

XIII.

Температура воздуха и воды въ пещерахъ и въ источникахъ.

Многочисленныя наблюденія надъ температурой воздуха и воды въ пещерахъ, а также температурой источниковъ въ карстѣ (такихъ наблюденій уже имѣется нѣсколько тысячъ) позволили Мартелю формулировать слѣдующіе законы ¹⁾.

1) Вліяніе внѣшняго воздуха на температуру воздуха въ пещерахъ болѣе значительно, чѣмъ обыкновенно полагають. Колебанія температуры внѣшней атмосферы сказываются подъ землей на значительную глубину, правда, въ уменьшенномъ размѣрѣ.

2) Температура воздуха въ пещерахъ не постоянна.

3) Она не одинакова въ разныхъ частяхъ одной и той же пещеры.

4) Температура воды въ пещерахъ подвержена тѣмъ же варіаціямъ и различіямъ, какъ и температура воздуха.

5) Температура воздуха и воды въ пещерахъ часто неодинакова.

6) Проникающія съ поверхности въ пещеру рѣки обуславливають значительныя варіаціи температуры въ теченіе года и даже въ теченіе дня, правда меньшія, чѣмъ годовыя или суточные колебанія наружнаго воздуха.

¹⁾ Смори Е. А. Martel. Les Abimes. стр. 562; La Spéléologie, стр. 85; L'évolution souterraine, стр. 136, Grund. Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges, стр. 151.

7) Средняя температура воды источниковъ, по большей части, не равна средней годовой температурѣ воздуха даннаго мѣста.

Причинами, нарушающими геотермическіе законы и правильное распредѣленіе температуры въ глубинѣ, являются: 1) трещиноватость известняка, облегчающая проникновеніе въ глубину наружнаго воздуха, въ особенности холоднаго, зимняго воздуха, который долженъ скопляться въ нижнихъ частяхъ шахтъ и пещеръ. Въ этомъ отношеніи очень важна форма пещеры. Естественныя шахты и пещеры мѣшкообразной формы особенно благопріятны для застоя въ нихъ холоднаго зимняго воздуха или, выражаясь точнѣе, для переохлажденія ихъ ниже средней годовой температуры мѣста. 2) Вторымъ факторомъ, нарушающимъ правильное измѣненіе температуры съ глубиной, является вліяніе воды, проникающей въ пещеру, при чемъ это вліяніе сказывается различнымъ образомъ. Протекающія въ пещерахъ грунтовая вода питаются водой, просачивающейся по трещинамъ, часто съ высоко расположенныхъ мѣстъ и, потому, достигающей глубинъ съ низкой температурой. Далѣе, проникающія въ глубину съ поверхности рѣки вносятъ сюда всѣ варіаціи наружнаго воздуха. Охлажденію способствуетъ также испареніе воды въ пещерѣ. Нарушеніе геотерміи находится въ зависимости также отъ степени трещиноватости; чѣмъ она больше, чѣмъ вмѣстимѣе трещины и пустоты, тѣмъ большихъ нарушенийъ мы должны ожидать, въ виду болѣе легкаго доступа въ глубину воздуха и поверхностныхъ водъ.

Если бы пустоты составляли значительную часть горной породы, то вся собственная теплота должна бы была израсходываться въ глубинѣ на нагрѣваніе холоднаго воздуха, а въ верхнихъ слояхъ было бы мало замѣтно вліяніе собственной теплоты земли. Мы имѣли бы въ этомъ случаѣ очень глубокое залеганіе слоя, съ котораго начинается геотермія, надъ нимъ слой съ низкими температурами и толщу горной породы значительной мощности, обнаруживающую годовыя колебанія. Наоборотъ, при малой трещиноватости нарушеніе геотерміи будетъ сказываться не въ столь значительной степени, такъ какъ собственная теплота земли можетъ проводиться въ этомъ случаѣ по цѣльной, неповрежденной горной породѣ въ обходъ подземныхъ каналовъ, наполненныхъ холоднымъ воздухомъ и грунтовой водой. То обстоятельство, что законы геотерміи въ пещерахъ хотя и нарушены, но не въ столь

значительной степени, какъ этого можно было бы ожидать, говорить, по мнѣнію Грунда, въ пользу незначительной трещиноватости известняковъ въ карстовыхъ странахъ.

Многочисленные цифровыя данныя, подтверждающія это положеніе можно найти у Мартеля, въ „Les Abîmes“, стр. 561, у Грунда, въ его „Morphologie“, у Краммера въ „Eishöhlen und Windröhren-Studien“, въ журналѣ „Spelunca“ и т. д. Поэтому я останавливаюсь только на нѣкоторыхъ деталяхъ и примѣрахъ изъ Крымскаго карста.

Въ естественныхъ и эрозіонныхъ шахтахъ, а также въ пещерахъ, имѣющихъ форму мѣшка, лѣтомъ наблюдается анатермія, т.-е. температура возрастаетъ кверху, зимой, катотермія, напр., въ шахтѣ Качна-Яма:

	t лѣтомъ.	t зимой.
на глубинѣ 70 м.	+ 9°	— 1°,0
„ 100 „	+ 5°, + 7°	+ 1°,2
„ 213 „	+ 5°	+ 2°,1

Большая часть естественныхъ шахтъ, изслѣдованныхъ Мартелемъ, относятся къ тому же типу. То же самое наблюдается, какъ это мы видѣли въ предыдущей главѣ, въ пещерахъ-ледникахъ.

Распределеніе температуры во всѣхъ этихъ случаяхъ зависитъ, слѣдовательно, отъ проникновенія въ глубину холоднаго, зимняго воздуха, но, кромѣ того, также и отъ нагрѣванія собственной теплотой земли.

Въ эрозіонныхъ шахтахъ значительной глубины, состоящихъ изъ сложной сѣти узкихъ горизонтальныхъ и вертикальных ходовъ, правильность распределенія температуры иногда нарушается, такъ какъ суженія каналовъ затрудняютъ циркуляцію воздуха и вызываютъ мѣстные минимумы и максимумы температуръ, какъ это, напримѣръ, наблюдалось въ Требичскомъ гротѣ.

Глубина.	t 25 іюля 1897 г. 11—13 pm.	t 3 янв. 1897 г. 4—6 pm.
о (наружный воздухъ)	30°,0	10°,5
5 м.	20°,0	7°,0
25 „	17°,0	10°,0
50 „	17°,0	10°,5
75 „	15°,0	13°,0
100 „	15°,5	14°,5
125 „	16°,0	13°,0
150 „	16°,0	13°,0

Глубина.	t 25 июля 1897 г. 11—13 рм.	t 3 янв. 1897 г. 4—6 рм.
200 м.	15 ⁰ ,0	14 ⁰ ,5
273,5 м.	14 ⁰ ,5	12 ⁰ ,0
320 м. надъ водой	14 ⁰ ,5	12 ⁰ ,0
Температура воды	15 ⁰ ,0	8 ⁰ .

Здѣсь наиболѣе суженныя части находятся на глубинахъ въ 100 и 200 м. Слѣдуетъ отмѣтить минимумъ температуры на глубинѣ 75 м. лѣтомъ, вызываемый мѣшкообразнымъ расширеніемъ здѣсь грота, въ которомъ скопляется холодный воздухъ, стокъ котораго въ глубину затрудненъ имѣющимся ниже суженіемъ ¹⁾).

Въ общемъ, однако, измѣненіе температуры въ вертикальномъ направленіи слѣдуетъ правилу, т.-е. убываетъ съ глубиной лѣтомъ и возрастаетъ зимой. Пониженіе температуры зимой между глубинами 200—320 м. объясняется охлаждающимъ вліяніемъ воды. И зимой и лѣтомъ температура Требичскаго грота въ глубинѣ сравнительно слишкомъ высока, что объясняется затрудненной циркуляціей воздуха и вліяніемъ собственной теплоты земли.

Что касается различія температуръ воздуха и воды въ пещерахъ, то обыкновенно воздухъ нѣсколько теплѣе воды, напр.:

	t воздуха.	t воды.
Качна-Яма	11 ⁰ ,8	11 ⁰ ,5
Grotte de Tindul июль, 1891 г.	11 ⁰	10 ⁰ ,5
" " " 9 июля, 1893 г.	12 ⁰ ,3	11 ⁰ ,8
" de Balme	11 ⁰ ,8	11 ⁰ ,4

Это объясняется тѣмъ, что грунтовая вода охлаждена холодной водой, поступающей къ нимъ съ большой высоты.

Однако нерѣдки примѣры и обратнаго отношенія, въ особенности, когда въ пещерѣ протекаетъ рѣка, только что поглощенная пещерой. Такъ, въ галлерей, по которой протекаетъ рѣка Пойкъ, были отмѣчены температуры

	t воздуха.	t воды.	t наружнаго воздуха.
11 сент. 1850 г. въ 900 м. отъ входа	12 ⁰ ,9	13 ⁰ ,9	13 ⁰ ,9
9 сент. 1850 г. " 600 " " "	13 ⁰ ,1	14 ⁰	—
16 сент. 1893 г. " 2000 " " "	14 ⁰	16 ⁰	—
27 сент. 1893 г. (Черная Яма)	11 ⁰	12 ⁰ ,3	12 ⁰ ,8
27 сент. 1893 г. (Пивка Яма)	10 ⁰ ,6	12 ⁰ ,2	

¹⁾ Boegan. Le sorgenti d'Aurisina, стр. 92.

Воды поглощенныхъ рѣкъ, кромѣ того, обнаруживаютъ обыкновенно болѣе значительныя колебанія температуры, чѣмъ источники, питаемые грунтовой водой.

Но и температура источниковъ также подвержена колебаніямъ и, обычно, ниже средней годовой температуры мѣстности; такъ, средняя годовая температура источника Воклюзъ за періодъ 1876—92 г. была $12^{\circ},7$, тогда какъ средне-годовая температура воздуха за этотъ же періодъ $14^{\circ},05$, т.-е. на $1^{\circ},31$ выше. Для отдѣльныхъ годовъ имѣются слѣдующія данныя ¹⁾.

годъ.	t воздуха.	t источника.	разность.	Источникъ, откуда заимствованы цифры.
1881	$13^{\circ},4$	$12^{\circ},7$	$+ 0^{\circ},7$	Добрэ.
1886	$16^{\circ},4$	$13^{\circ},2$	$+ 3^{\circ},2$	Мартель.
1892	$16^{\circ},0$	$12^{\circ},7$	$+ 3^{\circ},3$	Мартель. Les Abimes, стр. 558.
1893	$18^{\circ},2$	$13^{\circ},2$	$+ 5^{\circ},0$	Spelunca II, стр. 38.
1895	$16^{\circ},2$	$13^{\circ},0$	$+ 3^{\circ},2$	Spelunca I, стр. 67.
1894	$15^{\circ},7$	$12^{\circ},9$	$+ 2^{\circ},8$	Spelunca II, стр. 88.
1896	$15^{\circ},3$	$13^{\circ},0$	$+ 2^{\circ},3$	Spelunca III, стр. 84.

Источники Симплонскаго туннеля имѣли температуры 11° и 19° , вмѣсто 35° и 38° , какъ это слѣдовало бы по законамъ геотерміи. Даже на значительной глубинѣ, слѣдовательно, известнякъ остается холодной породой вслѣдствіе сравнительно легкаго доступа въ глубину холоднаго воздуха и просасывающей воды.

Въ этихъ температурахъ сказывается результатъ борьбы между охлажденіемъ, вносимымъ извнѣ, и собственной теплотой земли.

Среднія температуры мѣстностей, гдѣ происходитъ поглощеніе воды 3° и 5° , температуры, соотвѣтствующія геотерміи 35° и 38° , наблюдаемыя температуры 11° и 19° ²⁾.

По отношенію къ источникамъ Крыма Ю. Листовымъ ³⁾ было высказано положеніе, что эти источники изотермальны, т.-е. имѣютъ постоянную температуру, соотвѣтствующую средней годовой температурѣ того мѣста, гдѣ они выходятъ.

Если бы это положеніе было вѣрно, то оно противорѣчило бы выводамъ всей литературы, посвященной карсту. Не трудно, однако, убѣдиться, что въ самомъ приѣмѣ, при помощи котораго

¹⁾ Grund. Morphologie, стр. 153.

²⁾ Martel. L'évolution souterraine, стр. 140.

³⁾ Ю. Листовъ. Физико-географическія изслѣдованія въ Таврическихъ горахъ. Изв. Импер. Геогр. Общества т. XXVIII.

Листовъ приходитъ къ своему заключенію, таится источникъ ошибки. Именно, принявъ за базу среднюю годовую температуру южнаго берега Крыма и опредѣливъ ее изъ наблюдений, производившихся въ Севастополѣ, Ялтѣ и Карабахѣ, въ $12,7^{\circ}$ на высотѣ 50 метровъ, Листовъ опредѣляетъ аэротермическій градусъ, т.-е. среднее пониженіе температуры для южнаго склона Таврическихъ горъ на каждые 100 метр., изъ сравненія температуры воздуха на южномъ берегу Крыма съ температурой ключей, находящихся на различныхъ высотахъ. Другой приемъ для опредѣленія аэротермическаго градуса, примѣненный также Листовымъ, заключается въ непосредственномъ сравненіи температуръ ключей, вытекающихъ на точно опредѣленныхъ высотахъ. Получивъ первымъ приемомъ величину $0^{\circ},64$, а вторымъ $0^{\circ},66$, Листовъ беретъ среднее, равное $0^{\circ},65$. Вотъ этой-то величиной, помножая ее на $\frac{h \text{ (высоту)}}{100}$, онъ и пользуется для

опредѣленія средней годовой температуры воздуха въ мѣстѣ выхода источниковъ. Само собой разумѣется, что получаются температуры, весьма близкія къ температурамъ воды въ источникахъ, такъ какъ аэротермическій градусъ выведенъ какъ разъ изъ наблюденныхъ температуръ воды источниковъ.

Мы имѣемъ, слѣдовательно „Circulus vitiosus“, равно ничего не доказывающій. Если не получилось полного совпаденія температуръ, то только потому, что взята средняя изъ двухъ цифръ выведенныхъ различными способами.

Обращаясь къ фактическимъ даннымъ, мы увидимъ, что температуры источниковъ, относительно которыхъ имѣются болѣе или менѣе многочисленныя наблюденія, вовсе не постоянны, хотя колебанія температуръ въ нихъ и не велики.

Такъ, для источника Аяна имѣемъ:

У Кеппена	$9^{\circ},1-9^{\circ},4$
Дюбуа де Монперё 1832 г.	10°
Головкинскаго	$9^{\circ},2$
Листова, 7 сент. 1888 г. 12 h 40 pm. . .	$9^{\circ},2$
Крубера, 24 іюня 1908 и 6 іюля 1913 г. .	$9^{\circ} - 9^{\circ},2$
Двойченко отъ 10 мая по 6 іюля 1904 г. .	$9^{\circ},2 \text{ (minimum)}-10^{\circ},8 \text{ (maximum)}$.

П. А. Двойченко производилъ ежедневныя наблюденія отъ 10 мая по 31 декабря 1904 г., съ небольшимъ перерывомъ съ 6 іюля по 10 августа. Измѣренія производились отъ 10 мая по 1 іюля въ самомъ

источникѣ, съ 10 августа по 29 ноября у водослива, а 29 ноября измѣренія были снова перенесены въ самый источникъ. Съ 10 августа по 31 декабря не производилось отчета десятыхъ долей градуса. Все это дѣлаетъ данныя Двойченко мало пригодными для вывода законности годового хода температуры.

Тѣмъ не менѣе мы вычертили кривыя измѣненія температуры наружнаго воздуха и температуры источника отъ одного наблюденія къ другому. Такъ какъ наблюденія производились въ разные часы дня (безъ всякаго выбора сроковъ наблюденія), то эти кривыя, конечно, въ очень малой степени пригодны для иллюстраціи измѣненія температуръ со дня-на-день и по сезонамъ, но все-таки онѣ даютъ понятіе: 1) о размѣрахъ колебаній температуры источника, 2) о соотвѣтствіи между измѣненіями температуры воздуха и температуры источника. Болѣе надежными являются наблюденія отъ 10 мая по 1-е іюля, когда они производились въ самомъ источникѣ и отсчитывались 10-ья доли градуса. Мы видимъ, что ходъ температуры источника почти соотвѣтствуетъ ходу температуры наружнаго воздуха. Только въ двухъ, трехъ случаяхъ паденіе температуры воздуха или его повышеніе не вызываетъ соотвѣствующихъ измѣненій въ источникѣ. Такое соотвѣтствіе въ ходѣ температуръ доказываетъ, что вышній воздухъ имѣетъ возможность вліять на температуру воды источника. На нашъ взглядъ, сравнительно незначительная глубина залеганія подземныхъ каналовъ, около ихъ выхода на поверхность въ гротѣ источника, является главной причиной такой слабой защищенности источника отъ воздѣйствія наружнаго воздуха. Максимумъ температуры за этотъ промежутокъ времени былъ $10^{\circ},8$, минимумъ $9^{\circ},2$, амплитуда, слѣдовательно, $1^{\circ},6$ — довольно значительная. Температура воздуха за исключеніемъ 13-го мая, 3 ч. по полудни и 15 мая, 7 ч. вечера была постоянно выше температуры источника.

Въ періодъ времени отъ 6 августа по 30 декабря не дѣлалось отсчетовъ десятыхъ долей градуса; поэтому естественно, что кривыя обнаруживаютъ менѣе измѣненій и имѣютъ болѣе плавное теченіе. Температура источника колеблется между 10° и 12° .

Отъ 1 іюля до 7 октября температура источника только одинъ разъ, именно 23 сентября, оказалась выше температуры воздуха. Наиболѣе высокой температуры источникъ достигъ въ августѣ, именно

12° (14, 28 и 29 августа). Быть может, отсчеты температур за весь этот период, т.-е. от 6 авг. по 29 ноября, получились несколько преувеличенными, так как они измѣрялись у водослива, так что вышнія вліянія могли сказываться сильнѣе, повышая или понижая температуру. Однако, то обстоятельство, что температуры и въ теченіе ноября, когда она измѣрялась у водослива, и въ теченіе декабря, когда она измѣрялась въ источникѣ, оказалась все время равной 10°, показываетъ, что это вліяніе, во всякомъ случаѣ, незначительно. (Часть кривой за ноябрь опущена, такъ какъ мною не были записаны температуры наружнаго воздуха). Начиная съ 7-го октября, температура источника все чаще оказывается выше температуры воздуха, а въ концѣ октября, въ ноябрѣ и декабрѣ это дѣлается правиломъ. Съ начала октября также уменьшаются колебанія температуры источника (10°—11°), а съ 21 октября по 31 декабря температура воды источника была равна все время 10° (безъ отсчета десятыхъ долей).

Интересно сопоста-



Рис. 103. Кривая измѣненій температуры воздуха и воды источника Аяла за промежутокъ времени отъ 10 мая по 31 дек. 1904 г.

вить вычисленные нами среднія мѣсячныя температуры источника:

Май	9°,5
Іюнь	9°,8
.	
Августъ	10°,7
Сентябрь	10°,7
Октябрь	10°,2
Ноябрь	10°
Декабрь	10°

Изъ этой таблицы видно, что наиболѣе высокая температура источника въ августѣ и въ сентябрѣ. На первый взглядъ кажется страннымъ, что температура въ октябрѣ, ноябрѣ и декабрѣ выше, чѣмъ въ маѣ и іюнѣ. По всей вѣроятности, это объясняется тѣмъ, что въ маѣ и даже въ іюнѣ еще таетъ снѣгъ въ естественныхъ шахтахъ и ямахъ Чатырдага и поступающія въ изобиліи черезъ трещины талыя воды понижаютъ температуру. Въ ноябрѣ и въ особенности въ декабрѣ точно также выпадаетъ снѣгъ, но большая часть его не таетъ, а остается лежать до слѣдующей весны.

Само собой разумѣется, что дѣйствительная средняя мѣсячная температура за мѣсяцы, начиная отъ августа, будетъ еще нѣсколько выше, такъ какъ не приняты десятые доли градуса.

Приведемъ еще нѣкоторые данныя о температурахъ наиболѣе извѣстныхъ источниковъ Крыма.

Пещерная рѣка въ пещерѣ Харанлыхъ-хоба по наблюденіямъ разныхъ авторовъ имѣла температуры:

Петровъ, апрѣль 1911 г.	9°,37
Круберъ, 6 іюня 1913, 12 ч. д.	9°,5
Петровъ, сентябрь 1911 г.	10°

Озеро тамъ же.

Петровъ, апрѣль 1911 г.	6°,2
Листовъ, 8 сент. 1888 г.	8°,5

Истокъ рѣки Черной.

Круберъ, 30 мая 1913 г.	9°,8
Головкинскій, 28 іюня	9°,8
Круберъ, 19 авг. 1912 г.	10°.

Истокъ рѣки Суукъ-су.

Круберъ, 30 мая 1913 г.	8°,9
Головкинскій, іюнь	9°,6

Истокъ Біюкъ-Карасу (лѣвый).

Круберъ, 7 іюня 1913 г.	10 ⁰ ,2
„ конецъ іюля 1911 г.	10 ⁰ ,4

Источникъ Савлухъ-су (въ Косьмодемьянскомъ монастырѣ)

Головкинскій	7 ⁰ ,4
Кёппенъ	7 ⁰ ,5

Фонтанъ въ деревнѣ Кизиль-ташъ.

Кёппенъ, 22—23 іюня 1837 г.	12 ⁰ ,9—13 ⁰ ,5
Головкинскій, сентябрь	14 ⁰

Источникъ Суукъ-су.

Кёппенъ, январь 1834 г.	11 ⁰ ,2—12 ⁰ ,2
„ сентябрь 1833 г.	13 ⁰ ,8.

Такихъ сопоставленій можно было бы привести еще цѣлый рядъ, такъ какъ у Педекаса-Головкинскаго ¹⁾ и у Кёппена ²⁾ имѣются многочисленныя наблюденія надъ температурой источниковъ. Но и приведенныхъ примѣровъ достаточно, чтобы доказать, что температура источниковъ въ Крыму *относительно непостоянна*.

Убѣжденіе въ ея постоянствѣ могло получиться въ силу того, что: 1) большая часть измѣреній падала на лѣтніе и осенніе мѣсяцы, 2) измѣренія почти не производились зимой и въ началѣ весны, и 3) потому что колебанія температуры не особенно велики. Въ нашей таблицѣ температуры (апрѣль—сентябрь) сопоставлены въ этомъ именно порядкѣ, и мы видимъ, что во всѣхъ источникахъ температура тѣмъ выше, чѣмъ позднѣе производилось наблюденіе. То же самое показываютъ и наблюденія Двойченко въ Аянскомъ источникѣ за періодъ времени 10 мая—1 сентября.

Что касается до среднихъ годовыхъ температуръ источниковъ, то онѣ, конечно, должны обнаруживать менѣе значительныя колебанія, но точныхъ цифръ привести мы не можемъ за неимѣніемъ продолжительныхъ наблюденій.

Сравнительно небольшія колебанія температуры въ источникахъ Крыма указываютъ на то, что воды ихъ имѣютъ въ общемъ далекое происхожденіе, что онѣ болѣе продолжительное время движутся подъ землей, чѣмъ на поверхности, и что трещиноватость

¹⁾ Головкинскій. Источники Чатырдага и Бабугана. Прилож. къ отчету гидрогеолога Таврической Земской Управы за 1893 г.

²⁾ Kerpen. Ueber die Temperatur von 130 Quellen der Taurischen Halbinsel Mémoires de l'Académie des Sciences, mathem. Serie VI, t. II, p. 383—421.

(а также объемъ полостей) не особенно велики. Болѣе непостоянную температуру имѣютъ тѣ изъ источниковъ, у которыхъ водонепроницаемый слой лежитъ неглубоко отъ поверхности.

Другое положеніе Листова, что температура источниковъ равна средней годовой температурѣ мѣстности, отчасти опровергается уже непостоянствомъ температуры источниковъ.

Но быть можетъ средняя годовая температура источниковъ соответствуетъ средней годовой температурѣ воздуха въ мѣстѣ ихъ выхода?

Однако, и этому противорѣчитъ то обстоятельство, что источники, выходящіе на болѣе низкомъ уровнѣ, имѣютъ иногда болѣе низкую температуру, по сравненію съ вышележащими.

Въ таблицѣ самаго Листова ¹⁾, включающей всего 13 источниковъ, такой противорѣчающій его выводу случай наблюдается 5 разъ:

			Дѣйствительная раз- ность температуры.	Разность темпера- туръ, которая дол- жна была бы быть по Листову.	Отклоненіе отъ нор- мы.
1)	Источникъ Ай-Юрій 461 м.	90,9	— 0,2	+ 0,2	0,4
	„ Ай-Эндиръ 490 м.	100,1			
2)	„ Кучукъ-Узень 512 м.	90	— 0,9	0	0,9
	„ Парткуль 516 м.	90,9			
3)	„ Шакеразъ 517 м.	90,4	— 0,4	+ 0,2	0,6
	„ Ключъ-Анастасія 566 м.	90,8			
4)	„ Кесканенголю 725 м.	70,1	— 0,1	+ 0,9	1
	„ Бурчу 865 м.	70,2			
5)	„ Кесканенголю 725 м.	70,1	— 0,9	+ 0,5	2,4
	„ Бурчу 865 м.	70,2	— 0,8	+ 0,6	1,4
	„ Талханъ-чокракъ 954 м.	60,8			
	„ Саргунъ 957 м.	80	— 1,2	0	1,2

При этомъ нельзя предполагать, чтобы это зависѣло исключительно отъ неточностей наблюденія, такъ разности противъ того, что слѣдовало бы по теоріи въ 3 случаяхъ превышаютъ 1 (1; 2,4; 1,4; 1,2).

Поэтому и послѣдній выводъ Листова надо признать мало обоснованнымъ.

¹⁾ Листовъ, *ibidem*.