
11	-0,33	±0,50	1,22	-0,33	±0,58	1,35
12	-0,21	±0,57	1,39	-0,21	±0,58	1,35
13	-0,30	±0,54	1,32	-0,28	±0,48	1,12
14	+0,04	±0,55	1,34	0,00	±0,44	1,02
15	+0,28	±0,51	1,24	+0,25	±0,48	1,12
16	-0,24	±0,45	1,10	-0,15	±0,43	1,00
17	-0,15	±0,63	1,54	-0,10	±0,57	1,33
18	-0,14	±0,40	0,98	-0,27	±0,54	1,26
19	+0,11	±0,48	1,17	+0,01	±0,39	0,91
20	+0,02	±0,39	0,95	-0,20	±0,44	1,02
21	-0,18	±0,38	0,93	-0,20	±0,44	1,02
22	-0,22	±0,43	1,05	-0,17	±0,39	0,91
23	-0,08	±0,58	1,41	+0,09	±0,47	1,09
24	+0,07	±0,44	1,07	+0,09	±0,46	1,07
25	-0,10	±0,40	0,98	-0,09	±0,49	1,14
26	-0,06	±0,57	1,39	-0,18	±0,48	1,12
27	+0,02	±0,36	0,89	0,00	±0,42	0,98
28	+0,15	±0,51	1,24	+0,15	±0,60	1,40
29	+0,09	±0,44	1,07	+0,31	±0,54	1,26
30	+0,06	±0,58	1,41	+0,23	±0,66	1,53
31	-0,51	±0,66	1,61	-0,56	±0,68	1,58
32	-0,02	±0,73	1,78	+0,06	±0,71	1,65
33	-0,04	±0,66	1,61	+0,30	±0,54	1,26
34	-0,31	±0,49	1,20	-0,36	±0,50	1,16
35	-0,49	±0,63	1,54	-0,59	±0,75	1,74
36	-0,01	±0,39	0,95	-0,13	±0,43	1,00
37	-0,02	±0,73	1,78	+0,06	±0,71	1,65
38	+0,10	±0,44	1,07	0,00	±0,45	1,05
39	+0,06	±0,50	1,22	-0,12	±0,54	1,26
Среднее	-0,11	±0,53	1,29	-0,12	±0,53	1,24

контрольных измерений все стереометры были хорошо выверены. После окончания стереорисовки у каждого исполнителя бригадир проверял правильность ориентирования снимков и повторно измерял высоты контрольных точек. Результаты оценки точности работы отдельных исполнителей во втором полугодии приведены в табл. 3.

Из табл. 3 следует, что во втором полугодии точность стереоизмерений у отдельных исполнителей колеблется в тех же пределах, что и в первом полугодии — от $\pm 0,36$ до $\pm 0,88$ м. Средняя точность измерений по цеху в целом в обоих полугодиях оказалась одинаковой ($\pm 0,53$ м).

Таблица 3

Точность стереофотограмметрических измерений у отдельных исполнителей
во II полугодии 1958 г.

Масштаб аэроснимков 1 : 12000, $f = 100$ мм

Номера исполнителей	Фотограмметрическое определение высот			По горизонталям аэроснимка		
	систем. ошибка $\bar{\theta}$, м	сред. квадр. ошибка m , м	$K = \frac{m}{m_0}$	систем. ошибка $\bar{\theta}$, м	сред. квадр. ошибка m , м	$K = \frac{m}{m_0}$
1	-0,16	$\pm 0,38$	0,93	-0,25	$\pm 0,36$	0,84
2	-0,04	$\pm 0,38$	0,93	-0,14	$\pm 0,46$	1,07
3	+0,06	$\pm 0,68$	1,66	-0,27	$\pm 0,87$	2,02
4	-0,50	$\pm 0,68$	1,66	-0,50	$\pm 0,68$	1,58
5	-0,33	$\pm 0,54$	1,32	-0,43	$\pm 0,65$	1,51
6	-0,10	$\pm 0,45$	1,10	+0,01	$\pm 0,45$	1,05
7	-0,14	$\pm 0,43$	1,05	-0,17	$\pm 0,41$	0,95
8	-0,11	$\pm 0,38$	0,93	-0,25	$\pm 0,43$	1,00
9	-0,02	$\pm 0,46$	1,12	-0,15	$\pm 0,47$	1,09
10	-0,04	$\pm 0,54$	1,32	-0,05	$\pm 0,58$	1,35
11	-0,14	$\pm 0,51$	1,24	-0,37	$\pm 0,59$	1,37
12	-0,28	$\pm 0,55$	1,34	-0,21	$\pm 0,47$	1,09
13	+0,09	$\pm 0,39$	0,95	-0,02	$\pm 0,43$	1,00
14	-0,51	$\pm 0,78$	1,90	-0,46	$\pm 0,78$	1,81
15	+0,30	$\pm 0,58$	1,41	+0,20	$\pm 0,55$	1,28
16	0,00	$\pm 0,40$	0,98	-0,05	$\pm 0,46$	1,07
17	-0,14	$\pm 0,49$	1,20	-0,21	$\pm 0,46$	1,07
18	-0,17	$\pm 0,42$	1,02	-0,23	$\pm 0,47$	1,09
19	+0,04	$\pm 0,61$	1,49	-0,11	$\pm 0,47$	1,09
20	-0,06	$\pm 0,55$	1,34	-0,30	$\pm 0,62$	1,44
21	-0,25	$\pm 0,49$	1,20	-0,36	$\pm 0,60$	1,40
22	-0,17	$\pm 0,39$	0,95	-0,15	$\pm 0,37$	0,86
23	+0,01	$\pm 0,45$	1,10	-0,09	$\pm 0,49$	1,14
24	-0,16	$\pm 0,49$	1,20	-0,15	$\pm 0,47$	1,09
25	-0,18	$\pm 0,52$	1,27	-0,20	$\pm 0,56$	1,30
26	-0,08	$\pm 0,84$	2,05	-0,39	$\pm 0,88$	2,05
27	+0,10	$\pm 0,40$	0,98	+0,07	$\pm 0,40$	0,93
28	+0,11	$\pm 0,60$	1,46	+0,05	$\pm 0,72$	1,67
29	-0,11	$\pm 0,48$	1,17	-0,07	$\pm 0,42$	0,98
30	-0,01	$\pm 0,41$	1,00	-0,05	$\pm 0,38$	0,88
31	-0,30	$\pm 0,60$	1,46	-0,37	$\pm 0,60$	1,40
32	-0,36	$\pm 0,66$	1,61	-0,56	$\pm 0,57$	1,33
33	+0,20	$\pm 0,47$	1,15	+0,09	$\pm 0,47$	1,09
34	-0,47	$\pm 0,66$	1,61	-0,60	$\pm 0,72$	1,67
35	+0,11	$\pm 0,45$	1,10	+0,11	$\pm 0,40$	0,93
36	+0,12	$\pm 0,39$	0,95	+0,06	$\pm 0,36$	0,84
37	-0,32	$\pm 0,73$	1,78	-0,45	$\pm 0,64$	1,49
38	-0,06	$\pm 0,38$	0,93	-0,33	$\pm 0,60$	1,40
39	-0,24	$\pm 0,49$	1,20	-0,14	$\pm 0,47$	1,09
Среднее	-0,11	$\pm 0,52$	1,27	-0,17	$\pm 0,53$	1,24

Сравнивая средние квадратические ошибки одних и тех же исполнителей, приведенные в табл. 2 и 3 (в таблицах отдельные исполнители обозначены одним и тем же номером), видим, что только семь исполнителей дали примерно одинаковые по точности результаты как в первом, так и во втором полугодиях. У семнадцати исполнителей во втором полугодии точность измерений несколько повысилась, а у пятнадцати исполнителей, наоборот, снизилась. У 41% исполнителей точность измерений оказалась ниже средней точности по цеху в целом.

В таблицах приведены вычисленные нами коэффициенты рассеивания полученных средних квадратических ошибок вокруг ожидаемой средней квадратической ошибки m_0 . Ожидаемая средняя квадратическая ошибка фотограмметрического определения высот точек, вычисленная для данных условий съемки по формуле, оказалась равной $\pm 0,41$ м. Ожидаемая средняя квадратическая ошибка стереорисовки рельефа, вычисленная по формуле, равна $\pm 0,43$ м.

Хорошим стереозрением обладают те исполнители, у которых коэффициент K меньше единицы и не меняет своей величины при повторных измерениях. Сюда можно отнести исполнителей 1, 22, 27 и 36. Неплохое стереозрение у исполнителей 6, 16 и 24. Плохое стереозрение у исполнителей 4, 31, 32 и 37, у них неустойчивая и низкая точность измерений.

В табл. 4. приведены результаты оценки точности рисовки рельефа на фотопланах стереотопографической съемки масштаба 1 : 10 000, составленных по аэроснимкам масштаба 1 : 14 000, $f = 70$ мм.

Таблица 4

Результаты оценки точности рисовки рельефа на фотопланах стереотопографической съемки масштаба 1 : 10 000

№ п.п.	Кол. точ. n	Систем. ошибка θ , м	Ср. кв. ошибка m , м	$K = \frac{m}{m_0}$	№ п.п.	Кол. точ. n	Систем. ошибка θ , м	Ср. кв. ошибка m , м	$K = \frac{m}{m_0}$
1	20	+0,11	$\pm 0,40$	0,95	18	27	-0,31	$\pm 0,54$	1,29
2	35	-0,08	0,44	1,05	19	34	-0,14	0,48	1,14
3	30	+0,13	0,43	1,02	20	40	-0,12	0,55	1,31
4	34	+0,33	0,72	1,71	21	26	-0,43	0,56	1,33
5	19	-0,08	0,45	1,07	22	11	-0,13	0,36	0,86
6	30	-0,17	0,64	1,52	23	25	+0,03	0,42	1,00
7	23	-0,07	0,45	1,07	24	46	-0,19	0,47	1,12
8	40	-0,05	0,45	1,07	25	35	0,00	0,58	1,38
9	43	-0,15	0,47	1,12	26	33	-0,07	0,59	1,40
10	31	-0,11	0,43	1,02	27	15	-0,63	0,70	1,67
11	48	-0,17	0,55	1,31	28	28	-0,14	0,52	1,29
12	21	-0,14	0,36	0,86	29	26	+0,14	0,45	1,07
13	31	-0,31	0,53	1,31	30	20	-0,20	0,63	1,50
14	36	-0,28	0,53	1,31	31	44	-0,04	0,47	1,12
15	37	-0,10	0,46	1,10	32	21	-0,32	0,60	1,43
16	38	-0,33	0,58	1,38	33	18	0,00	0,48	1,14
17	38	-0,14	0,50	1,19	Среднее		-0,11	$\pm 0,51$	1,23

Ожидаемая средняя квадратическая ошибка рисовки рельефа на фотопланах, вычисленная по формуле, оказалась равной $m_0 = \pm 0,42$ м.

Из данных табл. 4 вытекает, что точность рисовки рельефа на отдельных трапециях колеблется в тех же пределах, что и в табл. 2 и 3. Средняя точность из всех трапеций примерно равна средней точности из многократных измерений отдельных исполнителей. Отсюда можно

судить о точности изображения рельефа на фотопланах масштаба 1 : 10 000, составленных в 1958 г.

В табл. 5 приведены данные, характеризующие точность стереофотограмметрических измерений у отдельных исполнителей отдела изысканий Гидропроекта. Данные взяты из статьи [7] А. Г. Прохорова, Г. С. Коренева.

Таблица 5

Точность стереофотограмметрических измерений у отдельных исполнителей
Масштаб аэроснимков 1 : 5000, $f = 70$ мм

Номера исполнителей	Фотограмметрическое определение высот			По горизонталям аэроснимка		
	колич. точек n	сред. квадр. ошибка $m, м$	$K = \frac{m}{m_0}$	колич. точек n	сред. квадр. ошибка $m, м$	$K = \frac{m}{m_0}$
1	18	$\pm 0,18$	1,50	27	$\pm 0,15$	1,07
2	20	$\pm 0,24$	2,00	16	$\pm 0,28$	2,00
3	27	$\pm 0,10$	0,83	28	$\pm 0,23$	1,64
4	14	$\pm 0,16$	1,33	24	$\pm 0,17$	1,21
5	23	$\pm 0,19$	1,58	29	$\pm 0,22$	1,57
6	27	$\pm 0,15$	1,25	25	$\pm 0,14$	1,00
7	25	$\pm 0,12$	1,00	27	$\pm 0,14$	1,00
8	17	$\pm 0,13$	1,08	21	$\pm 0,22$	1,57
Среднее	171	$\pm 0,16$	1,33	197	$\pm 0,19$	1,36

Здесь так же, как и в ранее рассмотренных таблицах, коэффициент рассеивания K колеблется в значительных пределах — от 0,83 до 2,0. Большие колебания точности измерений у отдельных исполнителей обуславливаются личными ошибками исполнителей. Эти ошибки носят систематический характер и в зависимости от стереоскопического зрения того или иного исполнителя могут иметь разные знаки.

Из приведенного анализа точности работы отдельных исполнителей можно сделать вывод, что если ориентироваться на лучшие результаты, точность стереорисовки рельефа на стереомере можно в 1,5—2 раза повысить. Для этого необходимо систематически проводить тщательный профессиональный отбор наблюдателей по остроте стереоскопического зрения. Контрольные измерения следует проводить в одинаковых условиях для всех исполнителей, т. е. по одним и тем же снимкам, на одном хорошо выверенном приборе и при одинаковой освещенности аэроснимков.

При подготовке кадров стереофотограмметристов необходимо уделять большое внимание вопросам геоморфологии и топографии, улучшить полевую практику по рисовке рельефа на мензуге.

Учет систематических погрешностей, возникающих при обработке аэроснимков (дисторсия объектива, деформация аэронегатива, растительный покров, личные ошибки исполнителя и др.), позволит не только значительно повысить точность стереофотограмметрических измерений, но и зарисовать рельеф на всей площади карты однородным по точности. Это очень важно при производстве инженерно-проектных изысканий по карте и при решении других инженерных задач, связанных с рельефом местности.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Баканова. О точности изображения рельефа на планах масштаба 1:2000 при стереотопографической съемке. Известия вузов, раздел «Геодезия и аэрофотосъемка», вып. 4, 1963.
2. Н. П. Каликов. Стереоскопическая рисовка рельефа при создании топографических карт масштаба 1:10 000. Труды ЦНИИГАиК, вып. 100, М., 1954.
3. П. И. Конюхов. Сравнительная оценка точности рисовки рельефа на фотопланах стереотопографической съемки и планах мензуальной съемки. Научные записки ЛПИ, серия геодезическая, № 9, Львов, 1962.
4. Н. И. Модринский. О допустимых расхождениях в отметках контрольных пикетов при мензуальной топографической съемке в масштабе 1:2000. Труды МИИГАиК, вып. 48, М., 1961.
5. Н. И. Модринский. О точности изображения рельефа на оригиналах карты масштаба 1:2000, составленных с помощью аэрофотосъемки. Известия вузов, раздел «Геодезия и аэрофотосъемка», вып. 1, 1964.
6. А. И. Обиралов. Возможности повышения точности стереоскопической обработки аэроснимков при помощи стереометров. Труды МИИЗ, вып. 10, М., 1960.
7. А. Г. Прохоров, Г. С. Коренев. Опыт стереоскопической съемки в масштабе 1:5000 с проведением горизонталей через 1 м. «Геодезия и картография», № 12, 1958.
8. А. Е. Свиридов. Опыт стереофотограмметрической съемки в масштабе 1:5000. Сборник статей по геодезии, вып. 7, М., 1954.
9. В. В. Щенникова. О точности положения горизонталей на планах масштаба 1:2000 при комбинированной съемке. Известия вузов, раздел «Геодезия и аэрофотосъемка», вып. 6, 1961.

Работа поступила
24 февраля 1965 г.