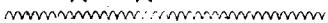


Год издания 34-й.



**МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК,**  
издаваемый  
**МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ КОМИССИЕЙ**  
**РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА.**

Том **XXXIV.**

**1924.**

**I. Статьи.**

№ 29720

**ЛЕНИНГРАД.**  
**1924.**

# ОГЛАВЛЕНИЕ.

Стр

1. С. Савинов. К вопросу о суточном ходе напряжения солнечной радиации в различных частях спектра . . . . .	3
2. В. Н. Оболенский. Распределение температуры в нижних слоях воздуха . . . . .	9
3. С. Бастамов и П. Некрасов. К изучению метеорологических условий прилежащих к земле слоев атмосферы . . . . .	21
4. Б. Орлов. К вопросу о распределении температуры и влажности воздуха в слоях, прилегающих к поверхности песка . . . .	29
5. А. Шенрок. К вопросу о наибольших и наименьших суточных средних температурах . . . . .	31
6. Е. Мальченко. Изменчивость температуры в Крыму по наблюдениям в Салгирке, Кучук-Тотайкое и Ялте . . . . .	35
7. А. Рождественский. Сравнение показаний максимального термометра с показаниями термографа Ришара и выяснение величины погрешности, допускаемой при определении максимальных температур по срочным наблюдениям . . . . .	38
8. С. Небольсин. Наблюдения над температурой почвы . . . . .	41
9. П. Колосков. К методике наблюдений над температурой почвы во влажных подвижных грунтах . . . . .	46
10. Л. Рудовиц. Испарение снега . . . . .	50
11. Н. Калитин. О деформациях облачности во время полярных сияний . . . . .	52
12. П. А. Риттих. Облачные системы над Павловском в 1920 г. . .	58
13. Б. П. Вейнберг. Магнитная рябь . . . . .	66
14. В. Племянникова. Результаты наблюдений числа ионов и их подвижности в Сарыголе 18—24 авг. 1914 г., в ближайшие дни перед, после, а также и в день полного солнечного затмения 21 авг. 1914 г. . . . .	71
15. З. Шуйше. Метод изаллобар . . . . .	75
16. В. И. Арнольд-Алябьев. Служба ледяных извещений в связи с работою ледоколов в Финском заливе, ее цель и задачи	91

С. С. С. Р.

Пролетарки всех стран, соединяйтесь!

Год издания 54-й.

— — — — —

# МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТИК,

издаваемый

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ КОМИССИЕЙ  
РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА.

— — — — —  
Том XXXIV.

1924.

I. Статьи.

ЛЕНИНГРАД.  
1924.

СОВЕТСКАЯ  
РЕПУБЛИКА

Отпечатано  
в типографии Морск. Ведомства,  
зд. Главн. Адмиралтейства.  
Тираж 750 экз. — 6 л.  
Ленинградский Гублит № 16365.

## К вопросу о суточном ходе напряжения солнечной радиации в различных частях спектра.

Как известно, для узких (монохроматических) пучков спектра с достаточной точностью приложима формула Буге:  $q_\lambda = a_\lambda r_\lambda^m$ , где, в применении к солнечному излучению,  $a_\lambda$  означает напряжение пучка лучей с длиной волны  $\lambda$  вне земной атмосферы (сумма  $a_\lambda$  по всем длинам волн  $= A$ ... солнечной постоянной);  $r_\lambda$  — соответствующий коэффициент прозрачности;  $m$  — длину пути лучей по атмосфере и  $q_\lambda$  — напряжение пучка после прохождения по атмосфере.

Величины  $a_\lambda$  и  $r_\lambda$  в течение целого ряда лет тщательно определялись американскими исследователями помощью спектроболометрических наблюдений, произведшихся в Вашингтоне, в Калифорнии, в Чили, в Алжире. Из этих величин —  $a_\lambda$  подвержены лишь малым колебаниям со временем и могут быть приняты за постоянные при решении многих актинометрических вопросов (сумма  $a_\lambda$  по всем  $\lambda = A = 1.93$  калор. на кв. см. в мин.). Величины  $r_\lambda$  колеблются в более широких пределах в зависимости от состава атмосферы, меняющегося по месту и времени (главным образом в отношении содержания водяных паров, пыли и дыма).

Что касается величины  $m$ , то, как известно, она с достаточной точностью выражается помощью высоты солнца над горизонтом  $h$ , именно  $m = \frac{1}{\operatorname{sn} h}$ , где  $\operatorname{sn} h = \operatorname{sn} \phi \operatorname{sn} \delta + \operatorname{cs} \phi \operatorname{cs} \delta \operatorname{ct} t$ , т. е. зависит от места (широта  $\phi$ ), времени года (склонение солнца  $\delta$ ) и часа дня (часовой угол  $t$ ).

Если бы величины  $r_\lambda$  можно было принять за постоянные, подобно величинам  $a_\lambda$ , то вычисленные по формуле  $q_\lambda = a_\lambda r_\lambda^m$  величины  $q_\lambda$  были бы постоянными для данного места, времени года и часа дня, чего на самом деле нет ввиду непостоянства  $r_\lambda$ .

Однако, если мы воспользуемся такими величинами  $r_\lambda$ , которые определены для условий, примерно, среднего характера, то к полученным постоянным  $q_\lambda$  будем иметь право относиться так же, как мы относимся к разного рода средним или нормальным климатологическим данным. Приняв, например, за постоянные те величины  $r_\lambda$ , которые определены из наблюдений в Вашингтоне, т. е. в месте, расположенном не высоко над уровнем моря, с умеренным запылением атмосферы и с умеренною влажностью,

получим вычислением по вышеприведенной формуле такие величины  $q_\lambda$ , которые позволяют вывести целый ряд средних актинометрических соотношений для разных широт, времен года и дня.

Далее, если из данных для Вашингтона воспользуемся не средними величинами  $r_\lambda$ , а теми крайними, которые там встречаются при разных условиях, то получим понятие и о колебаниях  $q_\lambda$ , точно так же как мы судим о колебаниях, например, температуры из сравнения средних ее значений с крайними.

Наконец, вводя в формулу величины  $r_\lambda$ , наблюдавшиеся на горах Wilson (1700 м.) и Whitney (4400 м.), найдем среднюю зависимость  $r_\lambda$  от высоты места.

Как видим, помошью этого материала можно изложить в курсе Метеорологии целую главу по актинометрии.

Не останавливаясь на подробностях вычислений, ограничиваемся лишь, в качестве примера, приведением результатов, относящихся к суточному ходу напряжения солнечной радиации в различных частях спектра.

Из всего спектра ограничимся рассмотрением лишь части от 390 $\mu\mu$  до 800 $\mu\mu$ , что представляет собой светлую часть с ближайшими участками ультракрасных и ультрафиолетовых лучей. Распределяя эти лучи на 4 участка—сине-фиолетовой от 390 до 470, зелено-голубой от 470 до 550 $\mu\mu$ , желтый от 550 до 650 $\mu\mu$  и красный от 650 до 800 $\mu\mu$ , получим для напряжения радиации этих участков при разных высотах солнца результаты, помещаемые в нижеследующих табличках.

## I. Распределение энергии в светлой части солнечного спектра при разных высотах солнца<sup>1)</sup>.

Высоты солнца $h^\circ$	Соответст. в величины $m$	1. В калориях на кв. сант. в мин.						Сумма	
		Части спектра.							
		Синефиолет.	Зеленоголуб.	Желтая.	Красная.				
		390 — 470	— 550	— 650	— 800	390 — 800 $\mu\mu$			
2	19.8	0.000	0.000	0.002	0.009		0.011		
3	15.4	0	2	5	19		26		
4	12.4	1	4	11	32		48		
5	10.4	2	7	19	45		73		

<sup>1)</sup> Вычислено по данным о спектре солнечной энергии вне атмосферы (величины  $a_\lambda$ ) и по средним величинам коэффициентов прозрачности  $r_\lambda$  для Вашингтона. Из Ann of the Astrophys. Observ. of the Sm. Inst. Том III, стр. 197—198. Как указано выше, к участкам «сине-фиолетовому» (390—470  $\mu\mu$ ) и «красному» (650—800  $\mu\mu$ ) причислены ближайшие темные ультрафиолетовые и ультра-красные лучи, так что названия участков и название всей суммы «светлой»—условны. При вычислении спектров для разных  $h$  большие полосы поглощения не прияты в расчет, но эти полосы поглощения имеют большое значение не в светлой, а преимущественно в темной ультракрасной части, которая здесь не рассматривается.

Высоты солнца $h^{\circ}$	Соответст. в величины. $m$	1. В Калориях на кв. сант. в мин.						Сумма. Вся светлая.			
		Части спектра.									
		Синефиолет.	Зеленоголуб.	Желтая.	Красная.						
		390	—	470	—	550	—	650	—	800	390 — 800 мк
7	7.8	0.005		0.018		0.038		0.073		0.134	
10	5.6	15		40		66		109		230	
15	3.8	35		74		103		151		363	
20	2.9	52		98		129		176		455	
30	2.0	86		136		164		210		596	
40	1.6	108		158		185		227		678	
50	1.3	124		174		198		240		736	
60	1.2	134		184		204		246		768	
70	1.1	138		188		209		250		785	
80	1.0	142		191		211		251		795	
90	1.0	143		192		213		252		800	

Высоты солнца	2. В % от максимальной величины при $h = 90^{\circ}$ .					3. В % от всей светлой части.				
	Части спектра.					Части спектра.				
	$h$	Сине- фиолет.	Зелено- голубая.	Желтая.	Красная.	Вся светлая.	Сине- фиолет.	Зелено- голубая.	Желтая.	Красная.
2	0	0	1	4	1	1	0	0	18	82
3	0	1	2	8	3	3	0	8	19	73
4	1	2	5	13	6	6	2	8	23	67
5	1	4	9	18	9	9	3	9	26	62
7	3	9	18	29	17	17	4	13	28	55
10	10	21	31	43	29	29	7	17	29	47
15	24	39	48	60	45	45	10	20	28	42
20	36	51	61	70	57	57	11	22	28	39
30	60	71	77	83	75	75	14	23	28	35
40	76	82	87	90	85	85	16	23	27	34
50	87	91	93	95	92	92	17	23	27	33
60	94	96	96	98	96	96	17	24	27	32
70	97	98	98	99	98	98	17	24	27	32
80	99	99	99	100	99	99	18	24	26	32
90	100	100	100	100	100	100	18	24	26	32

## II. Распределение энергии в светлой части солнечного спектра в суточном ходе (калор. на кв. см. в мин.) \*).

Часы t	Полдень.	1	2	3	4	5	$\frac{h}{6_p}$	Полдень.	1	2	3	4	5	$\frac{h}{6_p}$	
		.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	
1) $\varphi = 0^\circ$ (экватор), $\delta = 0^\circ$ (равноденствие)								2) $\varphi = 0^\circ$ , $\delta = \pm 23^\circ 27'$ (солнцестоян.)							
Высоты солнца $h^\circ$	90.0	75.0	60.0	45.0	30.0	15.0	0	66.6	62.5	52.8	40.0	27.3	13.8	0	
Син.	0.143	0.140	0.134	0.116	0.086	0.034	0	0.137	0.135	0.127	0.108	0.078	0.030	0	
Зелен.	192	190	184	166	136	74	0	188	186	177	158	127	67	0	
Желт.	213	210	204	193	164	103	0	207	206	200	185	156	95	0	
Красн.	252	251	246	234	210	151	0	248	247	242	227	203	143	0	
Светл.	0.800	0.791	0.768	0.709	0.596	0.362	0	0.780	0.774	0.746	0.678	0.564	0.335	0	
3) $\varphi = 45^\circ N$ , $\delta = 0$								4) $\varphi = 45^\circ N$ , $\delta = -23^\circ 27'$ (зимн. солнцест.)							
$h^\circ$ :	45.0	43.0	37.2	29.6	20.7	10.6	0	21.6	20.2	16.3	10.0	2.5	0		
Син.	0.116	0.113	0.103	0.084	0.055	0.018	0	0.059	0.053	0.040	0.015	0.000	0		
Зелен.	166	164	153	134	101	44	0	105	99	81	40	1	0		
Желт.	193	190	180	168	132	71	0	136	130	112	66	3	0		
Красн.	234	232	223	209	180	116	0	184	178	158	109	14	0		
Светл.	0.709	0.699	0.659	0.590	0.468	0.249	0	0.484	0.460	0.391	0.230	0.018	0		
5) $\varphi = 60^\circ N$ , $\delta = 0$								6) $\varphi = 60^\circ N$ , $\delta = -23^\circ 27'$							
$h^\circ$ :	30.0	29.1	25.9	20.9	14.7	7.6	0	6.6	5.8	3.2	0				
Син.	0.086	0.083	0.074	0.056	0.033	0.006	0	0.004	0.003	0.000	0				
Зелен.	136	133	122	102	72	22	0	16	11	2	0				
Желт.	164	161	152	133	101	44	0	34	26	6	0				
Красн.	210	208	199	181	149	80	0	68	57	22	0				
Светл.	0.596	0.585	0.547	0.472	0.355	0.152	0	0.122	0.097	0.030	0				

7)  $\varphi = 45^\circ N$ ,  $\delta = 23^\circ 27'$  (летнее солнцестояние).

t	Полдень	1	2	3	4	5	6	7	8	$\frac{h}{9_p}$
		.	.	.	.	.	.	.	.	.
$h^\circ$ : . . . .	68.4	65.2	57.5	47.3	37.2	26.7	16.3	6.5	0	
Син. . . . .	0.138	0.136	0.132	0.120	0.103	0.077	0.040	0.004	0	
Зелен. . . . .	188	187	182	170	153	124	81	15	0	
Желт. . . . .	209	207	203	196	180	154	112	33	0	
Красн. . . . .	250	248	245	237	221	201	158	66	0	
Светл. . . . .	0.785	0.778	0.762	0.723	0.657	0.556	0.391	0.118	0	

\*) Разница расстояний земли от солнца в годовом ходе не принята в расчет.

8)  $\varphi = 60^\circ\text{N}$ ,  $\delta = 23^\circ 27'$ .

$t$	Полдень.	1	2	3	4	5	6	7	8	$\frac{h}{p}$
h: . . . . .	53·5	51.9	47.9	42.0	35.0	27.6	20.1	13.1	6.6	1.0
Син. . . . .	0.128	0.126	0.120	0.112	0.098	0.080	0.051	0.027	0.004	0.000
Зелен. . . . .	178	176	171	162	149	128	99	62	16	0
Желт. . . . .	201	200	197	188	175	157	130	90	34	0
Красн. . . . .	243	242	238	230	219	204	177	138	68	3
Светл. . . . .	0.750	0.744	0.726	0.692	0.641	0.569	0.457	0.317	0.122	0.003

9) Суточные суммы в калориях на кв. см.

	$\delta:$	Экватор			$\varphi = 45^\circ\text{N}$			$\varphi = 60^\circ\text{N}$		
		$23^\circ 27'$	0	$-23^\circ 27'$	$23^\circ 27'$	0	$-23^\circ 27'$	$23^\circ 27'$	0	$-23^\circ 27'$
Син. . . . .		66	70	66	82	52	17	82	35	1
Зелен. . . . .		97	102	97	121	81	33	126	63	2
Желт. . . . .		113	118	113	143	100	45	153	81	6
Красн. . . . .		142	146	142	180	129	66	197	111	14
Светл. . . . .		418	436	418	526	362	161	558	290	23

10) Тоже в % от всей светлой части.

Син. . . . .		16	16	16	16	14	11	15	12	4
Зелен. . . . .		23	23	23	23	22	20	23	22	9
Желт. . . . .		27	27	27	27	28	28	27	28	26
Красн. . . . .		34	34	24	34	36	41	35	38	61

Числа таблицы I 1) выражающие  $q_\lambda$  в зависимости от  $h$ , являются тем основным материалом, из которого можно получить все дальнейшие выводы, касающиеся распределения  $q_\lambda$  по месту и времени, при оговоренном выше допущении, что эти числа  $q_\lambda$  относятся к высотам  $h$  для всякого места и времени.

Данные таблицы I 2) количественно иллюстрируют известное соотношение, именно что при больших высотах солнца напряжение радиации мало изменяется с высотой солнца: при возрастании  $h$  от  $50^\circ$  до  $90^\circ$  напряжение радиации по участкам спектра синему, зеленому, желтому и красному увеличивается соответственно на  $13\%$ ,  $9\%$ ,  $7\%$  и  $5\%$ ; для всей светлой части—на  $8\%$ .

Вместе с тем таблица I 3) показывает, что при тех же больших высотах солнца относительный спектральный состав пучка светлых солнечных лучей в пределах  $1\%$  остается неизменным.

Таким образом, под широтой  $60^\circ\text{N}$ , где около времени летнего солнцестояния в полдень бывают высоты солнца более  $50^\circ$ , как напряжение, так и спектральный состав пучка светлых лучей солнца в это время не существенно отличаются от того, что наблюдается в тропических странах, где высота солнца доходит до  $90^\circ$ .

Из тех же таблиц видно, насколько быстро изменяется как напряжение, так особенно и спектральный состав при малых высотах солнца. В следующей табличке сопоставлены изменения, соответствующие возрастанию высоты на  $20^{\circ}$  как при малых  $h$  (от  $0^{\circ}$  до  $20^{\circ}$ ), так и при больших (от  $70^{\circ}$  до  $90^{\circ}$ ).

Участки спектра Син. Зелен. Желт. Красн. Светл.

Увеличение $Q\lambda$ при воз- растании $h$ на $20^{\circ}$ .	от $0^{\circ}$ до $20^{\circ}$	36	51	60	66	56	$\left. \begin{array}{l} \text{в \% от максим.} \\ \text{величины при} \\ h=90^{\circ}. \end{array} \right\}$
	$\rightarrow 70^{\circ} \rightarrow 90^{\circ}$	3	2	2	1	2	

Изменение состава при возрастании $h$ на $20^{\circ}$ .	от $0^{\circ}$ до $20^{\circ}$	11	22	10	— 43	—	$\left. \begin{array}{l} \text{в \% от всей} \\ \text{светлой части.} \end{array} \right\}$
	$\rightarrow 70^{\circ} \rightarrow 90^{\circ}$	1	0	1	0	—	

Известное явление, что при очень малых высотах солнца получает преобладание красный конец светлой части спектра, выражено в числах таблицы I 3): при высоте  $2^{\circ}$ — $3^{\circ}$  синефиолетовая часть отсутствует, а красная составляет  $70$ — $80\%$ . Из той же таблицы видно, что вследствие значительной быстроты изменений при малых  $h$  настолько большое преобладание красной части, что оно сопровождается явлением окрашенной зари, прекращается уже при небольших размерах высоты солнца: при  $h$  около  $9^{\circ}$  красный участок составляет не более  $50\%$  от всей светлой радиации.

В зависимости от широты места и времени года скорость изменения высоты солнца при восходе и закате различна, соответственно чему будет различна и продолжительность зари. Из таблиц II 1), 3) и 5) видно, что в день равноденствия высота солнца в течение часа перед закатом меняется на  $15^{\circ}$  под экватором, на  $10^{\circ}$  на широте  $45^{\circ}\text{N}$  и на  $7^{\circ}$  на широте  $60^{\circ}\text{N}$  (изменения того же размера будут в течение часа после восхода солнца). Напряжение и состав пучка светлых лучей будут в этих местах через 1 час после восхода или за 1 час. до заката соответственно различны (см. числа таблиц I 1), 2) и 3) для высот  $7^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$  и  $15^{\circ}$ ).

Для спектрофотометрических измерений имеет значение то постоянство состава при больших высотах солнца, о котором было упомянуто выше; из определения яркости какой либо одной составной части можно сделать заключения и о других и о всей светлой части. Как видно из таблицы I 3), для желтого участка ( $550$ — $650\mu\mu$ ) постоянство отношения ко всей светлой части сохраняется при больших и при малых высотах: от  $5^{\circ}$  до  $90^{\circ}$  желтая часть составляет  $26$ — $29\%$  всего светлого пучка.

В таблицах II 1)—8) даны примеры суточного хода напряжения рассматриваемых участков спектра на разных широтах в некоторые моменты года (от полудня до захода солнца в целые часы; те же данные в обратном порядке относятся к дополуденным часам).

Известное соотношение, что—в связи с малыми изменениями высоты солнца в околополуденные часы—сравнительно мало меняется и напряжение радиации в это время, численно выражено в данных таблицы II. Для летнего полугодия можно подсчитать, что в течение 6—9 околополуденных часов напряжение светлой радиации меняется в пределах  $20\%$ . Это относится ко всем широтам от  $60^{\circ}$  до экватора. Сообразно со сказанным ранее и как это видно из данных таблиц, мало разнится в это время на всех широтах также и спектральный состав.

В таблице II 9) и 10) подсчитаны суточные суммы по участкам спектра для тех же широт и времени года. Известные для полной радиации соотношения, именно равномерность в годовом периоде на экваторе, неравномерность на больших широтах, превышение суточных сумм на больших широтах сравнительно с экватором среди лета—все это численно выражено в данных таблиц 9) и 10) по отношению к участкам спектра. Из таблицы 10) видно, что и в суточных суммах за летние дни на всех широтах спектральный состав почти один и тот же.

Приведенные примеры показывают, что—для целей изложения общих средних соотношений в области солнечной радиации при ясном небе—предлагаемый материал вполне пригоден. Для полной радиации имеются и прямые наблюдения на разных широтах и в годовом ходе, но таких наблюдений немного. Что же касается спектрального состава, то получить о нем понятие в сколько нибудь полном и широком виде в настоящее время только и возможно указанным путем.

Заканчиваем повторением сказанного ранее, что пользуясь не только величинами  $r_\lambda$  для Вашингтона, но также и для высоко-расположенных пунктов; не только средними  $r_\lambda$ , но и крайними; наконец такими  $r_\lambda$ , которые можно определить соответственно действительным условиям (главным образом по содержанию паров воды в атмосфере),—получим результаты еще более близкие к действительности и дающие более подробное распределение радиации при разных условиях.

Что касается суточных, месячных, годовых сумм радиации при ясном небе, то пользуясь готовыми вычислениями таких сумм, как они даны например в известном труде А. Angot, и вводя туда соответствующие  $\alpha_\lambda$  и  $r_\lambda$ , получим распределение по широте и в годовом ходе сумм по отдельным участкам спектра.

C. Савинов.

## Распределение температуры в нижних слоях воздуха<sup>1)</sup>.

Вопросу о распределении температуры и влажности в нижних слоях воздуха, имеющему большое значение для сельского хозяйства и лесоводства, посвящен целый ряд исследований (Хамберг, Юхлин, Вольни, Высоцкий, Любославский, Рудовиц и др.). Однако большая часть этих работ не имела систематического характера и применявшаяся установки не всегда были достаточно надежными.

В виду этого, по предложению Лесного Отдела Государственного Института Опытной Агрономии, на Метеорологической Обсерватории Лесного Института были поставлены систематические наблюдения помошью психрометров Ассмана, а также термографов и гигрографов, установленных в английских будках и контролируемых психрометром; в срочные часы ( $7^h a$ ,  $1^h p$  и  $9^h p$ ) производились наблюдения по термометрам на поверхности почвы, покрытой низкорослой травой летом и на поверхности снегового покрова зимою, а затем помошью психрометров Ассмана на высоте 10 см.,

<sup>1)</sup> Извлечение из работы «Распределение температуры и влажности в нижних слоях воздуха», имеющей быть напечатанной в Трудах Гос. Инст. Оп. Агрономии.

## Т А Б

## Распределение температур

Месяц	7а					Почва.	10 см.	100 см.
	Почва.	10 см.	100 см.	2 м.	28 м.			
Январь . . . . .	— 6.38	— 5.81	— 5.79	— 5.68	— 5.00	— 4.85	— 4.94	
Февраль . . . . .	— 12.80	— 11.53	— 11.31	— 10.72	— 10.86	— 6.88	— 7.99	
Март . . . . .	— 13.58	— 12.17	— 11.36	11.25	— 10.41	— 2.72	— 4.94	
Апрель . . . . .	— 0.06	0.02	0.15	0.05	— 0.02	5 76	4.77	
Май . . . . .	13.78	8.85	8.53	7.89	7.76	27.89	15.53	
Июнь . . . . .	19.30	16.15	15.79	14.90	14.90	27.79	20.21	
Июль . . . . .	20.21	18.06	18.04	17.49	17.67	35.83	23.78	
Август . . . . .	13.95	16.68	12.77	12.35	12.45	20.44	16.98	
Сентябрь . . . . .	9.85	9.72	9.82	9.69	9.88	17.24	14.95	
Октябрь . . . . .	5.86	5.87	5.98	6.01	6.06	9.67	9.37	
Ноябрь . . . . .	0.94	0.57	0.74	0.89	0.81	2.16	1.91	
Декабрь . . . . .	6.80	6.46	— 6.49	6.32	6.52	— 5.62	— 5.76	
Зима . . . . .	— 8.66	— 7.93	— 7.86	— 7.57	— 7.76	— 5.78	— 6.23	
Весна . . . . .	0.05	— 1.10	— 0.89	— 1.10	— 0.89	10.31	5.12	
Лето . . . . .	17.82	16.76	15.53	14.18	14.24	28.02	20.32	1
Осень . . . . .	5.55	5.39	5.51	5.58	5.53	9.69	8.74	
Год . . . . .	3.69	3.28	3.07	2.76	2.79	10.56	6.99	
Амплитуды . . . . .	33.79	30.23	29.40	28.74	28.53	42.71	31.77	3

## А И.

ых высотах в срочные часы.

28 м.	9 р					Средняя.				
	Почва	10 см.	100 см.	2 м.	28 м.	Почва	10 см.	100 см.	2 м.	28 м.
- 5.24	- 6.18	- 5.64	- 5.59	- 5.50	- 5.55	- 5.80	- 5.46	- 5.37	- 5.40	- 5.56
- 8.07	- 13.53	- 11.67	- 10.99	- 10.51	- 9.55	- 11.07	- 10.40	- 10.06	- 9.73	- 9.45
- 5.20	- 10.53	- 8.87	- 7.79	- 7.46	- 7.01	- 8.94	- 8.66	- 7.89	- 7.89	- 7.54
4.31	- 0.42	0.36	- 0.94	1.50	2.08	1.76	1.72	2.01	2.09	2.12
12.57	7.76	6.14	6.89	7.49	8.13	16.48	10.17	9.88	9.60	9.49
18.07	16.61	13.09	13.85	14.42	15.30	21.23	16.48	16.38	16.05	16.09
22.04	19.71	16.06	16.47	16.97	18.11	25.25	19.30	19.28	19.07	19.27
16.03	14.76	12.17	12.42	12.67	13.92	16.42	15.08	13.92	13.83	14.13
14.02	10.64	10.05	10.38	10.61	10.78	12.58	11.57	11.64	11.62	11.56
8.68	6.93	7.29	7.54	7.79	7.72	7.49	7.51	7.61	7.68	7.49
1.84	1.18	1.08	1.22	1.26	1.31	1.45	1.19	1.37	1.40	1.32
- 5.85	- 6.50	- 5.98	- 5.95	- 5.92	- 5.75	- 6.31	- 6.07	- 6.06	- 5.99	- 6.07
- 6.39	- 8.74	- 7.76	- 7.51	- 7.16	- 7.60	- 7.73	- 7.54	- 7.19	- 6.95	- 7.25
3.79	- 1.06	- 0.79	0.01	0.51	1.07	3.10	1.08	1.30	1.27	1.32
17.63	17.06	13.77	14.25	14.69	14.78	20.97	16.95	16.53	15.75	15.55
8.19	6.25	6.14	6.38	6.55	6.60	7.16	6.76	6.87	6.90	6.79
5.81	3.38	2.84	3.28	3.65	4.11	5.87	4.37	4.30	4.17	4.15
30.11	33.24	27.73	27.16	27.48	27.66	36.32	29.70	29.34	28.80	28.72

100 см., 2 м. и 28 м. над почвою. Кроме того, на высоте 2 м. и 28 м. были установлены в английских будках термографы и гигрографы; для высоты в 28 м. была использована башня Метеорологической Обсерватории, причем будка была установлена на высоте 2 м. над крышей башни и отодвинута на 1 м. наружу от юго-восточного края крыши; при таких условиях влияние башни не могло в заметной мере сказываться на показаниях приборов. Наблюдения на высоте 2 м. и 28 м. были начаты с июля 1918 года, а наблюдения на высоте 10 и 100 см. с октября того же года; все эти наблюдения продолжались до конца октября 1920 года.

Что касается площадки для наблюдений, то она представляет собою довольно обширную поляну площадью около 1 десятины, окруженную почти со всех сторон довольно редкой растительностью. Почва поляны покрыта тонким, местами прерывающимся моховым покровом из сухолюбивых приземистых мхов; растительность средней густоты не образует сплошного дерна, слагаясь главным образом из двух растений: *Festuca ovina* и *Bromus inermis*; густые листья первого образуют нижний ярус в среднем около 10 см. над почвою; второе растение дает обильные нецветущие стебли, высотою до 40—50 см., равномерно распределенные, не образуя дерновин; наконец, отдельные цветущие стебли этого растения возвышаются до 100—110 см.

Таким образом наиболее густая растительность образует нижний ярус высотою около 10 см., а над ним второй значительно более редкий ярус в 40—50 см., и наконец отдельные стебли, достигающие 100—110 см.

Если составить средние месячные значения температуры для срочных часов на разных высотах, то получим числа, приводимые в таблице I. Из нее мы видим, что наибольшие колебания температуры в течение года имеют место у земной поверхности; здесь они достигают  $36^{\circ}32$ ; с высотою они значительно сглаживаются, на высоте 10 см. над почвою мы уже имеем годовую амплитуду в  $29^{\circ}70$ , далее она падает значительно медленнее и при поднятии на 28 м. она составляет  $28^{\circ}72$ . Таким образом годовые колебания температуры воздуха во всей рассматриваемой нами толще почты одинаковы и лишь в самом нижнем слое они значительно возрастают. Наиболее холодным месяцем на всех высотах оказывается февраль, наиболее теплым июль. Средняя годовая температура с высотою падает, причем на поверхности почвы она составляет  $5^{\circ}87$ , для 10 см. уже лишь  $4^{\circ}37$ , а для 28 м.  $4^{\circ}15$ ; таким образом годовая температура резко падает лишь для самого нижнего слоя; с 10 см. до 28 м. она падает всего лишь на  $0^{\circ}22$ . Падение температуры с высотою происходит вследствие резкого падения температуры летом, каковое не может компенсироваться значительно более слабым повышением температуры с высотою в зимнее время.

Обратимся теперь к отдельным часам суток. В час дня, когда вообще преобладает приток тепла над его расходом, в течение всего года более нагретой оказывается почва; в среднем годовом падение температуры от почвы до 10 см. составляет  $3^{\circ}57$ , а от 10 см. до 28 м.  $1^{\circ}18$ . Особенно большое падение температуры с высотою имеем в июле, причем от поверхности почвы до 10 см. температура падает на  $12^{\circ}05$ ; в дальнейшем до 28 м. она падает еще на  $1^{\circ}74$ ; таким образом даже и тут вертикальный температурный градиент превосходит  $6^{\circ}$  на 100 м. Здесь не может иметь место равновесие и должны образовываться мощные вертикальные течения. В то же время

в наиболее холодный месяц февраль в слое от 10 см. до 28 м. имеет место устойчивое равновесие и в среднем никаких вертикальных токов не может быть; нагревание возможно лишь путем теплопроводности от поверхности почвы, а также путем непосредственного поглощения лучистой энергии. Наибольшее падение температуры с высотою в час дня имеет место не в июле, а в мае, когда температура от почвы до 10 см. достигает  $12^{\circ}36$ , а в слое от 10 см. до 28 см.  $2^{\circ}96$ ; в это время года почва уже достаточно прогрелась, тогда как нагревание еще в недостаточной мере сообщилось воздуху.

Что касается вечерних часов ( $9^h p$ ), то в феврале почва на  $1^{\circ}86$  холоднее воздуха на высоте 10 см. и на  $3^{\circ}98$  холоднее воздуха на высоте 28 м. Летом наиболее нагретой даже в  $9^h p$  оказывается почва, причем температура воздуха на высоте 10 см. в июле на  $3^{\circ}65$  ниже температуры поверхности почвы; далее вверх температура с высотою повышается. Таким образом в июле в 9 час. вечера наиболее холодным оказывается нижний слой воздуха на некоторой высоте над почвою. То же имеет место с мая по сентябрь включительно. Указанное распределение температур сохраняется таким образом не только летом, но отчасти весною и осенью. Более того, несмотря на то, что зимою и раннею весною минимум переходит на поверхность почвы, тем не менее и в среднем годовом наиболее холодным в 9 ч. вечера оказывается слой воздуха на высоте 10 см.

Происходит это, очевидно, от того, что в данном случае наиболее охлаждающийся слой находится на некоторой высоте над почвою; очевидно, этим слоем является травяной покров, покрывающий поверхность почвы; покров этот, как указано выше, сравнительно не густой и нижний его ярус высотою около 10 см. В то время, как почва, защищенная этим покровом, охлаждается вследствие лучеиспускания сравнительно медленно, главное охлаждение сосредоточено у наружной поверхности наиболее густого яруса растительного покрова. Зимою и раннею весною, вплоть до мая месяца, пока почва не оделась травяным покровом, наиболее холодным в 9 час. вечера является слой воздуха, непосредственно соприкасающийся с поверхностью почвы; с начала же мая этот минимум переносится вверх. При этом воздух на высоте 10 см. оказывается в среднем в 9 час. вечера холоднее почвы: в мае на  $1^{\circ}62$ , в июне на  $3^{\circ}52$ , в июле на  $3^{\circ}65$ , в августе на  $2^{\circ}69$  и в сентябре на  $0^{\circ}59$ ; и в то же время он холоднее воздуха на высоте 28 м.—а мае на  $1^{\circ}99$ , в июне на  $2^{\circ}21$ , в июле на  $2^{\circ}05$ , в августе на  $1^{\circ}75$  и в сентябре на  $0^{\circ}75$ .

Указанные разности обнаруживают ясно выраженную связь с развитием растительного покрова: они начинают проявляться с появлением растительного покрова, и затем становятся все больше по мере развития растительности, достигая максимума в июле, после чего начинают уменьшаться. Подобного же рода распределение температур над травяной и древесной растительностью было обнаружено Г. А. Любославским, Л. Ф. Рудовицем Г. Н. Высоцким. Доказательством того, что обусловлено оно присутствием растительности являются наблюдения, произведенные над поверхностью, лишенной растительности и покрытой песком: на таком участке произведен ряд наблюдений на различных высотах помошью психрометров Ассмана, а также помошью минимальных термометров, причем наиболее холодной и в 9 час. вечера и в ночное время всегда оказывалась почва.

Обратимся теперь к утренним часам ( $7^{\text{h}}\text{a}$ ). В утренние часы вертикальное распределение температуры летом и зимой оказывается различным. Так, летом наиболее нагретой оказывается поверхность земли, по мере поднятия, температура падает, но при этом лишь до высоты 2 м., далее вверх в период июль—октябрь температура с высотою повышается. Объясняется это можно тем, что ночной режим, при котором температура с высотой повышается, постепенно после восхода солнца начинает сменяться дневным режимом, при котором температура с высотою понижается; к семи часам утра эта смена распространилась лишь до 2 м. высоты, далее же вверх господствует ночной режим.

Что касается зимнего полугодия, то в это время года наиболее холодной в 7 час. утра оказывается почва; по мере поднятия температура возрастает, но при этом лишь до 2 м. в декабре—марте, на высоте 2 м. получается максимум температуры, далее вверх температура падает: в апреле максимум опускается до 1 м. над почвой. Указанное распределение температуры объясняется, повидимому, тем, что в среднем зимою при значительной облачности Ленинграда сильное охлаждение вследствие ночного лучеиспускания ограничивается лишь незначительной толщиною. К этому вопросу мы еще вернемся ниже.

В виду того, что наиболее типичными в смысле распределения температуры должны быть ясные дни, в дальнейшем летние (май—август) и зимние (декабрь—март) наблюдения были разбиты на 3 группы по степени облачности; при этом за ясные дни были приняты дни со средней облачностью меньшей 2. За дни не вполне ясные со средней облачностью 2 и больше, но меньше 8, и за пасмурные дни — со средней облачностью 8 и больше.

Обратимся раньше всего к дневным наблюдениям: летом в ясные дни падение температуры с высотою выражено особенно резко; так, поверхность почвы почти на  $12^{\circ}$  теплее слоя воздуха на высоте 10 см., причем далее вверх на протяжении до 28 м. температура падает на  $1^{\circ}42$ . В дни не вполне ясные внизу падение в самом нижнем слое уменьшается до  $8^{\circ}24$ , но зато далее вверх падение идет еще более интенсивно, чем в ясные дни и в слое от 10 до 28 м. достигает  $2^{\circ}38$ ; таким образом, в эти дни конвекционные токи должны быть еще более интенсивны; эти интенсивные токи дают начало кучевым облакам, столь характерным в околополуденные часы летом при средней облачности. Наконец, в пасмурные дни также падение температуры настолько велико, что в состоянии дать вертикальные конвекционные токи.

Что касается зимы, то в дневные часы изменение температуры с высотою сравнительно мало. При всех степенях облачности, наиболее нагретой оказывается почва, далее вверх температура обычно слабо понижается, хотя в отдельных случаях для некоторых интервалов высот может иметь место и слабое повышение температуры.

Обратимся теперь к вечерним часам. В летнее время при всякой степени облачности наиболее холодным оказывается слой на высоте 10 см.; при ясной погоде он на  $3^{\circ}29$  холоднее почвы, при не вполне ясной погоде на  $3^{\circ}38$  и при пасмурной на  $2^{\circ}98$ ; степень облачности не оказывается резко на величине этой разности. Но охлаждение воздуха на высоте 10 см. по

сравнению с воздухом на высоте 28 м. различно и выражается соответственно следующими числами: 2°67, 2°33 и 1°30.

Зимою в 9<sup>h</sup> р при ясной, а также не вполне ясной погоде имеет место непрерывное повышение температуры с высотою, причем в ясную погоду в слое от 10 см. до 28 м. имеет место повышение на 5°50, а при средней облачности на 2°13. При пасмурной погоде температура остается почти постоянной.

В утренние часы, как летом, так и зимою характер распределения температуры в ясные дни сохраняется тот же, что и для среднего для всех дней; интересно отметить лишь значительное повышение температуры с высотою зимою в ясную погоду: в слое 0—10 см. температура повышается на 2°85, а далее вверх еще на 5°38.

В дни с туманом, приходящимся главным образом на время с октября по апрель, изменения температуры с высотою вообще невелики; почва вообще холоднее воздуха в 1<sup>h</sup> р и 9<sup>h</sup> р и лишь в 7<sup>h</sup> а она немного теплее.

В дальнейшем наши наблюдения были разбиты на группы в зависимости от господства циклонов и антициклонов. Не имея места подробно останавливаться на полученных результатах, укажем лишь, что распределение температуры антициклонов приближается по своему характеру к распределению температуры в ясные дни, а для циклонов — к распределению в пасмурные дни.

Для выяснения влияния скорости ветра на вертикальное распределение температуры, наблюдения были разбиты соответственно скорости ветра  $v$  на четыре группы: 1-ая со средней скоростью  $v \leq 3$  м./сек., 2-ая — со скоростью  $3 < v \leq 6$ , 3-ая со скоростью  $6 < v \leq 9$  и 4-ая с  $v > 10$  м./сек. В зимнее полугодие при господстве слабых ветров (1-ая и 2-ая группы) имеем в среднем за все три срока повышение температуры с высотою, достигающее для 1-ой группы 0°99 для слоя от 0 до 10 см. и 1°84 от 10 см. до 28 м.; для 2-ой группы соответствующее повышение выражается числами 0.24 и 0.39; в дни с сильным ветром правильного повышения температуры с высотою не наблюдается. Для отдельных сроков получаем следующее: в дневные часы наблюдается тенденция к падению температуры с высотою, прерываемая в некоторых слоях слабым повышением. В утренние же и вечерние часы наблюдается повышение температуры с высотою и при этом очень значительное в тихие дни, так, напр., в вечерние часы от почвы до 10 см. повышение температуры составляет 1°85 и от 10 см. до 28 м. 3°67; для 2-ой и 3-ей группы повышение температуры более слабое, для 4-ой группы правильного повышения или понижения температуры не наблюдается.

Летнее полугодие дает следующие результаты: в дневные часы всюду имеем правильное падение температуры, как в тихие, так и в ветреные дни. В вечерние часы повсюду наблюдается минимум на высоте 10 см., особенно резкий в тихие и не слишком ветреные дни; в тихие дни воздух на высоте 10 см. в среднем на 3.°34 холоднее почвы и на 1.°69 холоднее воздуха на высоте 28 м., в дни с умеренным ветром соответствующие разности еще больше, а именно 3.°41 и 2.°25. Таким образом наиболее холодным является воздух на высоте 10 см., причем умеренный ветер не только не препятствует охлаждению его, но даже, быть может, усиливает охлаждение; возможно, что влияние ветра сказы-

вается здесь благодаря более интенсивному испарению с поверхности растительного покрова на ветру. Однако, при более сильном ветре (3-я группа) понижение температуры воздуха на высоте 10 см. по сравнению с почвой и воздухом на высоте 28 составляет  $1.^{\circ}70$  и  $1.^{\circ}42$ . В этом случае сильный ветер уже ослабляет охлаждение воздуха на высоте 10 см., так как, очевидно, сопровождается значительным перемешиванием воздушных масс в вертикальном направлении. Но и при очень сильном ветре (4-я группа) слабый минимум на высоте 10 см. все еще сохраняется. Что касается утренних часов, то в это время дня, за исключением очень ветреных дней, имеем падение температуры с высотою до 2 м. (дневной режим), на высоте 2 м. имеем минимум, после чего температура повышается (ночной режим). В очень ветренные дни указанное распределение температуры нарушается.

Обработка наблюдений при различных румбах ветра показала, что различия в направлении ветров не сказываются особенно заметно на характере распределения температуры, по крайней мере в тех условиях, в которых были поставлены наши наблюдения.

Остановимся теперь на отдельных случаях наиболее резкого изменения температуры с высотою. Рассмотрим с этой целью раньше всего случаи наиболее значительного повышения температуры с высотою в вечерние и утренние часы зимою.

Д а т а .	Т е м п е р а т у р а .						Разности температур.		
	Ч а с .	0 с м .	10 с м .	100 с м .	2 м .	28 м .	10 с м . — 28 м . — 0 с м .	10 с м . — 28 м . — 10 с м .	28 м . — 0 с м .
29/I 19 г. . . . .	9р	-18.5	-14.4	-13.0	-11.8	9.6	4.1	4.8	8.9
13/II > . . . . .	>	-19.0	-15.3	-13.2	-10.9	6.4	3.7	8.9	12.6
24/II > . . . . .	>	-30.5	-24.6	-23.2	-22.4	-16.8	5.9	7.8	13.7
25/II > . . . . .	>	-30.7	-28.6	-25.4	-23.3	-18.2	2.1	10.4	12.5
26/II > . . . . .	7а	-33.5	-31.6	-29.7	-23.2	-21.1	1.9	10.5	12.4
27/II > . . . . .	9р	-29.8	-25.6	-23.2	-22.9	-17.8	4.2	7.8	12.0

Числа эти показывают, что зимою в вечерние и утренние часы температура может значительно повышаться с высотою, особенно при сильных морозах.

Приведем теперь примеры наиболее резко выраженного минимума на высоте 10 см. летом в вечерние часы.

Д а т а .	Т е м п е р а т у р а .					Разности температур.	
	0 см.	10 см.	100 см.	2 м.	28 м.	0—10 см.	28 м.—10 см.
30/VII 1919 г. . . . .	15.2	10.0	11.0	11.3	14.0	5.2	4.0
7/VII > . . . . .	18.8	13.8	14.6	15.6	18.6	5.0	4.8
19/VII > . . . . .	18.3	13.8	16.8	18.1	18.5	4.5	4.4
20/VII > . . . . .	17.5	11.2	13.4	15.1	16.4	6.3	5.2
21/VII > . . . . .	20.0	14.8	17.2	18.2	22.1	5.2	6.3
23/VII > . . . . .	19.7	15.5	16.9	17.4	20.5	4.2	5.0
15/VIII > . . . . .	13.3	8.0	8.3	8.7	11.1	5.3	3.1
18/VIII > . . . . .	13.5	9.4	9.9	10.2	15.2	4.1	5.8

Таким образом понижение температуры у поверхности растительного покрова может быть велико. Даже на высоте 10 см., т. е. на высоте лишь близкой к поверхности растительного покрова и притом покрова очень негустого разности между температурой почвы и температурой воздуха на высоте 10 см., а также между температурой на высоте 10 см. и 28 м.; нередко достигают 6° и более. Если бы мы измеряли температуру непосредственно у поверхности растительного покрова, то соответствующие разности были бы еще больше.

Нередко оказывалось, что в то время, как минимальные термометры на поверхности почвы и в будке давали температуры выше нуля, термометры на высоте 10 см. отмечали понижение температуры, ниже 0°, т. е.очные заморозки. Приведем несколько примеров:

Д А Т А .	Т е м п е р а т у р а .				Разности температур.	
	0 см.	10 см.	25 см.	2 м.	0 см.—10 см.	2 м.—10 см.
25/VIII 1921 г. . . . .	3°4	-1°5	0°0	3°3	4°9	4°8
26/VIII > . . . . .	5°2	-0°2	1°5	4°2	5°4	4°4
2/IX > . . . . .	5°0	-0°5	-0°1	3°2	5°5	3°7
3/IX > . . . . .	4°0	-2°0	-1°1	2°5	6°0	4°5
21/IX > . . . . .	2°9	-3°2	-1°6	2°7	6°1	5°9

Наблюдения эти показывают, что в 1921 году первые осенние утренники наблюдались у поверхности растительного покрова 25-го и 26-го августа, тогда как на поверхности почвы и в будке (на высоте 2 м.) температура была значительно выше 0°. В течение всего сентября минимум на поверхности почвы ниразу не опускался ниже 0°; в то же время на высоте 10 см. 14 раз была отмечена температура ниже 0°, на высоте 25 см. 9 раз и на высоте 2 м. всего лишь 3 раза, а именно: 7/IX — 0°8, 9/IX — 0°9 и 28/IX — 2°0; в то же время соответствующие температуры на высоте 10 см. были — 3°8, — 5°0 и — 6°0. В среднем месячном минимальные температуры были: на поверхности почвы 5°97, на высоте 10 см. 2°25 и на высоте 2 м. 5°26.

В случае густого растительного покрова влияние его нередко сказывается в полуденные часы, причем у верхней поверхности растительного

ТА 1

## Суточный ход температуры воздуха на высоте 2

	1α	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Зима низ.	— 7.52	— 7.64	— 7.54	— 7.61	— 7.63	— 7.66	— 7.57	— 7.54	— 7.41	— 7.18	— 6.79
верх.	— 7.43	— 7.49	— 7.49	— 7.57	— 7.73	— 7.76	— 7.76	— 7.66	— 7.55	— 7.33	— 6.94
низ.—верх.	— 0.09	— 0.15	— 0.05	— 0.04	+ 0.10	+ 0.10	+ 0.19	+ 0.12	+ 0.14	+ 0.15	+ 0.15
Весна н . .	— 1.55	— 1.92	— 2.21	— 2.45	— 2.38	— 1.92	— 1.10	+ 0.12	1.32	2.36	3.19
в . . .	— 0.87	— 1.22	— 1.61	— 1.88	— 1.95	— 1.61	— 0.89	0.07	1.02	2.03	2.82
н.—в. . . .	— 0.68	— 0.70	— 0.60	— 0.57	— 0.43	— 0.31	— 0.21	+ 0.05	+ 0.30	+ 0.38	+ 0.37
Лето н . . .	12.08	11.78	11.54	11.47	11.87	12.99	14.18	15.49	16.55	17.29	18.03
в . . . .	13.07	12.82	12.55	12.39	12.54	13.17	14.24	15.28	16.16	16.87	17.46
н.—в. . . .	— 0.99	— 1.04	— 1.01	— 0.92	— 0.67	— 0.18	— 0.06	+ 0.21	+ 0.39	+ 0.42	+ 0.57
Осень н . .	5.42	5.34	5.20	5.04	4.94	4.88	4.92	5.32	5.88	6.58	6.99
в . . .	5.52	5.42	5.25	5.13	5.01	4.95	4.98	5.32	5.85	6.37	6.74
н.—в. . . .	— 0.10	— 0.08	— 0.05	— 0.09	— 0.07	— 0.07	— 0.06	0.00	+ 0.03	+ 0.21	+ 0.25
Год н . . .	2.11	1.89	1.75	1.61	1.70	2.07	2.61	3.35	4.08	4.76	5.36
в . . .	2.57	2.38	2.17	2.02	1.97	2.19	2.64	3.25	3.87	4.49	5.02
н.—в. . .	— 0.46	— 0.49	— 0.42	— 0.41	— 0.27	— 1.02	— 0.03	+ 0.10	+ 0.21	+ 0.27	+ 0.34

покрова получается максимум температуры; в обе стороны отсюда температура падает, так, у проф. Любославского при густом покрове температура на внешней поверхности покрова была в полуденные часы в среднем месячном на  $6^{\circ}$  выше температуры на высоте 3 м. и на  $3^{\circ}$  выше, чем температура почвы. У нас при слабом растительном покрове ничего подобного ни разу не наблюдалось.

Как указано выше, нами были поставлены также наблюдения над температурой и влажностью воздуха на высоте 2 и 28 м. помощью термографов и гигрографов. Таблица II дает нам результаты обработки самописцев за время с июля 1918 года по август 1919 года. Таблица эта дает нам средний суточный ход температуры воздуха на высоте 2 м. и 28 м. в различные времена года, разности температур, а также амплитуды среднего суточного хода.

## Ц А П.

### В м. в различные времена года и в среднем за год.

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Сред- нее.	Ампл.
— 6.10	— 6.11	— 6.27	— 6.59	— 6.91	— 7.05	— 7.16	— 7.31	— 7.49	— 7.49	— 7.59	— 7.12	1.56
— 6.30	— 6.22	— 6.35	— 6.57	— 6.78	— 6.90	— 7.00	— 6.95	— 7.12	— 7.21	— 7.32	— 7.30	1.54
+ 0.20	+ 0.11	+ 0.08	- 0.02	- 0.13	- 0.15	- 0.16	= 0.36	- 0.37	- 0.28	- 0.27	+ 0.18	—
4.57	4.71	4.55	4.08	3.33	2.46	1.44	0.51	- 0.10	- 0.61	- 1.01	1.05	7.16
4.10	4.20	4.06	3.70	3.07	2.80	1.50	1.07	0.67	0.17	- 0.21	1.15	6.15
+ 0.47	+ 0.51	+ 0.49	+ 0.38	+ 0.26	+ 0.16	- 0.06	- 0.56	- 0.71	- 0.78	- 0.80	- 0.10	—
18.29	18.15	18.06	17.78	17.20	16.40	15.26	13.98	13.13	12.63	12.26	15.12	6.91
17.66	17.63	17.52	17.32	17.01	16.38	15.58	14.69	14.12	13.72	13.32	15.28	5.27
0.63	0.52	0.54	0.46	0.19	0.02	- 0.32	- 0.71	- 0.99	- 1.09	- 1.06	- 0.16	—
8.04	7.90	7.62	7.30	6.81	6.44	6.21	6.04	5.83	5.64	5.49	6.22	3.16
7.62	7.48	7.27	7.01	6.72	6.37	6.19	6.09	5.89	5.70	5.55	6.13	2.67
+ 0.42	+ 0.42	+ 0.35	0.29	0.09	0.07	0.02	- 0.05	- 0.06	- 0.06	- 0.06	+ 0.09	—
6.20	6.16	5.99	5.64	5.11	4.56	3.94	3.31	2.84	2.54	2.29	3.82	4.5
5.77	5.77	5.62	5.36	5.00	4.54	4.07	3.73	3.37	3.09	2.83	3.82	3.80
0.43	0.39	0.37	0.28	0.11	0.02	- 0.13	- 0.42	- 0.53	- 0.55	- 0.54	0.00	—

Нетрудно видеть, что в летние месяцы (июнь—август) средняя суточная температура выше для 28 м., чем для 2 м.; в зимние месяцы имеет место обратное соотношение; весенние разности приближаются к летним, осенние—к зимним. В среднем годовом обе температуры оказываются равными. Амплитуды суточных колебаний оказываются внизу больше, чем вверху. Происходит это вследствие того, что поднятие над почвой на 28 м. действует смягчающее на крайне температуры; при этом, напр., в июле низкиеочные температуры оказываются повышенными до  $1^{\circ}59$ , а дневные пониженными до  $0^{\circ}95$ . Точно также и зимою, напр. в феврале ночные температуры вверху могут быть в среднем повышенны до  $1^{\circ}$  и более, в то время как дневные понижены до  $0^{\circ}29$ . Вообще же, как вверху, так и внизу, наибольшие амплитуды имеют место летом и весною (май—июль), наименьшие—в ноябре—декабре.

Если выделить ясные дни (при средней суточной облачности, меньшей 2), то для них разности температур оказываются особенно велики, как в летнее, так и в зимнее время. Так, летом в ночные часы разность доходит к полуночи до  $2^{\circ}43$  (вверху температура выше), в дневные же часы разность доходит до  $0^{\circ}74$  (вверху температура ниже). Последней разности соответствует градиент в  $2^{\circ}8$  на 100 м.; таким образом в этом слое в дневные часы получается неустойчивое равновесие и могут образовываться мощные вертикальные токи. В среднем суточном в ясные летние дни вверху температура на  $0^{\circ}60$  выше, чем внизу.

Зимою в ясные дни разности оказываются еще большими; так в 4 часа утра разность доходит в среднем до  $3^{\circ}$  (вверху температура выше), причем лишь в течение пяти дневных часов в среднем внизу теплее; в среднем суточном температура вверху на  $1^{\circ}14$  выше, чем внизу. По мере увеличения облачности разности температур уменьшаются.

Если наблюдения разбить, как это мы делали раньше, на 4 группы, соответственно различной скорости ветра, то оказывается, что при тихой погоде летом и зимой получаются наибольшие разности; при этом летом разность доходит ночью до  $1^{\circ}54$  (вверху теплее) и днем до  $0^{\circ}55$  (внизу теплее). Зимою при тихой погоде эти разности еще больше: в ночные часы они доходят до  $2^{\circ}27$  (вверху теплее); днем же зимою всего лишь в течение 4 часов вверху холоднее и при этом разности не превышают  $0^{\circ}32$ . При более сильных ветрах эти разности значительно меньше.

В заключение укажем, каковы были наибольшие разности в различные дни каждого месяца:

Год.	Месяц.	Р а з н о с т и .			
		внизу	—	вверху	
1918 г.—Июль . . . .	2.6 (8a)	—	$5^{\circ}7$	(3a)	
	3.8 (2p)	—	$4^{\circ}0$	(5a)	
	3.8 (5p)	—	$3^{\circ}4$	(2a)	
	1.5 (4p)	—	4.2	(2a)	
	1.9 (7a)	—	2.1	(9p)	
	1.6 (8a)	—	2.4	(11p)	
1919 г.—Январь . . . .	1.8 (7a)	—	4.0	(7p)	
	3.8 (8a)	—	7.9	(IIh)	
	2.0 (4p)	—	5.6	(1a)	

Год.	Месяц.	Р а з н о с т и .			
			внизу	—	вверху.
»	—Апрель . . . .	2.2	(7р)	—4.5	(2а)
»	—Май . . . .	3.1	(8а)	—4.5	(Пн)
»	—Июнь . . . .	3.2	(11а)	—5.2	(3р)
»	—Июль . . . .	4.0	(6р)	—4.7	(11р)

Числа эти показывают нам, что иногда градиенты могут быть очень велики. Так, напр., 24 февраля 1919 года, в полночь, температура вверху была почти на 8° выше, чем внизу; 15 июля в 6 час. вечера вверху было на 4° холоднее; в этом случае градиент составлял 15°4 на 100 м.

B. H. Оболенский.

## К изучению метеорологических условий прилежащих к земле слоев атмосферы.

Необходимость всестороннего изучения непосредственно прилегающих к земле слоев атмосферы очевидна и для занимающихся вопросами сельскохозяйственной метеорологии и для физиков атмосферы. Своебразие и резкость процессов, происходящих в этой микроатмосфере, потребуют и соответствующего видоизменения обычных методов наблюдений,—но это дело будущего.

В этой заметке изложены краткие результаты обработки материала наблюдений, произведенных на площадке метеорологической станции Университетской Обсерватории в Москве на Пресне. Наблюдения продолжались целый год с августа 1917 г. по июль 1918 года. включительно и состояли в отсчетах психрометра Ассмана в обычные сроки наблюдений на высотах 0.00, 0.10, 0.20, 0.40 и 0.80 метра над земной поверхностью. Психрометр располагался в горизонтальном положении, непосредственно под ним поверхность почвы была лишена растительности. Место наблюдений — небольшое пространство, около 70-ти кв. саженей, защищенное со всех сторон кустарником высотою до 2—3 метров, (однако, больших масс домов и т. п. вблизи не имеется)—оно представляет собою городскую метеорологическую станцию со всеми ее обычными недостатками; из агрометеорологических станций она больше всего подходит к типу садовой. Преимущество такого места наблюдений состоит, пожалуй, только в том, что, благодаря незначительной силе ветра, процессы, вызываемые инсоляцией и лучеиспусканием, должны выражаться яснее и сохраняться дольше.

Типы распределения температуры воздуха в слое от 0 до 80 см. Типы распределения тепла — инсоляции и лучеиспускания — те типы убывания и возрастания температур с высотой — проявляются в нашем случае достаточно резко не только в отдельные дни, но и в ходе средних месячных температур, как это видно из таблицы № 1.

## Температура воздуха (средние месячные) в слое 0.00—0.80 мет.

Высоты в метрах.	Август.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.	Январь.	Февраль.	Март.	Апрель.	Май.	Июнь.	Июль.
0.00 . . . . .	16.2	10.4	4.0	— 0.1	— 8.3	— 7.9	— 7.1	— 9.0	3.4	5.4	13.4	15.8
0.10 . . . . .	16.3	10.2	4.3	0.0	— 8.0	— 7.6	— 6.9	— 8.8	3.6	5.2	13.4	15.8
0.20 . . . . .	16.4	10.3	4.4	0.0	— 7.9	— 7.5	— 6.8	— 8.5	3.6	5.2	13.5	16.0
0.40 . . . . .	16.5	10.3	4.4	0.1	— 7.9	— 7.5	— 6.9	— 8.5	3.6	5.2	13.6	16.1
0.80 . . . . .	16.7	10.3	4.5	0.1	— 7.7	— 7.5	— 6.8	— 8.5	3.6	5.2	14.0	16.3
Русская будка . . . . .	16.1	9.9	4.2	— 0.3	— 8.3	— 7.8	— 7.0	— 9.0	3.4	4.9	13.6	16.4
				1	ч.	д	н	я.				
0.00 . . . . .	26.6	16.5	10.2	1.8	— 7.0	— 6.6	— 4.8	— 2.1	11.9	14.7	20.9	23.6
0.10 . . . . .	25.2	15.5	10.1	2.2	— 6.8	— 6.2	— 4.9	— 2.4	10.2	11.6	19.4	21.7
0.20 . . . . .	24.8	15.2	10.0	2.3	— 6.7	— 6.1	— 4.9	— 2.4	9.9	10.9	19.0	21.2
0.40 . . . . .	24.5	15.0	9.9	2.3	— 6.7	— 6.1	— 4.9	— 2.4	9.8	10.4	18.7	21.4
0.80 . . . . .	24.2	14.9	9.9	2.4	— 6.3	— 6.1	— 4.9	— 2.3	9.6	10.2	18.6	21.8
Русская будка . . . . .	23.7	14.4	9.4	1.9	— 6.9	— 6.1	— 4.6	— 2.4	9.3	10.0	18.8	21.8
				9	ч.	в	е	р	a.			
0.00 . . . . .	16.6	10.5	5.3	0.2	— 8.2	— 6.7	— 6.2	— 5.6	3.8	5.3	13.7	15.5
0.10 . . . . .	16.8	10.6	5.9	0.5	— 7.8	— 6.5	— 6.0	— 5.4	4.3	5.7	13.4	15.5
0.20 . . . . .	17.2	10.7	6.1	0.6	— 7.7	— 6.4	— 5.9	— 5.2	4.5	5.8	13.6	15.7
0.40 . . . . .	17.6	10.8	6.1	0.7	— 7.7	— 6.4	— 5.9	— 5.2	4.7	6.0	13.8	15.8
0.80 . . . . .	17.9	10.8	6.3	0.7	— 7.5	— 6.4	— 5.9	— 5.2	4.9	6.2	14.1	16.0
Русская будка . . . . .	18.7	10.6	6.2	0.3	— 8.0	— 6.8	— 6.1	— 5.1	5.5	6.5	15.2	17.1

Таблица показывает, что тип инсоляции наблюдается в дневные часы (наблюдения в 1 ч. дня) в теплое время года, начиная с марта и кончая октябрем. Наиболее резко он выражен в мае месяце, что очевидно стоит в связи с наибольшей прозрачностью атмосферы и с меньшим содержанием водяных паров. Тип лучеиспускания является характерным для срока 9 ч. вечера в течение почти всего года. Только июнь дает падение температуры при переходе от 0 к 10 см., в дальнейшем же слое идет обычное возрастание температуры. Тот же тип характерен и для 7-часового срока наблюдения для всех месяцев, кроме мая, когда и в утренние часы уже устанавливается тип инсоляции. В 1 час дня в ноябре, декабре и январе преобладает тип лучеиспускания, что может быть объяснено непосредственным нагреванием воздуха солнечными лучами и абсорбицией тепловых лучей, отраженных от поверхности снегового покрова, выше лежащими слоями воздуха.

Далее мы видим, что разность между средними месячными температурами в слое воздуха у поверхности почвы и на высоте 80 см в 7<sup>h</sup> a достигает 0,6°, в 9<sup>h</sup> p 1,1—1,3, а в 1 ч. дня при обратном характере распределения температуры разность эта достигает 4,5° даже в среднем месячном. В отдельных же случаях поднимается до 6, 7, 8, и даже 10°, как видно из приводимых примеров:

	Ч	И	С	Л	О.
	27 авг.	24 апр.	25 мая.		
Облачность . . . . .	4Cu	1CiSt	7Cu		
Температура у поверхн. земли . . . .	32.0°	20.2°	26.8°		
На высоте 80 см. . . . .	25.4	13.6	16.0		
В будке . . . . .	24.4	13.4	16.0		
Разность 0—80 см. . . . .	6.6	6.6	10.8		
» 0—будка . . . . .	7.6	6.8	10.8		

Особенного внимания заслуживает последний из приведенных примеров, когда падение температуры на 80 см. достигло 10.8°. Наибольших значений градиенты достигают при переходе от слоя у поверхности земли к высоте 10 см. Абсолютная величина этих градиентов резко повышается в 1 ч. дня, когда даже для средних месячных она достигает 2—3°, а в отдельных случаях может быть значительно больше, как в приведенном уже примере 15 мая, когда градиент при переходе в высоте 10 см. равнялся 8.3°.

Разумеется, приводимые величины ни в какой мере не могут быть сравнимы с величинами градиентов, с которыми обычно оперируют аэробологи—0.5°, 1.0° на 100 метров. В нашем случае мы имеем дело с величинами в сотни раз их превышающими и в изучаемом слое отпадает обычно установленные для высших слоев атмосферы условия ее равновесия и распределения плотностей, как это будет показано ниже.

*Разность температур в нижнем слое воздуха и в будке.* Большой практический интерес представляет выяснение вопроса о том, в какой мере отсчеты температуры по термометрам обычных установок в метеорологической будке могут характеризовать метеорологические элементы в нижнем слое воздуха. Из сравнения средних месячных температур от поверхности почвы до 80 см. с температурами в метеорологической будке Вильда, можно видеть, что для периода наших наблюдений в 1 ч. дня от августа до октября и с марта по июль наблюдалось правильное убывание температур с высотой, в ноябре же, декабре, феврале и марте до высоты 80 см., как отмечалось выше, шло нарастание тепла; на высоте же метеорологической будки температура опять несколько падала.

Разность месячных температур у поверхности земли или снега и в будке, имеет определенно выраженный годовой ход; постепенно спадая от августа к октябрю, в октябре она меняет знак и делается положительной, т. е. температура в будке несколько выше, чем у поверхности почвы (но ниже, чем на высоте 80 см.) и в марте, снова меняя знак, разность делается отрицательной, достигая в мае 4°,7, а затем вновь начинается ее уменьшение. Вечером в 9 час. температура в будке во все месяцы, кроме января, выше чем у поверхности земли, но по сравнению с температурой на высоте 80 см. с августа по февраль она ниже, а с марта по июль—выше.

В утренний срок наблюдений температура во все месяцы, кроме июля, в будке ниже, чем на высоте 80 см. и приближается к величине температуры у поверхности земли, отклоняясь от нее то в ту, то в другую сторону. В отдельные дни все эти разности могут быть значительно выше и достигать 8°—10°, поэтому наши обычные установки и измерения хода метеорологических элементов в метеорологической будке, могут дать лишь весьма приблизительное представление о климате того слоя воздуха, в котором протекает жизнь наших культурных, огородных и садовых растений.

*Зависимость типов распределения тепла в нижнем слое воздуха от облачности.* Общий характер распределения температуры, который мы только что рассмотрели, в отдельные дни и сроки наблюдений может значительно отклоняться в зависимости от хода других метеорологических элементов, из которых, очевидно, особое значение имеет облачность. Влияние облачности оказывается в выравнивании температуры во всем изучаемом слое, иногда даже наблюдается обратный ход температуры. Следующие примеры дают распределение температуры при большой и малой облачности:

	Число: сентябрь.					Число: сентябрь				
	11	28	29	5	6	9	13	16		
Облачность . . .	2Cu	4Cu	2St	10SCu	10St	10St	10SCu	10N		
Температура на поверхн. почвы.	9.3	10.2	10.2	13.7	12.3	8.5	7.8	9.9		
Температура на высоте 80 см. .	9.6	10.9	10.9	12.8	11.8	7.6	7.4	9.5		

*Двойное напластование.* Кроме приведенных выше двух типов распределения температуры в нижних слоях воздуха: типа инсоляции и излучения, в отдельных случаях отмечается тип двойного напластования, т. е. сначала наблюдается падение температуры, а потом возрастание. Тип этот видел даже в средних месячных температурах в июле в 1 ч. дня; в отдельных же случаях в вечерние часы он особенно резок; напр., имеем в июне:

	Ч И С Л О.							
	1	3	5	7	16	17	18	19
Облачность . . . .	10AStCu	10N	5Ci	10SCu	AStCu	10ASt	5Ci	10ACSt
Темп. у пов. . . .	8.0	6.2	5.8	8.9	16.6	19.1	18.2	18.6
на высоте 10 см. .	7.4	5.7	5.3	8.0	16.4	18.9	17.7	18.2
» » 20 »	7.4	6.0	5.0	8.5	16.2	18.8	18.3	18.0
» » 40 »	7.5	6.0	5.1	7.8	16.1	19.4	18.8	18.1
» » 80 »	7.8	6.1	5.3	8.0	16.5	20.0	19.6	18.4

Убывание температур на высоте около 20 см. вероятно связано с действием травяного покрова, у поверхности которого и наблюдалось наибольшее падение температур.

*Приток холодных масс воздуха.* Как пример возможного использования подобных наблюдений для суждения о характере того или иного процесса укажем на различие распределения температур в нижних слоях воздуха при первых заморозках 19-го и 27-го октября 1917 г.

	Число и срок наблюдений.		
	19-го 7 <sup>h</sup> утра.	19-го 9 <sup>h</sup> утра.	27 9 <sup>h</sup> вечера.
Облачность . . . . .	10St	10St	0
Высоты . . . . . 0.	0.5	0.2	-1.0
» . . . . . 10	-0.3	-0.9	-0.5
» . . . . . 20	-0.7	-0.9	0.0
» . . . . . 40	-0.8	-1.1	0.2
» . . . . . 80	-0.8	-1.4	0.3
Будка . . . . .	-1.3	-1.5	0.9

В первом случае причиной заморозка очевидно является приток холодных масс воздуха со стороны (высокая облачность, отсутствие лучеиспускания, оставшиеся у поверхности положительные температуры), во втором случае имеем обычный тип излучения.

*Влажность воздуха.* В теплый период года влажность убывает с высотой. Явление это наблюдается как в утренние и вечерние, так и в дневные сроки наблюдений. В дневные часы убывание выражено наиболее резко; тогда как в утренние часы, убывание абсолютной влажности не превышает 1.0 — 1.2, в дневные часы оно достигает 4.0 — 4.2 м.м. Разность эта имеет определенно выраженный годовой ход, изменяясь от 0.0 в холодный период и достигая максимума по абсолютной величине в июне месяце, как в утренние, так и в дневные сроки наблюдений, что повидимому связано с ходом испаряемости с поверхности деятельного слоя.

Сравнивая величины падения средних месячных абсолютной влажности в утренние сроки наблюдений с вечерними, можно отметить, что в первом случае это падение несколько выше, чем во втором. Это обстоятельство повидимому обясняется тем, что в вечерние часы в нижнем слое воздуха происходит конденсация водяных паров, а вследствие этого замедляется убывание абсолютной влажности.

В холодное время происходит вообще выравнивание абсолютной влажности во всем слое воздуха от 0 до 80 см. Небольшое убывание абсолютной влажности заметно в дневные часы в феврале и в марте, что обясняется происходящим в дневные часы испарением водяных паров с поверхности снегового покрова. Более интересным являются пекоторые повышения абсолютной влажности в феврале и в марте в 7 ч. утра и в 9 час. вечера, а также в ноябре и декабре в утренние часы. Это повышение влажности ясно выражено в самом нижнем слое воздуха при переходе от 0 к 10 см. Причину этого явления нужно исматривать в происходящем, повидимому, сгущении водяных паров в слое воздуха, соприкасающемся с поверхностью охлажденного снегового покрова. Подтверждение этому мы находим при рассмотрении хода абсолютной влажности в отдельные дни в указанные выше месяцы. При оттепелях или при более или менее устойчивых температурах в утренние и вечерние часы не замечается резких скачков. Наоборот: при переходе от теплой погоды к холодам в нижнем слое воздуха наблюдается пониженная абсолютная влажность, что, повидимому, обясняется высушиванием нижнего слоя воздуха, вследствие конденсации водяных паров на поверхности снегового покрова. Примерами такого распределения абсолютной влажности являются нижеприведенные случаи.

		Число. Февраль.				
		3	15	18		
		Срок наблюдений.				
		9 ч. вечера.	9 ч. вечера.	9 ч. вечера.		
Abs. вл.	Отн. вл.	Abs. вл.	Отн. вл.	Abs. вл.	Отн. вл.	Отн. вл.
Высота 0 см. . . . .	3.2 м.м.	92% <sub>0</sub>	0.9 м.м.	76% <sub>0</sub>	1.4 м.м.	72% <sub>0</sub>
> 10 > . . . . .	3.5 >	96% <sub>0</sub>	1.1 >	86% <sub>0</sub>	1.7 >	87% <sub>0</sub>
> 20 > . . . . .	3.6 >	98% <sub>0</sub>	1.1 >	86% <sub>0</sub>	1.7 >	87% <sub>0</sub>
> 40 > . . . . .	3.6 >	96% <sub>0</sub>	1.1 >	86% <sub>0</sub>	1.7 >	84% <sub>0</sub>
> 80 > . . . . .	3.9 >	98% <sub>0</sub>	1.1 >	86% <sub>0</sub>	1.7 >	84% <sub>0</sub>
Темп. воздуха . . . . .	-1.8°		- 17.6		- 11.4	

Уменьшение относительной влажности, отмеченное в приведенных при мерах, в слое, прилегающем к снеговому покрову, тоже подтверждают высказанные нами предположения о сгущении водяных паров на поверхности снегового покрова.

*Плотность воздуха.* Плотность воздуха определялась по формуле  $\rho = \frac{8p - 3a}{8Rd}$ , где  $p$  — давление воздуха;  $R$  — газовая постоянная, равная в системе метр, тонна, секунда 2153,04;  $d$  — виртуальная температура;  $a$  — абсолютная влажность, причем:  $a = rf$ , где  $r$  — относительная влажность  $f$  — насыщающее количество водяных паров.

Как было уже указано для получения надежного 6-го знака достаточно при давлении воздуха 760 мм. иметь давление до 0,5 мм. виртуальную температуру до  $0.26^{\circ}\text{C}$ , относительную влажность до  $5\%$ <sup>1)</sup>

В условиях микроатмосферы давление может в пределах точности счи таться неизменяющимся по высоте, относительная влажность редко меняется больше, чем на  $10\%$  и, таким образом, в нашем случае плотность воздуха почти исключительно зависит от его температуры<sup>2)</sup>.

Уже рассмотренные температурные условия дали чрезвычайно большие градиенты инверсионного характера, тоже следует ожидать и для зва чения  $\rho$ .

Приведем значения средних месячных  $\rho$ , для удобства увеличенные в  $10^6$  раз, отбрасывая, кроме того, первую общую для всех значений цифру единицу (см. табл. на стр. 27).

Как видно из таблицы, градиенты плотности, в слое до 80 см. в утренние и вечерние часы в среднем порядка двух-трех единиц четвертого десятичного знака и во все месяцы за исключением первого срока наблюдений в сентябре, апреле и мае, плотность с высотой убывает, в 1 ч. дня градиент значительно возрастает и, за исключением периода ноябрь—январь, становится отрицательным—величина отрицательного градиента достигает почти двух единиц четвертого десятичного знака (в мае).

Таким образом, во многих случаях распределение плотности в прилегающих к земле слоях атмосферы в 1 ч. дня соответствует рассмотренному проф. А. А. Фридманом случаю равновесия атмосферы для градиентов температуры, больших предельного значения<sup>3)</sup>, и совершенно подтверждает высказанное им положение: «приходится признать неправильным обще распространенное мнение о невозможности градиента температуры быть больше предельного; это мнение, основанное на невозможности более тяжелой несжимаемой жидкости находиться на верху более легкой, совершенно неприменимо к случаю идеального газа и к случаю равновесия атмосферы».

Кроме срочных наблюдений в течение 1917 года для определения суточного хода элементов, были еще произведены ежечасные наблюдения 1 и 15 июля и августа. Наиболее удачным оказался день 1-го августа со средней облачностью 5Си, без дождя и с росами утром и вечером. Приве-

<sup>1)</sup> Bulletin de l'institut de physique cosmique de Moscou fac. I. S. Bastamow—Etude sur la densité de l'air, p. II.

<sup>2)</sup> См. проф. А. А. Фридман.—«О вертикальных течениях в атмосфере» стр. 37, журнал Физ.-Матем. О-ва при Пермском Университете. Пермь. 1920 г.

<sup>3)</sup> Проф. А. А. Фридман—Op. Cit, стр. 38.

	7 час. ут р а .					Δ ρ 0.80	1 час. дн я .					Δ ρ 0.80	9 час. в еч ера .					Δ ρ 0.80			
	В м е т р а х .						В м е т р а х .						В м е т р а х .								
	0.00	0.10	0.20	0.40	0.80		0.00	0.10	0.20	0.40	0.80		0.00	0.10	0.20	0.40	0.80				
Август . . . .	1930	1926	1926	1922	1914	0016	1496	1557	1576	1592	1611	-0115	1903	1899	1883	1866	1850	0053			
Сентябрь . . . .	2137	2150	2193	2193	2150	-0013	1940	1980	1994	1952	1956	-0016	2140	2137	2132	2128	2128	0012			
Октябрь . . . .	2572	2559	2559	2559	2554	0018	2292	2300	2304	2309	2309	-0017	2521	2494	2495	2485	2479	0042			
Ноябрь . . . .	2656	2652	2652	2647	2647	0009	2556	2538	2533	2533	2528	0028	2630	2617	2607	2603	2603	0027			
Декабрь . . . .	3164	3149	3144	3144	3135	0029	3103	3094	3089	3089	3069	0034	3166	3146	3141	3141	3131	0035			
Январь . . . .	3002	2988	2983	2983	2983	0019	2936	2911	2906	2906	2901	0030	2944	2934	2924	2924	2924	0020			
Февраль . . . .	3081	3072	3067	3072	3067	0014	2967	2972	2972	2972	2972	-0005	3030	3020	3015	3015	3015	0015			
Март . . . .	3181	3171	3157	3157	3157	0024	2836	2858	2858	2858	2846	-0010	3016	3006	2996	2996	2996	0020			
Апрель . . . .	2651	2642	2642	2642	2665	-0014	2259	2340	2354	2358	2367	-0108	2625	2606	2598	2584	2575	0050			
Май . . . .	2444	2453	2458	2458	2458	-0014	2027	2161	2191	2213	2221	-0194	2439	2421	2417	2408	2398	0041			
Июнь . . . .	1979	1983	1983	1975	1958	+0021	1652	1781	1747	1763	1767	-0115	1967	1987	1975	1967	1958	0069			
Июль . . . .	1871	1875	1871	1867	1859	0012	1538	1628	1655	1651	1636	-0098	1906	1881	1881	1881	1869	0037			

дем для него значения плотности через каждые два часа за сутки и через 1 час вблизи максимума температуры.

	1 <sup>h</sup> a.	3 <sup>h</sup> a.	5 <sup>h</sup> a.	7 <sup>h</sup> a.	9 <sup>h</sup> a.	11 <sup>h</sup> a.	1 <sup>h</sup> p.	2 <sup>h</sup> p.	3 <sup>h</sup> p.	5 <sup>h</sup> p.	7 <sup>h</sup> p.	9 <sup>h</sup> p.	11 <sup>h</sup> p.
0.00 metr . . . . .	2122	2197	2075	1993	1811	1638	1567	1521	1660	1800	1892	2033	2060
0.10 > . . . . .	2071	2189	2085	2016	1828	1681	1617	1750	1704	1771	1888	2033	2056
0.20 > . . . . .	2071	2176	2083	2028	1851	1704	1656	1774	1743	1740	1851	1987	2047
0.40 > . . . . .	2067	2163	2083	2032	1868	1740	1667	1755	1743	1736	1813	1955	2043
0.80 > . . . . .	2058	2154	2078	2036	1872	1756	1703	1755	1731	1728	1824	1955	2022

Как видно из этой таблицы, суточный ход плотности у земной поверхности обладает наибольшей амплитудой сравнительно с другими высотами, однако, последовательность значений элемента для различных высот сохранится почти постоянной как при инсоляции в дневную половину суток, так и при излучении в ночную, даже принимая во внимание последний десятичный знак.

Инверсия плотности началась в этот день сейчас же по восходе солнца и продолжалась до 4 часов дня, величина инверсии достигла максимума в 2 часа дня и выражалась величиной  $\rho_{80} - \rho_0 = 0.00234$ . Приведем кроме того распределение метеорологических элементов за 1 ч. дня 15-го мая и за 9 ч. вечера 27-го июня—первый из них имеет наибольший градиент температуры, второй—сложное напластование.

	15 мая 1 час дня.					27 июня 9 час. вечера.				
Н. тегр, . . . . .	0.00	0.10	0.20	0.40	0.80	0.00	0.10	0.20	0.40	0.80
Температура воздуха.	26.8°C	18.5	16.8	16.3	16.0	13.7	12.3	12.4	13.0	13.0
Влажность . . . . .	20%	23	25	28	26	95	100	98	91	89
Плотность . . . . .	11661	12000	12070	12091	12106	12065	12128	12128	12103	12073

Таким образом, наибольший наблюдавшийся инверсионный градиент плотности равняется 0,00445 на 80 сантиметров; 27-го июня внутри наблюдавшегося слоя заключается целый инверсионный слой, начинающийся между 0.00—0.10 метр. и идущий до высоты 0.20—0.40 метр., т. е. мощностью около 20—30 сантиметров.

Нашей целью было провести самые общие из полученных нами результатов; даже при пользовании примитивной аппаратурой исследование прилегающих к земле слоев атмосферы указывает на многие особенности течения в них физических процессов. Это было разумеется известно и раньше, следует лишь указать на интерес и необходимость дальнейшего систематического изучения метеорологических элементов в микроатмосфере.

C. Бастамов и П. Некрасов.

Москва. 1924.

Геофизический Научно-исследовательский Институт 1-го Московского Государственного Университета.

## К вопросу о распределении температуры и влажности воздуха в слоях, прилегающих к поверхности песка.

Летом 1914 г. мною на Репетекской песчаной станции Русского Географического общества (при ст. Репетек Ср.-Аз. ж. д. в Мервском у. Закаспийской обл.) были проведены две серии наблюдений над температурою и влажностью воздуха на высоте 3 см. и 57 см. от поверхности песка. Место наблюдений было расположено на дне котловины между двумя барханными цепями. Котловина имела овальную продолговатую форму, ширина ее по короткой оси была около 15—20 м., а глубина около 4 м. На южном склоне котловины в 5 м. от места наблюдения рос куст *Calligonum*'а около метра высотой. Вообще же поверхность песка (сухого, сыпучего) была совершенно лишена растительности.

Для наблюдений служили: ртутный термометр, положенный на горизонтальной поверхности; два психрометра Ассмана, помещенные один над другим на высоте 3 см. и 57 см.; ручной анемометр на высоте 57 см. в 2 м. от психрометров. Отсчеты производились вечером и утром через 10 мин., ночью—через 15 мин. Обе серии наблюдений велись при абсолютно безоблачном небе. Полученные результаты в виде средних за часовые промежутки приведены в нижеследующей таблице.

Температура поверхн. песка.	Температура воздуха на выс.		Абсолютная влажность на высоте:		Средняя скорость ветра в м/с на высоте 57 см.	
	3 см.	57 см.	3 см.	57 см.		
<b>Наблюдения 30—31 июля 1914 г.</b>						
17 <sup>h</sup> — 18 <sup>h</sup> . . . . .	51.1	40.8	39.7	4.2	5.3	0.8
18 <sup>h</sup> — 19 <sup>h</sup> . . . . .	41.5	38.6	38.3	4.0	4.9	1.1
19 <sup>h</sup> — 20 <sup>h</sup> . . . . .	35.5	35.0	35.6	3.9	4.8	0.3
20 <sup>h</sup> — 21 <sup>h</sup> . . . . .	31.6	31.0	32.2	4.2	4.6	0.0
21 <sup>h</sup> — 22 <sup>h</sup> . . . . .	28.8	28.0	28.9	4.3	4.6	0.0
22 <sup>h</sup> — 23 <sup>h</sup> . . . . .	26.4	25.3	25.6	4.3	4.7	0.0
23 <sup>h</sup> — 0 <sup>h</sup> . . . . .	24.8	24.2	25.2	4.2	4.5	0.0
0 <sup>h</sup> — 0 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> . . . . .	23.9	23.9	25.2	4.6	4.8	0.0

	Температура поверхн. песка.	Температура воздуха на выс.		Абсолютная влажность на высоте:		Средняя скорость ветра в м/с на высоте 57 см.
		3 см.	57 см.	3 см.	57 см.	
Н а б л и д е н и я 3 — 4 а в г у с т а 1 9 1 4 г.						
18 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> — 19 <sup>h</sup> . . . . .	36.8	34.6	34.6	4.9	5.8	2.2
19 <sup>h</sup> — 20 <sup>h</sup> . . . . .	33.2	33.0	33.2	5.2	5.7	1.8
20 <sup>h</sup> — 21 <sup>h</sup> . . . . .	30.1	30.8	31.0	5.2	5.6	0.4
21 <sup>h</sup> — 22 <sup>h</sup> . . . . .	27.8	28.8	29.1	5.3	5.6	0.2
22 <sup>h</sup> — 23 <sup>h</sup> . . . . .	25.8	25.3	25.8	5.4	5.9	0.0
1 <sup>h</sup> — 2 <sup>h</sup> . . . . .	21.3	22.1	22.8	6.1	6.5	0.4
2 <sup>h</sup> — 3 <sup>h</sup> . . . . .	20.8	20.5	21.6	5.9	6.2	0.3
3 <sup>h</sup> — 4 <sup>h</sup> . . . . .	18.9	17.3	17.8	5.7	6.1	0.0
4 <sup>h</sup> — 5 <sup>h</sup> . . . . .	17.6	16.6	17.2	5.7	6.1	0.0
5 <sup>h</sup> — 6 <sup>h</sup> . . . . .	18.3	19.8	20.6	5.6	5.7	0.2
6 <sup>h</sup> — 7 <sup>h</sup> . . . . .	23.2	22.5	22.3	5.8	6.0	0.5
7 <sup>h</sup> — 8 <sup>h</sup> . . . . .	35.9	27.9	27.6	5.5	5.7	0.7
8 <sup>h</sup> — 9 <sup>h</sup> . . . . .	47.2	32.5	32.3	5.4	5.8	0.4
9 <sup>h</sup> — 10 <sup>h</sup> . . . . .	57.3	36.8	35.3	5.2	5.3	0.6

Особенности хода температур воздуха и поверхности песка могут быть объяснены, по нашему мнению, следующим образом.

В начале первой серии наблюдений лучи солнца еще попадали на дно котловины, в результате чего имел место ярко выраженный инсоляционный тип распределения температуры, убывавшей с высотою. За первый час наблюдений разность температур поверхности песка и воздуха на высоте 3 см. была более 10°. После захода солнца началось усиленное охлаждение поверхности песка лучеиспусканием. Очевидно, что при полном безветрии лучеиспускание шло более интенсивно на открытой ко всему небесному своду вершине бархана, чем на дне котловины. Поэтому на гребне бархана воздух, прилегающий к поверхности песка, охлаждаясь сильнее чем на дне котловины, должен был при полном затишье начать стекать по склону в котловину. Такие более прохладные волны ясно ощущались наблюдателем непосредственно. Описанный процесс хорошо иллюстрируется в обоих таблицах средней температурой воздуха более низкой, чем таковая поверхности песка. Слабенький ветерок, подувший среди ночи (от 1 ч. до 3 ч.) во время второй серии наблюдений, начав перемешивать воздух, сразу почти полностью уничтожил это явление.

Возможно также, что воздух в нижних слоях охлаждался лучепусканием самостоятельно, чему должна была бы благоприятствовать его значительная запыленность.

Утром, между 5-ю и 6-ю часами, когда лучи только что взошедшего солнца еще не достигали поверхности дна котловины, температура последней при легком ветерке значительно отстает от температуры воздуха, уже начавшего нагреваться от освещенных верхушек барханов и непосредственно; с 7 час. солнце заглядывает в котловину и сразу устанавливается обычный типично-инсоляционный характер распределения температуры. К 10 часам разница температур песка и воздуха на высоте 3 см. достигает 20°5, а температур воздуха на высотах 3 см. и 57 см. 1°5.

Исключительно интересен факт устойчивой большей сухости воздуха в слое, непосредственно прилегающем к поверхности песка. Малая относительная влажность (не более 45%) исключает, конечно, обяснение этой большей сухости непосредственной конденсацией.

Тем не менее, иссушающее влияние все же, вероятно, как то исходило от песка. Решение этого вопроса имеет очень большое значение для выяснения происхождения довольно значительной влажности песка при очень малом количестве осадков вообще и полном отсутствии летом.

Высокие температуры песка и воздуха, доходящие в котловине к 13 час. до 79°4 и 49°7 (наибольшие наблюденные в срочные часы) физически не позволили продолжать систематические наблюдения после 10 час. Производившиеся впоследствии отдельные наблюдения показывают, что среди дня температурные градиенты значительно возрастают. Напр., в 14<sup>h</sup> 28 июня 1915 г. при слабом ветре было на поверхности песка 76°8, на высоте 3 см. 52°4, на высоте 57 см. 46°7. Такие температуры, температурные градиенты и ничтожная относительная влажность создают для развития травяной (3 см.) и кустарниковой (57 см.) растительности совершенно исключительные условия, чем в совокупности со степенью подвижности песков и их физическими свойствами, очевидно, в значительной мере и обусловливается характер зарастания русских песчаных пустынь.

Б. Орлов.

Ленинград.

## К вопросу о наибольших и наименьших суточных средних температурах.

В Метеорологическом Вестнике за 1921 г. (Т. XXXI, стр. 127), помещена моя статья о некоторых особенностях годового хода наибольших и наименьших температур, в которой показано, что эти два фактора в некоторых характерных отношениях существенно различаются. Там же я указал, что для того, чтобы выяснить это явление, необходимо рассмотреть влияние различных метеорологических элементов в отдельности, за каждый из трех сроков наблюдений, результатом которых являются подвергнутые тогда исследованию суточные средние температуры. Особенно относилось это требование к влиянию облачности, которое, конечно должно быть различно относительно принятых у нас сроков в 7 ч. утра, 1 ч. дня, в 9 ч. вечера

и притом меняться в течение года, т. е. будет зависеть от положения солнца в эти сроки.

В связи с такими рассуждениями невольно возникал вопрос, како<sup>й</sup> будет годовой ход температуры отдельных сроков и не даст ли он некоторые указания на найденные особенности.

Имея сейчас возможность произвести лишь краткое исследование более ориентировочного характера, я ограничился наблюдениями только четырех станций: Архангельск, Ленинград, Вятка, Луганск за 20 лет с 1891—1910 г. В следующей таблице даются для этих пунктов средние месячные температуры за каждый срок.

ТАБЛИЦА I.  
Годовой ход температуры.

Архангельск.

7	-12.9	-13.6	-10.5	-2.9	4.4	10.2	13.6	11.1	6.3	0.5	-5.9	-11.3
1	-12.2	-11.3	-5.2	2.3	7.9	13.8	17.0	15.0	9.5	2.3	-5.2	-11.2
9	-12.7	-12.7	-8.1	-0.7	5.8	12.0	15.4	12.6	7.6	1.2	-5.8	-11.4

Л е н и н г р а д.

7	-7.8	-8.9	-6.1	0.8	8.2	13.5	15.9	13.7	8.5	3.9	-1.5	-5.8
1	-7.0	-6.7	-2.0	5.3	12.3	17.2	19.7	17.4	12.5	6.7	-0.6	-5.3
9	-7.5	-7.6	-3.8	1.7	9.2	14.3	16.4	14.6	9.9	5.0	-1.3	-5.6

В я т к а.

7	-15.8	-13.8	-9.7	-0.9	8.5	13.3	16.1	12.7	6.4	0.2	-7.6	-13.5
1	-14.5	-10.8	-4.2	4.8	13.2	18.4	21.5	18.4	11.3	3.3	-6.2	-12.1
9	-15.0	-12.4	-6.8	1.4	9.9	14.7	17.4	14.4	8.1	1.5	-7.0	-13.5

Л у г а н с к.

7	-8.7	-6.6	-2.4	5.4	13.9	18.4	20.2	17.6	10.6	4.3	-0.3	-4.9
1	-5.3	-2.4	2.7	12.2	21.6	25.2	27.9	27.5	21.2	13.6	3.3	-2.2
9	-7.6	-4.9	-0.4	7.6	14.6	18.1	20.3	18.1	12.9	7.4	0.8	-4.2

Как показывают данные таблицы, в этом случае получился совершенно иной результат, чем для суточных средних. В последнем случае было найдено, что перемещение годового минимума температуры с января на февраль, наблюдавшееся на некоторых станциях, повидимому обусловливается

более высокими температурами и не обнаруживается у более низких. По аналогии можно было ожидать, что сходное покажут и срочные выводы, если, например; сравнить семичасовые, как более низкие, с наблюдениями за 1 ч. дня как более высокими. Получилось же совершенно обратное. Уже из таблицы видно, что минимум годового хода за 7 ч. утра и даже за 9 ч. вечера наступает в Архангельске и Ленинграде в феврале, а за 1 час дня — в январе. Это выступает еще более рельефно на соответственных кривых годового хода и повторяется также и в Вятке, и только в Луганске все три срока обладают одинаковым правильным годовым ходом, с минимумом в январе.

При более детальном рассмотрении кривых заметно, что запаздывание происходит соответственно значению температуры. У самых высоких часовых температур минимум наступает приблизительно в третьей декаде января, у девятичасовых, так сказать средних, в конце января или начале февраля, а у самых низких, семичасовых, в первой или второй декаде февраля.

Аналогичное противоречие получается и относительно интенсивности годового хода. В предыдущей работе я показал, что максимум интенсивности у наименьших средних суточных температур наступает ранее, чем у наибольших, соответственно в апреле и мае. В настоящем случае, как видно для Ленинграда и Вятки уже из нижеследующей таблицы, а для Архангельска по кривой, наоборот, интенсивность высоких температур (7 ч. и 9 ч.) опережает по величине интенсивность высоких температур на один месяц. И в этом случае Луганск представляет иную картину, так как здесь максимум интенсивности наступает у всех сроков в одно время — в начале мая.

## ТАБЛИЦА II.

### Интенсивность годового хода температуры.

Архангельск.

7	— 1.6	— 0.7	3.1	7.6	7.3	5.8	3.4	— 2.5	— 4.8	— 5.8	— 6.4	— 5.4
1	— 1.0	0.9	6.1	7.5	5.6	5.9	3.2	— 2.0	— 5.5	— 7.2	— 7.5	— 6.0
9	— 1.3	0.0	4.6	7.4	6.5	6.2	3.4	— 2.8	— 5.0	— 6.4	— 7.0	— 5.6

Л е н и н г р а д .

7	— 2.0	— 1.1	2.8	6.9	7.4	5.3	3.4	— 2.2	— 5.2	— 4.6	— 5.4	— 4.3
1	— 1.8	0.3	4.7	7.3	7.0	4.9	2.5	— 2.3	— 4.9	— 5.8	— 7.3	— 4.7
9	— 1.9	— 0.1	3.8	5.5	7.5	5.1	2.1	— 1.8	— 4.7	— 4.9	— 6.3	— 4.3

## В я т к а.

7	— 2.3	2.0	4.1	8.8	9.4	4.8	2.8	— 3.4	— 6.3	— 6.2	— 7.8	— 5.9
1	— 2.4	4.2	6.6	9.0	8.4	5.2	3.1	— 3.1	— 7.1	— 8.0	— 9.5	— 5.9
9	— 1.7	2.6	5.6	8.2	8.5	4.8	2.7	— 3.0	— 6.3	— 6.6	— 8.5	— 6.3

## Л у г а н с к.

7	— 3.8	2.1	4.8	7.8	8.5	4.5	1.8	— 2.6	— 7.0	— 6.3	— 4.6	— 4.6
1	— 3.1	2.9	5.1	9.5	9.4	3.6	2.7	— 0.4	— 6.3	— 7.6	— 10.3	— 5.5
9	— 3.4	2.7	4.5	8.0	7.0	3.5	2.2	— 1.4	— 6.0	— 5.5	— 6.6	— 5.0

Замечу кстати, что здесь идет речь о первом максимуме интенсивности, так как она обладает двумя максимумами, весной и осенью и двумя минимумами — зимой и летом.

Вышеприведенные факты настоящего исследования показывают, что годовой ход наибольших и наименьших суточных средних температур, как величин, являющихся результатом трех срочных наблюдений, не могут быть приведены в прямую связь с годовым ходом отдельных индивидуальных сроков, входящих в первые величины.

На причинах обусловливающих годовой ход различных сроков, я пока подробно не буду останавливаться. Укажу только, что тут можно предположить некоторое различие в величине влияния на температуры отдельных сроков годового изменения положения солнца. Но этому как-бы противоречит факт совпадения фаз в Луганске и поэтому надо думать, что на рассматриваемое явление имеют решающее влияние различные метеорологические элементы. Для выяснения этого вопроса придется, очевидно, не только произвести исследование еще других станций, но и некоторых других сроков. Для последнего, к сожалению, в нашем распоряжении имеются лишь немногие данные.

Во всяком случае установление причин, обусловливающих годовой ход температуры отдельных сроков, будет, вероятно, легче, чем выяснение хода наибольших и наименьших средних суточных температур, и можно ожидать, что если удастся найти обяснение обнаруженных для срочных наблюдений особенностей, то мы этим, вероятно, подойдем и к решению вопроса, затронутого в моей предыдущей статье относительно особенностей годового хода наибольших и наименьших средних суточных температур. Однако, не следует выпускать из виду того важного обстоятельства, что первые представляют средний вывод за весь двадцатилетний период, тогда как вторые являются отдельными крайними средними величинами из всего рассмотренного периода. На первых сказались, значит, всевозможные, разнообразные влияния погоды, вторые же выражают собой одно индивидуальное явление, соответствующее одному определенному состоянию погоды данного дня.

Попутно выяснилась еще следующая особенность Луганска, отличающая его от остальных трех станций. Если определить величину изменения тем-

пературы от одного срока к другому, т. е. от 7 до 1 и от 1 до 9, то оказывается, что на всех четырех станциях эти изменения весной, летом и осенью более, чем зимою, причем на северных обнаруживаются два максимума: весной и на рубеже лета и осени. На первых двух станциях первый максимум является главным, в Вятке оба максимума одинакового порядка; в Луганске-же имеется лишь один очень резкий максимум в августе и сентябре, как видно из следующей таблицы.

## ТАБЛИЦА III.

## Изменение температуры от одного срока к другому.

Архангельск.

7—1	0.7	2.3	5.3	5.2	3.5	3.6	3.4	3.9	3.2	1.8	0.7	0.1
1—9	— 0.5	— 1.4	— 2.9	— 3.0	— 2.1	— 1.8	— 1.6	— 2.4	— 1.9	— 1.1	— 0.6	— 0.2

## Л е н и н г р а д.

7—1	0.8	2.2	4.1	4.5	4.1	3.7	3.8	3.7	4.0	2.8	0.9	0.5
1—9	— 0.5	— 0.9	— 1.8	— 3.6	— 3.1	— 2.9	— 3.3	— 2.8	— 2.6	— 1.7	— 0.7	— 0.3

## В я т к а.

7—1	1.3	3.0	5.5	5.7	4.7	5.1	5.4	5.7	4.9	3.1	1.4	1.4
1—9	— 0.5	— 1.6	— 2.6	— 3.4	— 3.3	— 3.7	— 4.1	— 4.0	— 3.2	— 1.8	— 0.8	— 1.2

## Л у г а н с к.

7—1	3.4	4.2	5.1	6.8	7.7	6.8	7.7	9.9	10.6	9.3	3.6	2.7
1—9	— 2.3	— 2.5	— 3.1	— 4.6	— 7.0	— 7.1	— 7.6	— 8.6	— 8.3	— 6.2	— 2.5	— 2.0

A. Шенрок.

Изменчивость температуры в Крыму по наблюдениям  
в Салгирке, Кучук-Тотаикое и Ялте.

Под изменчивостью температуры подразумевается разность между средними суточными величинами температуры воздуха двух соседних дней, так называемая изменчивость температуры ото дня ко дню.

Для Салгирки ( $\phi = 44^{\circ}59'N$ ;  $\lambda = 34^{\circ}08'E$ ,  $H = 267.8$  м.) и для Кучук-Тотаикоя ( $\phi = 44^{\circ}51'N$ ;  $\lambda = 34^{\circ}11'E$ ;  $H = 314$  м.) средняя месячная изменчивость из пятилетних наблюдений — 1915—1919 г.г. получилась следующая.

### С а л г и р к а .

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Год.
2.74	3.15	2.83	1.96	1.98	1.59	1.40	1.49	2.12	2.14	2.82	2.62	2.23

### Кучук-Тотаикой.

2.76	3.26	2.93	2.04	1.88	1.60	1.50	1.53	1.97	2.19	2.96	2.85	2.28
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Наибольшие величины изменчивости за этот период для Салгирки по месяцам наблюдались следующие:

9.9	17.4	13.9	10.6	8.1	7.3	5.8	4.8	8.7	9.1	9.2	11.6	
-----	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	--

Для Кучук-Тотаикоя следующие:

10.6	17.4	13.2	11.7	8.5	6.2	7.7	5.7	10.2	11.0	11.6	11.7	
------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	--

Наибольшая из приведенных величин 17.4 как в Кучук-Тотаикое, так и в Салгирке, наблюдалась в феврале 1917 г. от 7-го числа к 8-му при следующих показаниях термометра, флюгера и барометра 7-го и 8 февраля.

Число.	Т е м п е р а т у р а .			В е т е р .			Д а в л е н и е .				
	7	1	9	Ср.	Изм.	7	1	9	7 <sup>1)</sup>	1	9
7	5°.8	13°.8	8°.4	9°.3	—	S8	SSW3	SSW10	736.5	732.7	731.4
8	—5.6	—8°.2	—10°.4	—8°.1	17.4	NW4	NN4	NW4	32.5	38.8	44.9

Колебаниям температуры воздуха соответствуют еще более резкие колебания температуры почвы, что наблюдалось напр. в марте 1919 года в Кучук-Тотаикое.

Число.	Т е м п е р а т у р а    в о з д у х а :			Колеб.		
	7	1	9	Ср.	Изм.	между 1 час. наблюд.
16	8.8	16.7	6.2	10.6	—	—
17	—1.8	—3.0	—2.9	—2.6		19.7

### Т е м п е р а т у р а    п о в .    п о ч в ы :

Число.	Т е м п е р а т у р а    п о в .    п о ч в ы :			Колеб.		
	7	1	9	Ср.	Изм.	между 1 час. набл.
16	7.7	34.2	6.0	16.0	—	—
17	—2.0	—1.0	—4.0	2.3	18.3	35.2

Наиболее резкие колебания температуры наблюдаются при прохождении циклонов, вызывающих в передней своей части южные, теплые и влажные ветры со стороны моря и сменяющие их в тыловой части на холодные ветры северных румбов, дующих со стороны средне-русской степи или юго-

<sup>1)</sup> Барометр не привед. к ур. м.

востока Евр. России, где в зимнее и переходное осенне и весеннее время так часто развиваются отроги сибирского максимума.

Если сравнить величины изменчивости температуры в Салгирке и Кучук-Тотаикое с изменчивостью континентальных местностей, где наблюдаются наибольшие величины изменчивости ото дня ко дню, например, в Богословске, и с приморскими местностями, где вообще наблюдается малая изменчивость, то величины изменчивости для Салгирки и Кучук-Тотаикоя, окажутся довольно значительными. Так для Богословска ( $\phi = 59^{\circ}45'N$ ;  $\lambda = 60^{\circ}01'E$ ), у Hann'a даны следующие величины изменчивости:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
5.4	4.3	3.5	2.7	3.0	2.8	2.1	1.9	1.9	3.1	4.1	5.4	3.4

Как пример с малой изменчивостью можно привести Неаполь, весьма близкий, по своему положению вблизи южного моря, с Крымом.

### Н е а п о л ь.

0.9	0.9	0.9	1.2	1.3	1.1	0.9	0.8	0.9	1.1	1.1	1.2	1.0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Как годовой ход, так и самые величины изменчивости в Салгирке и Кучук-Тотаикое более сродственны с характером изменчивости в Богословске, чем с таковыми же в Неаполе. Оне весьма близки к изменчивости, наблюданной в средней полосе Европ. России. Для последнего района по временам года изменчивость такова:

Зима.	Весна.	Лето.	Осень.	Год.
3.7	2.5	2.0	2.3	2.6

Этого можно было ожидать, имея в виду открытое к северу положение северной половины Крыма, благодаря чему все воздушные возмущения, разыгрывающиеся на севере, в значительной степени отражаются и на климате Крыма.

Более благоприятные показания получаются для Ялты, где изменчивость меньше, чем к северу от Яйлы, что обясняется ее положением, открытым для южных ветров и более закрытым с севера Яйвой. Средняя месячная изменчивость в Ялте следующая (см. Изменчивость т-ры в Ялте и Гаграх. Е. Мальченко М. В. 1910).

1.8	1.8	1.4	1.6	1.4	1.3	1.3	1.3	1.6	1.5	2.1	2.3	1.6
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Но даже и в Ялте изменчивость т-ры для зимних месяцев нельзя считать малой,—в это время года и Яйла не является достаточной защитой от влияния с севера.

Это обстоятельство указывает на то, что Ялту можно считать прекрасным климато-лечебным местом, главным образом в теплое время года, и весьма осмотрительно относиться к ней в этом отношении в зимнее время, так как,—как показала работа Кремзера Die Veränderlichkeit der Lüfttemperatur in Norddeutschland. Abh. d. K. P. M. Inst. B. d. 1. 1888)—изменчивость т-ры имеет большое значение для величины процента смертности, который растет вместе с величиной изменчивости.

E. Мальченко.

## Сравнение показаний максимального термометра с показаниями термографа Ришара и выяснение величины погрешности, допускаемой при определении максимальных температур по срочным наблюдениям.

Температура воздуха на метеорологических станциях измеряется посредством обычных термометров, отсчитываемых наблюдателями три раза в сутки (в 7 ч. у., в 1 ч. д., и в 9 ч. в., по местному времени). Для установления более полной картины изменения температуры воздуха между этими сроками, на станциях введены еще максимальный и минимальный термометры, по показаниям которых судят о крайних значениях температуры между вышеуказанными промежутками времени.

Несмотря на довольно продолжительный период наблюдений по максимальным термометрам, в тех случаях, когда возникает необходимость определить максимум, который достигала температура воздуха в течение данных суток, приходится пользоваться наивысшими температурами, выведенными из срочных наблюдений, т. к. в летописях Главной Физической Обсерватории показания максимального термометра не печатаются. Невольно возникает вопрос: для чего ведутся тогда наблюдения по этому термометру, когда его показания настолько неудовлетворительны, что ими нельзя совершенно воспользоваться и почему им снабжают станции вместо того, чтобы изъять из круга наблюдений?

Исходя из этих соображений я произвел сравнение максимального термометра с записями термографа Ришара для решения вопроса о степени надежности показаний максимального термометра.

Приступая к этой работе, я воспользовался наблюдениями Гл. Физической Обсерватории. Период сравнения обнимает 5—летнюю продолжительность с 1913 по 1917 г. включительно. Т. к. при определении крайних температур по срочным наблюдениям метеорологические сутки принято считать от 9 ч. вечера одного дня до 9 ч. веч. другого, то для большей однородности сравниваемых величин, максимальные температуры по термографу мною были вновь перевычислены, определяя их также за период, ограниченный этими сроками. Как максимальный термометр, так и термограф находились почти в одинаковых условиях установки: оба находились в жалюзийных будках английского типа, несколько различающихся только размерами, которые:

в жалюзийных будках для самописцев равны:	$63 \times 47 \times 51$ см.
„ „ „ „ психрометра „,	$59 \times 46 \times 29$ см.

За период сравнения в Г. Ф. О. произошла только одна перемена максимального термометра. В течение всего 1913 г. вплоть до 24 марта 1914 г. в будке находился максимальный термометр № 69876 (6327 Мюллера), а с 24-го марта 1914 г. и до конца периода, максимальным термометром служил № 89070 (8192 Фусса). Что касается действия термографа,

то за это время у него 5 раз было замечено трение: 4 в осях и в одном случае перо было сильно прижато к барабану, кроме того, в конце апреля 1917 г., была обнаружена порча бурдюковой коробки и 7-го мая 1917 г. термограф заменен новым. Таким образом вполне исправно он действовал лишь в течение 1913 г., а в остальное время, в некоторых случаях, показания термографа были сомнительны и при сравнении не принимались во внимание. Таких исключений сделано 21, а именно в 1913 г.—ни одного случая, в 1914 г.—8, в 1915 г.—5, в 1916 г.—7 и в 1917 г.—1, кроме того, ненадежны показания термографа (вследствие порчи бурдюковой коробки) были с марта по май 1917 г. и их пришлось также исключить.

Результаты сравнения в среднем за каждый месяц приведены в следующей таблице, числа которой выражают собой разности между термографом и максимальным термометром.

### Термограф—Максимальный термометр.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1913 . . .	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.2
1914 . . .	-0.1	0.0	-0.3	-0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1
1915 . . .	0.0	0.0	0.1	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
1916 . . .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1
1917 . . .	0.0	-0.1	—	—	—	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1
Среднее . .	-0.02	-0.04	-0.05	-0.05	0.05	0.10	0.10	0.06	0.04	-0.04	-0.06	-0.10

Как и следовало ожидать, разности получились весьма незначительные. Другими словами, погрешность максимального термометра относительно термографа ничтожна и не превышает ошибок наблюдений. В изменении величины этой погрешности заметна годичная периодичность. В летнее время показания максимального термометра ниже термографа, а в остальное время года выше его, т. е. при положительных температурах (в летнее время) поправки на максимум для приведения его к термографу имеют положительное значение и повидимому растут по величине вместе с возрастанием температуры.

Наоборот, при отрицательных температурах знак поправок тоже отрицательный и абсолютная величина их в этом случае повидимому также зависит от абсолютного значения температуры. В закономерности этого явления убеждает нас то, что это явление обнаруживается не только в среднем выводе за несколько лет, а заметно в течение каждого отдельно взятого года.

Вышеприведенные разности за период сравнения в отдельных случаях не превышали  $\pm 1^{\circ}0$ . Повторяемость их распределяется следующим образом:

### Значение разностей

	+ 1°0	+ 0°9	+ 0°8	+ 0°7	+ 0°6	+ 0°5	+ 0°4	+ 0°3	+ 0°2	+ 0°1	0°0
1913 . . .	—	—	—	1	1	7	9	14	22	44	81
1914 . . .	—	5	2	2	13	13	15	16	19	26	69
1915 . . .	—	—	—	5	11	9	22	16	29	54	99
1916 . . .	—	—	—	1	1	7	18	16	35	56	111
1917 . . .	—	—	—	1	4	10	8	12	20	35	104
Среднее . .	—	1	0	2	6	9	14	15	25	43	93

	— 0°1	— 0°2	— 0°3	— 0°4	— 0°5	— 0°6	— 0°7	— 0°8	— 0°9	— 1°0
1913 . . . .	85	57	30	6	6	1	1	—	—	—
1914 . . . .	73	55	27	8	4	4	—	3	1	—
1915 . . . .	60	33	17	3	—	—	—	2	—	—
1916 . . . .	60	33	8	8	3	1	—	1	—	—
1917 . . . .	67	54	30	14	2	—	1	1	—	—
Среднее . .	69	46	22	8	3	1	0	1	0	—

То есть больше половины всех случаев ( $55\%$ ) заключено между значениями разностей  $\pm 0.1^{\circ}$ . С возрастанием абсолютного их значения число наблюдавшихся случаев непрерывно уменьшается и разности достигающие  $\pm 1.0^{\circ}$  являются уже исключениями.

Переходя к рассмотрению другого вопроса, т. е. к выяснению величины погрешности, допускаемой при определении максимальных температур по срочным наблюдениям, за тот же период (1913 по 1917 г.) произведено сравнение суточных максимумов, определенных по максимальному термометру и по вышеуказанному способу. Средние величины полученных при этом разностей приведены в следующей таблице:

Максимум по максим. термом.—максимум по срочным наблюд.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1913 . . . .	0°30	0°58	0°67	0°81	0°93	1°04	1°05	1°11	0°74	0°57	0°31	0°33
1914 . . . .	0.49	0.46	0.67	1.23	1.12	0.95	1.18	0.83	0.79	0.68	0.32	0.38
1915 . . . .	0.25	0.47	0.72	0.99	1.14	1.21	1.00	0.73	0.55	0.57	0.22	0.26
1916 . . . .	0.23	0.18	0.50	0.62	1.08	1.13	0.82	0.80	0.90	0.50	0.14	0.20
1917 . . . .	0.63	0.65	0.79	0.96	1.23	1.06	1.08	0.77	0.77	0.70	0.29	0.30
Среднее . .	0.38	0.47	0.67	0.92	1.10	1.08	1.03	0.85	0.75	0.60	0.26	0.29

При сопоставлении этих значений с вышеприведенными поправками максимального термометра обнаруживается, что определяя суточный максимум по срочным наблюдениям мы допускаем ошибку в 10 раз большую погрешности максимального термометра. Особенно велика эта ошибка в летнее время. Зимой она меньше. Обуславливается она очевидно годовым изменением суточной амплитуды температуры воздуха и отчасти неодновременным наступлением максимума в течение года. Годовое изменение этой погрешности находится в прямой зависимости от годового изменения суточной амплитуды температуры воздуха, которое для Петрограда в среднем за период с 1913 по 1917 г.г. равно.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
6°0	5°8	6°7	6°8	8°5	8°4	7°9	7°0	6°2	4°8	3°7	5°8

В местах, где суточная амплитуда температуры воздуха и годовое ее изменение больше, очевидно и величина погрешности при определении суточных максимумов температуры по срочным наблюдениям значительно увеличится. Для иллюстрации приведу данные только для трех станций Европейской России, находящихся в различных климатических условиях: Архангельска, Пензы и Ташкента. Суточная амплитуда температуры воздуха в среднем за год, судя по наблюдениям с 1913 по 1917 г.г. в этих местах достигает в Архангельске  $7.5^{\circ}$ , в Пензе  $-9.1^{\circ}$  и в Ташкенте  $-13.1^{\circ}$ . Различие этих мест сказывается также и в годовом изменении этой величины:

## Суточная амплитуда температуры воздуха.

(Среднее с 1913 по 1917 г.г.).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Mx.	Min.	Разность.
--	----	-----	------	-----	----	-----	------	-------	-----	----	-----	------	-----	------	-----------

Архангельск . . . . .	7.5	7.6	7.7	8.7	7.6	9.5	9.8	8.3	6.3	4.8	5.6	6.1	9.8	4.8	5.0
Пенза Уч. Сад. . . . .	6.7	7.6	7.7	9.5	11.4	12.2	12.4	10.6	10.1	8.8	5.5	6.4	12.4	5.5	6.9
Ташкент . . . . .	10.4	9.8	12.5	12.9	14.6	16.9	17.7	18.2	18.9	14.5	11.5	9.4	18.9	9.4	9.5

В связи с этим и разности, полученные при сравнении суточных максимумов, определенных по максимальному термометру и по срочным наблюдениям в этих пунктах несколько больше, нежели в Петрограде.

Максимум по максим. термометру—максимум по срочным наблюдениям:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Петроград . . . . .	0.98	0.47	0.67	0.92	1.10	1.08	1.03	0.85	0.75	0.60	0.26	0.29
Архангельск . . . . .	0.50	0.55	0.87	0.96	0.98	1.41	1.24	1.09	0.82	0.45	0.40	0.46
Пенза . . . . .	0.76	0.81	0.89	1.37	1.56	1.68	1.89	1.54	1.21	0.92	0.47	0.40
Ташкент . . . . .	1.24	1.42	1.70	1.97	2.26	2.46	2.68	2.82	2.41	1.79	1.42	1.32

Следовательно в тех местах, где суточный ход температуры воздуха выражен более резко преимущество пользованием максимальным термометром становится еще очевиднее, необходимо только, чтобы наблюдатель осторожней с ним обращались и следили бы затем, чтобы последний занимал бы строго горизонтальное положение, необходимое для предупреждения перемещения столба ртути.

А. Рождественский.

Март 1921 г.

## Наблюдения над температурой почвы.

Мои работы на Московской Областной Сельско-Хозяйственной Опытной Станции все более и более приводят меня к заключению, что с постановкой наблюдений над температурой почвы не все обстоит благополучно. И целый ряд возражений, которые делают против этих наблюдений метеорологу почвоведы и агрономы, действительно существенны. Сомнения вызывает все: и системы термометрических установок, и глубины установок термометров, и сроки наблюдений.

Действительно, обычные почвенные термометры Савинова, Шукевича или вытяжные в эбонитовых и всяких других трубках обычно ставятся в почву с нарушением ее строения, что искажает получаемые результаты. Меньше всего относится это к термометрам Савинова и Шукевича, которые можно установить с минимальным нарушением этого самого строения. Стоит только сделать предварительно отверстие в почве инструментом типа пробочного пробойника, диаметр которого точно соответствует термометру и последний можно поставить в вырез довольно плотно. Эти установки до глубины в 25 см., по личным наблюдениям, работают вполне прекрасно, на больших глубинах установка уже рискованна. Если сделать отверстие строго соответствующим диаметру термометра, то при установке получается большое трение термометра о стенки выреза, несмотря на смачивание

водой, что часто приводит к катастрофе. При больших же отверстиях, когда термометр в них входит свободно, затекает дождевая вода, холодный воздух и показания становятся сомнительными. В рыхлом пахотном слое, обычно после двух-трех дождей почва оседает и довольно плотно облегает термометр. В плотных же почвах это так и остается на все лето.

Сказанное относится к термометрам Шукевича, с которыми трудностей еще больше, так как устанавливать их приходится на большие глубины.

Относительно установок термометров в вытяжных трубках возражений еще больше. Обычно трубы делаются с широкими медными дисками на конце, так что невольно надо сверлить почву буром диаметром около 12-15 см. Затем после установки термометров, засыпать ямку вынутой землей. Все это ведет к тому, что через взрыхленную почву будет легче просачиваться вода, будет создаваться повышенная влажность почвы около термометра, а следовательно и показания термометра не будут соответствовать действительности.

Наиболее сомнительными являются наблюдения над температурой поверхности почвы. Согласно разнообразным инструкциям и разъяснениям высококомпетентных лиц, поверхностные термометры надо класть на поверхность почвы так, чтобы половина резервуара находилась в почве, половина на воздухе. Ухитриться установить так термометр на сухой твердой почве, не рискуя раздавить его и порезать пальцы, довольно трудно. Приходится слегка рыхлить почву и в этот порошок класть термометр. Через сутки-две порошок осадет или будет выдут ветром и термометр опять будет едва касаться почвы. Кроме того, излучение оставшейся на воздухе половины у ртути и спирта несколько отличаются и показания минимального и обычного ртутного термометров на поверхности почвы обычно расходятся. Нужно думать поэтому, что в большей части показания этих почвенных термометров дают такое же представление о температуре поверхности почвы, как те огромные метровые термометры, наполненные синей жидкостью и выставленные на солнцепеке, дают представление о температуре воздуха.

Наиболее целесообразным выходом из создавшегося положения, пожалуй, будет применение электрических почвенных термометров. На Опытной Станции я пробовал два типа таких установок, основанные на изменении электропроводности с температурой и на термотоке.

Схема первой установки была следующая: одно плечо мостика Уитстона делалось из платиновой проволоки диаметром 0,05 мм., остальные плечи были из манганина. Платиновая проволочка наматывалась на винтовую вырезку на выточенном из кости цилиндре  $6 \times 15$  мм. Все покрывалось лаком и вставлялось в маленький медный цилиндр с опилками. Последний в свою очередь надевался на стеклянную трубку, внутри которой и шли соединительные провода.

Установка была выполнена механиком Метеор. Отд. П. П. Надеевым и работала удовлетворительно. Недостатки заключались в малой чувствительности бывшего в нашем распоряжении гальванометра, почему приходилось давать сильные токи, а это вело к нагреванию тонкой платиновой проволочки и смещению точки нуля на шкале реохорда. Другой недостаток обнаружился позднее — это плохой контакт — повидимому от загрязнения ползунка с проводом реохорда, в особенности при слабых токах. Повидимому для надежности контакта, последний должен быть ртутным.

Второй тип установки основан на термотоке. К простому деревянному или эбонитовому стержню привинчивалась медная пластинка, к которой припаяна железная или константановая проволока с одной стороны, медный провод с другой. Оба провода по желобку на стержне выходят наружу и идут ко второй такой же паре, помещенной в сосуд с водой. Конечно, все провода соответствующим образом изолированы, сосуд с водой стоит в особом ящике-термостате и т. п. Чувствительный гальванометр с подвижной катушкой работы Сименса и Гальске, при расстоянии зеркала от шкалы в 150 см. дает уже ненужную чувствительность в одну-две сотых градуса. Сама установка приемника в почву делается таким образом: металлической трубкой делается отверстие в почве, в которое плотно вгоняется стержень со спаев. Установка еще только испытывается.

Второе уязвимое наше место—это выбор глубин для установки термометров. Обычные шкалы: обсерваторская 1, 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320 см. и Броунова 1, 10, 25, 50 и 100 см. мало удовлетворяют почвоведов. Первый набор глубин имел свой смысл (глубины с 5 см. возрастают вдвое), термометры устанавливались в однородном слое в специально вырытых глубоких ямах и засыпанных песком. Такие наблюдения, произведенные в искусственной песчаной, назовем ее условно «почве», в разных климатических условиях показывают, как эта «почва» в термическом отношении реагирует на различные климатические условия.

Но когда стали ставить почвенные термометры на одни и те же глубины в естественную почву, то получилось неладное. Термометры на одной и той же глубине попали в разные почвенные горизонты в разных климатических зонах. И таким образом показания их стали в зависимость от двух различных условий: от климата и характера почвы. И расчленить их влияние, поскольку те или иные тепловые явления зависят от климата, поскольку от свойств почвы, довольно трудно. А насколько могут быть различные тепловые условия в разных почвенных горизонтах в одном и том же месте можно видеть хотя бы из приводимых ниже данных полученных следующим образом. На залеженной, давно непаханной, площадке были выделены рядом два участка в 4 кв. метра каждый. На одном из них был удален только, самый верхний слой дерна сантиметра на два-на три только, чтобы обнажить почву от травы. В полученном однородном слое, мощностью около 15 см. или, как говорят почвоведы «в аккумулятивно-перегнойном горизонте», были поставлены термометры Савинова на 2, 5 и 10 см. С другого участка весь этот слой в 15 см. был удален до обнажения подзолистого горизонта. В нем также были поставлены термометры на те же глубины. Наблюдения велись ежечасно, в период максимума и минимума температуры.

Серия I, 28/29 июля 1924 г.

		Макс.	Мин.	Амплитуда.	В %/°	Влажность почвы.
Акк.-Перегнойный гориз.	2 см.	27,4	11,2	16,2	100	—
»	5 »	23,3	13,4	10,0	62	27%
»	10 »	22,1	14,6	7,5	46	25%
Подзолист. горизонт . . .	2 »	26,3	10,0	16,3	101	—
»	5 »	22,4	11,7	10,7	66	15%
»	10 »	20,8	13,0	7,2	48	17%

## Серия II, 6/7 августа т. г.

Акк.-перегнойный гориз.	2 см.	30,3	12,0	18,1	100	—
»	» 5	24,3	14,3	10,0	55	26%
»	» 10	23,3	15,4	7,9	44	23%
Подзолист. горизонт . . .	2 »	30,3	10,7	19,6	108	—
»	» 5	25,1	12,6	12,5	69	11%
»	» 10	22,8	13,9	8,9	49	12%

## Серия III, 27/28 августа т. г.

Акк.-Перегнойный гориз.	2 см.	16,7	8,2	8,5	100	—
»	» 5	13,6	9,5	4,1	48	27%
»	» 10	13,2	9,8	3,4	40	20%
Подзолист. горизонт . . .	2 »	16,0	8,0	8,0	94	—
»	» 5	13,5	8,6	4,9	58	19%
»	» 10	12,8	9,4	3,4	40	17%

## Серия IV, 4/5 сентября т. г.

В виду того, что окраска почвы была различна для уравнения условий поверхность почвы была посыпана тонким слоем песка в 3-4 мм.

		Макс.	Мин.	Амплитуда.	В %-%	Влажность почвы.
Акк.-Перегнойный гориз.	2 см.	20,5	10,8	9,7	100	—
»	» 5	17,2	11,6	5,6	58	32%
»	» 10	15,8	12,0	3,8	39	25%
Подзолистый горизонт . . .	2 »	19,9	10,3	9,6	99	—
»	» 5	17,5	11,2	6,3	65	17%
»	» 10	16,1	11,8	4,3	44	16%

Все четыре серии наблюдений показывают:

В аккумулятивно-перегнойном горизонте амплитуды колебаний температуры на глубинах меньше, чем в подзолистом горизонте.

Как более темноцветный, перегнойный горизонт прогревается сильнее.

Остывает он меньше подзола.

Скорость распространения тепловой волны по ежечасным наблюдениям до глубины в 10 см. была одинаковая.

Одной из причин указанного различия в тепловом режиме обоих горизонтов, повидимому, надо искать в различной влажности почвы. В подзоле она всегда меньше. Отсюда меньше его общая теплоемкость, отсюда меньший запас тепла в нем, и более скорое и сильное остывание в ночные часы.

Посыпка тонким слоем песка, повидимому, была не достаточна: тепловые условия от этого не выравнивались даже в поверхностном слое.

Третий вопрос—это о сроках наблюдений. Обычные сроки 7, 1, 9 рассчитаны на то, чтобы средние из трех указанных срочных наблюдений мало отличалось от средней, выведенной из ежечасных наблюдений. Посмотрим, что же получается для почвы. Вот наблюдения 20—21 июня 1924 г.

Температура воздуха на высоте 200 см.	Max.	Мин.	Среднее из наблюд. Ежечасн.	Срочн.
(Английская будка) . . . . .	23,2	9,7	—	—
»      » 5 см. . . . .	26,9(14)	7,5 (4)	18,0	18,6
Поверхность почвы . . . . .	49,5(13)	8,6 (3)	25,8	28,1
Глубина 5 см. . . . .	25,3(14)	9,4 (5)	18,3	19,5
»      10 » . . . . .	20,0(16)	15,8 (6)	18,8	18,5
»      25 » . . . . .	18,4(19)	16,4 (6)	17,2	17,1
»      50 » . . . . .	17,8(11½)	17,3(13)	17,4	17,3
»      100 » . . . . .	14,0(12)	17,7(—)	13,8	13,7
»      200 » . . . . .	9,7(—)	9,6(—)	9,6	9,7

Максимумы и минимумы приведены для одной и той же тепловой волны. На поверхности наибольшая температура наблюдалась в 13 ч. 20-го. С глубиной она запаздывает — в скобках показано время ее наступления — и как видно 100 сантиметровой глубины достигает только в 12 час. следующего дня. Следовавший за ней ночной минимум наблюдался на поверхности в 3 часа утра 21-го. Проследить его удалось только до глубины 50 см., где она наблюдалась в 13 часов. Что касается больших глубин, то многочасный ровный ход температуры не давал возможности определить время его прохождения.

Сравнивая среднее из ежечасных наблюдений и из срочных видим, что в нашем случае на поверхности почвы расхождение доходит до 2°,3 на глубине 5 см. на 1°,2, на 10 см. до 0°,3. Далее из-за малого суточного хода температуры расхождение незначительно. В одних случаях выше среднего из срочных наблюдений, в других из ежечасных. Таким образом для характеристики температурных условий верхних слоев почвы и сроки наблюдений не всегда пригодны.

Подведем итоги. Наши обычные наблюдения над температурой почвы пригодны лишь для характеристики погодных условий данного места в разные годы. Для сравнительной характеристики разных мест непосредственные наблюдения подходят очень мало. Возможно, что лучше для этого пользоваться отклонениями от средних многолетних.

Для характеристики тепловых свойств различных почв обычные наблюдения, вообще говоря, пригодны мало. Надо думать, что в данном случае более пригодны ежечасные наблюдения, хотя бы непродолжительные, но при разных условиях погоды и установки термометров (лучше электрических) с интервалами не больше 5 см.

C. Небольсин.

## К методике наблюдений над температурой почвы во влажных подвижных грунтах.

В таежных условиях Амурского края очень часто, а местами обычно грунт, начиная с 40-50 см. от поверхности земли и глубже представляет из себя пластичную, весьма влажную глину, так называемую «масигу». Эта глина-масига при рытье ям и канав выплывает из стен последних. Она обладает пластичностью в высокой степени и при большом содержании влаги имеет свойство от собственного веса и давления вышележащих слоев почвы перемещаться в горизонтальном и вертикальном направлениях, прорывая иногда поверхностный покров почвы и образуя так называемые «бугры выплыивания». В последних случаях глина-масига приобретает все свойства настоящих плывинов. Останавливаться на указанном явлении не будем, так как оно подробно описано многими исследователями края, в частности в трудах Амурской Экспедиции.

Наличие масиг и связанных с ними незаметными переходами настоящих плывинов крайне осложняет производство различных сооружений. С особенностями такого грунта пришлось столкнуться и при устройстве метеорологических станций: столбы и установки с инструментами непрерывно выпирало и перекаивало, так что требовался постоянный контроль и частые исправления.

В особенности же отмеченные свойства грунта отражались на состоянии почвенных термометров общепринятого в России типа — вытяжных в эbonитовых трубках. Эbonитовые трубки термометров, начиная, примерно, с 0.8 метров и глубже, под влиянием горизонтального движения пластичных грунтовых масс, подвергались деформации. В легких случаях ограничивалось настолько небольшим искривлением трубки, что лишь немногого затруднялся проход деревянной штанги с прикрепленным к ней термометром. В случаях более значительного искривления трубки термометр, следуя за изгибами канала, портился: стеклянная оболочка его покрывалась сетью трещин и наконец, распадалась. Одна эта причина заставляла иногда отказываться от продолжения наблюдений. Но во многих случаях перемещения частиц грунта были настолько значительны и энергичны, что эbonит трубки не выдерживал и разрушался, трубка заполнялась водой, и наблюдения прекращались. Такие случаи имели место на Бомнаке, Уланге, Пайканском складе и других станциях. От ряда весьма важных и интересных глубоких установок почвенных термометров пришлось отказаться именно по этим причинам (напр. на Пикане, Уланге).

В свое время Почвенно-Ботанический Отряд Амурской Экспедиции обратил на это явление должное внимание и тогда же было решено испытать степень пригодности более прочных, например, металлических, трубок для установки в таких местах, где не будут выдерживать эbonитовые.

В 1911 году была изготовлена в Петрограде железная трубка с точным сохранением диаметра и толщины стенок эbonитовых и установлена в Амурской губернии на Пикане.<sup>1)</sup> В 1912 году доставлены еще две такие же трубки и установлены на глубинах 1.0 и 2.0 метр. Все установки термо-

<sup>1)</sup> Метеорологическая станция Пикан лежит под 53°42' С. Ш. и 127°15' В. Д. от Гринвича.

метров в железных трубках были сделаны в ближайшем соседстве с эбонитовыми (не далее 2-3 метров для одноименных глубин).

На 1.5 метр. термометр скоро испортился и не был заменен, поэтому для данной глубины достаточного сравнительного материала нет. Для настоящего исследования использованы результаты параллельных наблюдений по термометрам в эбонитовых и железных трубках на глубинах 1.0 и 2.0 метр. с августа 1912 по декабрь 1922 года включительно. В январе 1916 года наблюдения по этим термометрам вообще не производились, а с мая того же года по сентябрь включительно не было наблюдений по термометру в эбонитовой трубке на глубине 2.0 метр. Таким образом, для глубины 1.0 метр. использован материал сравнительных наблюдений за 124, а для 2.0 метр. за 119 месяцев, причем для каждой глубины имеется по 9 полных лет наблюдений.

Переходим к результатам наблюдений. Для 9 месяцев и года железная трубка дает отклонения средних годовых от многолетней средней больше (до  $0^{\circ}10$  в январе) чем эбонитовая, в одном случае отклонения равны, а в двух они больше для эбонитовой (до  $0^{\circ}07$  в августе). Вероятная погрешность многолетних средних по термометру в железной трубке для 7 месяцев больше (на  $0^{\circ}01$ — $0^{\circ}03$ ), для 4 месяцев и года одинакова и для 1 месяца меньше (на  $0^{\circ}02$ ), чем для термометра в эбонитовой трубке.

Вероятная погрешность многолетних средних разности установки «эбонитовой — железной» за отдельные месяцы не превышает  $\pm 0^{\circ}04$ , а в большинстве случаев равна  $\pm 0^{\circ}02$ . В среднем выводе наибольшие разности равные или большие  $0^{\circ}10$  имеем в декабре, январе и феврале со знаком плюс и в июне со знаком минус. Они появляются тотчас после изменения знака температуры и удерживаются в течение периода, когда вертикальный температурный градиент в вышележащем слое почвы значителен. За отдельные годы зимние разности достигали  $0^{\circ}49$ , а летние —  $-0^{\circ}35$ . Зимние разности подвержены большим колебаниям, чем летние; наибольшую амплитуду колебания разности зимою имеем в январе ( $0^{\circ}52$ ), летом — в августе ( $0^{\circ}37$ ).

Средние за весь период наблюдений сроки наступления характерных моментов приводим в следующей таблице.

1.0 метр. термо- метр:	Максимум.	Минимум.	Средина периода с $0^{\circ}$	
			При оттаивании.	При замерзании.
Эбонитовый . . . .	29 — VIII.	20 — II.	7 — IV.	26 — XI.
Железный . . . .	29 — VIII.	18 — II.	4 — IV.	24 — XI.

Различие в сроках наступления этих моментов, как видим, не превышает 2-3 дней. Подробную таблицу дать для каждого года, послужившую для вычисления этих средних, не приводим, т. к. соотношение по отдельным годам почти не меняется.

Переходим к термометрам на глубине 2.0 метра. Только за октябрь среднее отклонение от многолетней для железной трубы меньше, чем для эбонитовой (на  $0^{\circ}02$ ), в остальных случаях железная трубка дает большее

отклонение (до  $0^{\circ}14$  в январе). В таком же соотношении находится и вероятная погрешность многолетних средних.

В январе и феврале вероятная погрешность средних разнится на  $0^{\circ}04$  —  $0^{\circ}05$ , в марте и апреле на  $0^{\circ}03$ , во все же остальные месяцы разница не превышает  $0^{\circ}02$ .

Разности обеих установок «эбонитовый-железный» дают вероятную погрешность в марте  $\pm 0^{\circ}07$ , в феврале  $\pm 0^{\circ}06$ , в январе и сентябре  $\pm 0^{\circ}05$ , в апреле  $\pm 0^{\circ}04$ , а в остальные месяцы и за год не превышает  $\pm 0^{\circ}03$ . В среднем выводе наибольшие разности «эбонитовый-железный», более  $0^{\circ}10$ , имеем в январе, феврале и марте со знаком плюс и в августе, сентябре и октябре со знаком минус. Значительные по абсолютной величине разности появляются как и на предыдущей глубине, тотчас после изменения знака температуры, когда температура почвы особенно значительно разнится по вертикали до этой глубины. За отдельные годы зимние разности достигали  $0^{\circ}73$  (1915 г.), а летние —  $-0^{\circ}76$  (1912 г.).

Средние за весь период наблюдений сроки наступления характерных моментов приводим в следующей таблице.

2.0 метр. термо- метр.	Максимум.	Минимум.	Средина периода с $0^{\circ}$	
			При оттаивании.	При замерзании.
Эбонитовый . . . .	21 — IX.	23 — III.	1 — VIII.	25 — I.
Железный . . . . .	18 — IX.	23 — III.	27 — VII.	16 — I.

Более или менее заметно разнится только среднее наступление нуля, особенно при замерзании — для термометра в железной трубке оно на 9 дней раньше, чем для эбонитового.

Зимние разности «эбонитовый-железный» оказались для обоих глубин значительно больше летних потому, что зимняя температура почвы сама по себе гораздо изменчивее летней. Например, по эбонитовым термометрам на 1.0 метр. средняя температура наиболее холодного месяца февраля колебалась за весь период наблюдений в пределах  $6^{\circ}50$  (от  $10^{\circ}75$  в 1922 г. до  $-4^{\circ}25$  в 1914), а за наиболее теплый месяц август в пределах только  $3^{\circ}41$  (от  $5^{\circ}92$  в 1922 г. до  $9^{\circ}33$  в 1916 г.); на глуб. 2.0 метр. температура марта колебалась в пределах  $4^{\circ}42$  (от  $-4^{\circ}69$  в 1922 г. до  $-0^{\circ}27$  в 1914), а температура сентября в пределах только  $2^{\circ}15$  (от  $1^{\circ}56$  в 1913 г. до  $3^{\circ}71$  в 1920). Точно также вертикальный температурный градиент по годам зимою изменился сильнее, чем летом. Одно из причин большей изменчивости почвенных температур и разностей «эбонитовый-железный» зимою является непостоянство снегового покрова в связи с его незначительной мощностью.

Не останавливаясь на влиянии снегового покрова на самую температуру почвы, сравним в нижеследующей таблице среднюю за декабрь, январь и февраль мощность снегового покрова (в см.) с разностями показаний термометров «эбонитовый-железный» для 1.0 метр. в среднем за декабрь и январь, а для 2.0 метр. в среднем за январь и февраль.

	1912 — 913	1913 — 914	1914 — 915	1915 — 916	1916 — 917	1917 — 918	1918 — 919	1919 — 920	1920 — 921	1921 — 922
Снег. покр. . . . .	8	17	8	4	12	18	20	19	15	3
Разн. на 1.0 м. . . .	0.42	0.26	0.47	—	0.02	0.09	0.16	0.12	0.14	0.24
“ на 2.0 м. . . .	0.52	0.30	0.60	0.66	0.16	0.04	-0.10	0.02	-0.03	0.06

Связь величин разностей с мощностью снегового покрова несомненна.

Настоящее исследование имеет, главным образом, практическую задачу, поэтому, не осложняя его анализом коэффициентов теплоемкости и теплопроводности элементов, слагающих почву и материал трубок, ограничимся более простым и наглядным сопоставлением.

Прежде всего необходимо установить—насколько практически велики полученные нами разности «эбонитовый-железный». Критерием могут до некоторой степени послужить результаты наблюдений в Павловске, где два пункта, лежащие в расстоянии 1.0 метра один от другого, в течение 8 лет давали для глубины 1.6 метра весьма устойчивые разности температур, не зависящие от конструкции термометров. Мы берем эти средние разности в том виде, в каком они опубликованы в книге Э. Лейста «О температуре почвы в Павловске» на стр. 33, изменения лишь порядок сравниваемых пунктов—вместо «южный-северный» мы берём «северный-южный» (графа А в нашей таблице); ниже в той же таблице приводим разности «эбонитовый-железный» полученные на Пикане, для глубины 2.0 метр. (графа Б) и для глубины 1.0 метр. (графа В). В четвертой строке той же таблицы (графа Г) приводим разности показаний термометров в Павловске на глубине 0.8 метр. «глиняный-медный», вычисленные нами по материалам, опубликованным на стр. 71 и 73 названной книги.

### Разности показаний почвенных термометров.

	Январь.	Февраль.	Март.	Апрель.	Май.	Июнь.	Июль.	Август.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.	Год.
А. Павловск, 1.6 метр, северный-южный.	0.24	0.24	0.23	0.13	-0.05	-0.24	-0.28	-0.25	-0.10	-0.11	0.16	0.19	0.03
Б. Пикан, 2.0 метр, эбонитовый - же- лезный. . . . .	0.14	0.24	0.21	0.08	0.03	0.02	-0.02	-0.43	-0.46	-0.23	0.00	0.06	-0.04
В. Пикан, 1.0 метр, эбонитовый - же- лезный. . . . .	0.21	0.10	0.03	-0.01	-0.02	-0.20	-0.06	-0.01	0.04	0.07	0.06	0.21	0.04
Г. Павловск, 0.8 метр, глиняный-медный.	2.68	2.63	1.68	0.00	-1.55	-1.63	-0.65	-0.38	-0.05	0.24	0.25	1.30	0.38

Достаточно беглого взгляда на таблицу чтобы увидеть, что разности температур по термометрам «эбонитовый-железный» на Пикане в общем не превосходят разности графы А, зависящие лишь от удаленности одной установки от другой на 1.0 метр. С другой стороны разности двух пар термометров, из которых в каждой паре по одному металлическому, при незначительной разнице в глубине установки (графы В и Г), дают очень большое расхождение; в Навловске на глуб. 0.8 метр. в сухом песчаном грунте разности «глиняный-медный» достигают в январе  $2^{\circ}68$ , в июне— $1^{\circ}63$ , тогда как на Пикане во влажном глинистом грунте на глубине 1.0 метр. разности в те же месяцы по абсолютной величине соответственно на  $2^{\circ}47$  и  $1^{\circ}43$  меньше.

Из всего изложенного мы делаем следующий практический вывод.

Термометры в железных, вообще металлических, трубках для наблюдений над температурой сухих малотеплоемких почв, конечно, непригодны, но там в них нет и необходимости. В теплоемких же богатых влагою пластичных грунтах показания их свободны от существенных погрешностей.

Мы далеки от мысли рекомендовать применение железных трубок во что бы то ни стало, но считаем их вполне уместными там, где вследствие значительной влажности и подвижности грунта эбонитовые могут оказаться недостаточно прочными.

П. Колосков.

## Испарение снега.

Непосредственных измерений над испарением снега в соответственных условиях до сих пор произведено немного. Наблюдения Рольфа в Шведской Лапландии и измерения, поставленные на лесной опытной станции в горах Центральной Utah, пожалуй все, что было отмечено в литературе за последнее время.

Рольф при своих работах применял плоские наполненные спегом жестяные ящики, площадью 620 кв. см., которые погружались вровень с поверхностью снега. Ежедневным взвешиванием определялась убыль или прибыль в весе, т. е. узнавалось, произошло ли испарение или конденсация. Измерения с декабря 1905 г. по июль 1906 г. показали, что зимою и летом преобладала конденсация, а весною — испарение, достигая 0.1—0.2 мм. за сутки зимою и несколько больше в теплое время; днем испарялось больше, чем ночью.

При исследованиях в Северной Америке употреблялись цилиндрические стеклянные банки (диаметром 16 см., глубина 25 см.), которые наполнялись снегом до верха и опускались в снег вровень с его поверхностью. Опыты были поставлены на ровной открытой площадке среди осинового леса на значительной высоте над уровнем моря под  $40^{\circ}$  с. ш. Взвешиваниями, производившимися дважды в сутки в течение 27 дней ноября и декабря 1915 г. и 11 дней февраля 1916 г., определена убыль от испарения за это время. Перечисляя по этим данным испарение на весь год найдено, что в названную зиму снеговой покров потерял  $14\%$  (76 мм.) всего запаса влаги испарением, которое в общем следовало изменениям температуры.

Таким образом, указанные наблюдения, произведенные при разных условиях и в разные времена года дали несогласные результаты.

Чтобы подойти ближе к рассмотрению процессов, каковые имеют место со снеговым покровом в более умеренных широтах, напр. в районе Ленинграда, на Метеорологической Обсерватории Лесного Института замою 1918 года были поставлены наблюдения над испарением снега по образцу американских.

Стеклянная плоская чашка, немного лишь уступающая по площади юждемеру и глубиною 7 см., наполнялась до верху снегом и погружалась в снеговой покров так, чтобы верхний край ее был на уровне поверхности снега. Площадка метеорологической станции, где производились измерения, представляет небольшую полянку, окруженную невысокими деревьями. Ежевечно во время срочных наблюдений взвешиванием определялась убыль или прибыль в зависимости от того, имело ли место испарение или конденсация. Во всех случаях, когда снег в испарителе заметно оседал или отставал от краев испарителя, последний снова наполнялся свежим снегом. Опыты были составлены в январе 1918 года и продолжались вплоть до полного исчезновения покрова (до 14 апреля). В течение января и февраля частые метели и снегопады мешали точному учету испарения, почему за эти месяцы изменения не приняты во внимание. Наблюдения в марте и апреле вполне належны и дали величины, приведенные в следующей таблице в виде сумм испарения (—) и конденсации (+) отдельно по месяцам и по срокам.

<i>M A R T.</i>	7 ч. у—1 ч. д.	1 ч.—9 ч. в.	9 ч. в.—7 ч. у.	Сумма.
Испарение — . . .	124.9 гр.	79.6	14.3	218.8
Конденсация + . . .	6.6	29.3	38.1	74.0
<i>Разность</i> . . .	—118.3	—50.3	+23.8	—144.8

<i>A P R E L</i> (1—14).				
Испарение (—) . . .	24.1	28.7	20.5	73.3
Конденсация (+) . . .	27.1	40.7	29.0	96.8
<i>Разность</i> . . .	+ 3.0	+12.0	+ 8.5	+23.5

В марте вообще преобладает испарение, и наиболее сильно оно было выражено до полудня; после полудня испарение уменьшается и соответственно повышается конденсация, что, повидимому, надо поставить в связь с увеличением в послеполуденные часы содержания паров в нижних слоях воздуха, которые стремятся снова осесть на снег. Это оседание продолжается и ночью, когда оно даже берет перевес над испарением. В итоге всего за март конденсацией возвращено обратно снегу  $\frac{1}{3}$  количества всей влаги, потерянной из него испарением.

В апреле месяце, когда с повышением температуры возрастает и содержание водяных паров в атмосфере, испарение заметно слабеет и заметно повышается конденсация, так что в общем итоге последняя превышает испарение.

Таким образом позднею весною при энергичном таянии снега он больше конденсирует влагу, чем испаряет. Освобождающееся при этом тепло способствует еще более интенсивному таянию. Зимою, повидимому, наоборот сильнее развито испарение.

Наибольшее испарение, отмеченное за сутки, достигало 20—22 гр., наибольшая конденсация 15—16 гр., что соответствует слою воды примерно в 0.5 мм. и 0.3 мм.

Испарение с поверхности снега мысленно в тех случаях, когда упругость паров в воздухе над снегом меньше, чем упругость паров, насыщающих пространство, при температуре поверхности снега. Если же абсолютная влажность воздуха больше, то должна наступить конденсация. Это соответствие наглядно подтверждается сопоставлением полученных данных с разностями между абсолютными влажностями и упругостью паров, насыщающих пространство при температуре поверхности снега. Чтобы более приблизиться к действительным условиям взяты полусуммы разностей за два смежных срока и сопоставлены с испарением за этот же промежуток времени. В результате этих вычислений по ступеням получились следующие величины:

Абс. вл.—Упр. пар. при

$t^{\circ}$  пов. снега . . . -1.38 -0.81 -0.28 +0.17 +0.65 +1.67 мм.

Испарение (—), Конден-

сация (+) . . . -1.17 -0.60 -0.07 +0.17 +0.35 +1.26 гр.

Действительно полученная зависимость может быть выражена линией весьма мало отличающейся от прямой и вполне определенно указывает, когда можно ожидать в природе процессы испарения, а когда конденсации.

В своей работе П. А. Мюллер, разбирая подобные данные о влажности и упругости паров зимою над снегом (21/XII—28/I) для Екатеринбурга считает, что испарение должно иметь перевес (73% всех случаев) над конденсацией.

Большинство исследований таким образом, указывают на преобладание зимою испарения со снега, только Рольф для Шведской Лапландии дает перевес конденсации. Весною, по наблюдениям в Лесном преобладает конденсация, которая в Лапландии преобладает лишь летом. Наблюдения в Лесном дают также значительно меньшие величины испарения, чем в Америке. Повитому причине всех этих разногласий кроется в местных условиях—для Лапландии в близости к незамерзающему океану, а для Америки в низкой широте и значительной высоте над уровнем моря.

Л. Рудович.

## О деформациях облачности во время полярных сияний.

В августе 1921 г. наблюдателем—метеорологом А. А. Мещериным были переданы мне записи и рисунки полярных сияний, полученных им на радиостанции Карского моря «Югорский Шар» за период 5—22 сентября 1920 г. За этот период им описано 9 сияний, при чем одно из них, а именно 21—22 сентября представляет большой интерес по облачным изменениям, происходившим во время сияния. А. А. Мещерина в этом сиянии и заинтересовали именно облачные изменения, поэтому он его пронаблюдал с особенной тщательностью, описывая и зарисовывая явление очень подробно, иногда

через 5 минут времени и начиная с 20 ч. 50 м. 21-го по 3 ч. 45 м. 22 сентября т. е. от вечерней до утренней зари.

Так как вопрос о влиянии полярного сияния на облачность—вопрос первостепенной важности в теории сияний и еще окончательно не объясненный, первичное ли это явление, вызываемое проникновением в вашу атмосферу в частиц излучаемых солнцем, или что гораздо вероятнее, вторичное, земного происхождения, то я и привожу ниже без всяких изменений описание сияния, сделанное А. А. Мещерином.

Полярное сияние 21—22 сентября 1920 года.

20 ч. 50 м. Начало сияния. На  $W$  еще не погасла вечерняя заря, на  $NW$  вспыхнул и погас столб высотою  $45^{\circ}$ , затем ближе к  $W$  вспыхнул второй более короткий столб. Облачность 5  $St$ , располагающиеся по горизонту со всех сторон. Ветер  $SSW$  15 м/с.

21 ч. 00 м. На  $NW$  стороне на фоне вечерней зари вспыхивают и затухают столбы, достигающие в высоту до  $50^{\circ}$ . С  $E$  до  $N$  обрисовываются две светлых каймы; одна начинается непосредственно у горизонта и имеет в высоту  $10^{\circ}$ , над ней идет темный кольцевой просвет шириной  $5^{\circ}$ , над просветом опять кайма шириной  $5^{\circ}$ .

Интенсивность света нижней каймы больше, чем верхней. Свет белый. Переход за  $N$  свет обоих погас, сливается с вечерней зарей.

21 ч. 10 м. Осталась одна только верхняя кайма, несколько приподнявшаяся вверх; у  $E$  соприкасается с горизонтом. Между ней и горизонтом вспыхивают столбы. Между  $N$  и  $NW$  вспыхивают столбы более интенсивные, чем на  $E$ , т. к. не смотря на вечернюю зарю они яснее. Вечерняя заря продолжается и начиная от  $N$  растворяет кайму.

21 ч. 15 м. Густые  $St$  закрыли  $WNW$  и  $N$ . На  $NNE$  вспыхивают слабые столбы. Кайма исчезла; вместо нея—однообразный белесоватый свет. Вечерняя заря продолжается. Ветер такой-же.

21 ч. 25 м. Все небо покрыто густыми облаками вида  $SCu$ , двигающимися от  $W$ . По мере приближения к зениту валы  $SCu$  начинают радиировать к  $N$ . Сияние закрыто облаками; только на  $NNE$  видны сквозь облака отдельные вспышки сияния.

21 ч. 35 м. Сквозь облака видны проблески лучей сияния более интенсивные на  $W$ , чем на  $E$ ; на  $NW$  видны столбы, проскакивающие между облаками. Высота столбов до  $60^{\circ}$ . Ясно выражена радиация облаков к  $N$ . Заря не видна.

21 ч. 50 м. Сквозь тонкие облака, рассыпанные поверх мощных  $SCu$ , заметно, что сияние усиливается и на  $NW$  стороне имеет красноватый оттенок. Двигающиеся с  $WSW$  мощные  $SCu$ , дойдя до высоты  $45^{\circ}$ , начинают вытягивать отрог на  $N$ .

22 ч. 00 м. Только по освещению облаков можно сказать, что сияние стало интенсивнее. Облака делаются более однообразными и подходящими к  $St$ —они как бы размываются.

22 ч. 15 м. Облака все более и более принимают вид сплошных  $St$ . На  $NNW$  облака светятся слабым светом, который образует полукруг высотою  $5^{\circ}$ . Ветер  $SSW$  15 м/с.

22 ч. 30 м. Облачность 8. В зените чисто. Радиация к  $N$ . Белесоватая пелена сияния захватывает Б. Медведицу. Отдельные, вспыхивающие на  $NNW$  столбы заходят за зенит на  $15^{\circ}$ .

22 ч. 40 м. С Е-ой стороны облачность меньше. Радиирующие к облака вращаются около N, как окою центра и тают при этом, точно и расбрасывает с чертова колеса. Белесоватая полоса сияния уменьшается в высоту; она доходит только до Б. Медведицы. На NNW столбы всыхают и затухают. На Е-ой стороне, где небо чище, видна белесовата яркая пелена. Ветер SSW — 15м/с.

22 ч. 50 м. Радиация исчезает. Из-за облаков всыхивает большое число столбов на пространстве между WNW и NE. На E и у Б. Медведицы белесоватая пелена. Интенсивнее столбы на NNW, здесь они ярче и при всыхивании переходят за зенит.

23 ч. 10 м. Облачность увеличилась. Радиация исчезла. От SSW до ESE все небо затянуто облаками St, неодинаковой плотности. Сквозь менее плотные облака проходит свет сияния. От SE до S небо ясно.

23 ч. 30 м. Облака у зенита сдали к N. Граница их расположения Б. Медведица, от которой к зениту чисто; вид облаков St. У зенита между NNE и NW пограничная линия облаков распушилась в сторону S и облака в этом месте походят на наэлектризованные волосы, от NNE к E пограничная полоса облаков у зенита переходит в вид ACu. Светлая пелена сияния видна поверх этих облаков на 5°. На NW эта пелена ярче, чем в других местах. Облака WSW надвигаются на зенит. Ветер S 15 м/с.

23 ч. 37 м. Все небо, за исключением небольшой NE-ой части, покрыто облаками. В небольшой просвет на NE видно интенсивное сияние, имеющее светло-зеленый оттенок. Облака на нижней стороне просвета распустились в сторону зенита.

23 ч. 45 м. Облачность 10 St—неодинаковой плотности. Сквозь менее плотные слои облаков обозначается сияние.

23 ч. 52 м. Облака уплотнились. Сквозь них сияние еле заметно.

24 ч. 00 м. St переходят в SCu, валы которых радиируют к N. Опять образуются просветы, через которые видно сияние, более интенсивное на NE, чем на NW.

0 ч. 10 м. 22-го сентября. Радиация нарушилась. Радиирующие валы SCu рассыпались и образуют более однообразные St. Сквозь менее плотные облака просвечивает сияние. На NE оно кажется более интенсивным, чем на NW.

0 ч. 18 м. Дождь перестал. Облачность 10.  $\frac{St^0}{St^2}$  — верхние облака — нижние облака. Нижние более мощные слои St начинают радиировать, но точка радиации передвинулась к NNE. Сияние просвечивает сквозь более тонкие облака. Ветер S 15 м/с.

0 ч. 26 м. ●° Радиирующие к NNE облака вида SCu, сделались нежнее и распутились по периферии. Надвинулось с WSW плотное Nb и совершенно закрыло сияние.

0 ч. 37 м. Дождь перестал. Радиирующие облака имеют вид трех пучков, растрепанных на периферии. Сияние еле просвечивает. Облака начинают располагаться более однообразным слоем, приближаясь к виду St.

0 ч. 45 м. Радиирующие облака вращаются около точки радиации распыляясь и растаивая при этом. Сияние мигает, просвечивая сквозь более тонкие облака верхнего St. В эти моменты на фоне верхних St резко вырисовываются нижележащие, радиирующие облака, которые продолжают таять.

1 ч. 00 м. Небо сплошь затянуто облаками вида *St*. В стороне сияния, у горизонта *St* светлее, чем в остальной части неба. Распространение свежей части по горизонту от *WNW* до *NE* в высоту 15°. Ветер *S* 15 м/с.

1 ч. 15 м.  $\oplus^{\circ}$ , как из сита. Облака все более и более располагаются сплошным слоем, который несколько светлее в стороне сияния, чем в остальной части неба.

1 ч. 30 м. То-же, что и в 1 ч. 15 м.

1 ч. 45 м.  $\bullet^{\circ}$ . Облака ровным слоем покрывают все небо. Цвет везде одинаков. Просвечивания в стороне сияния нет. Ветер *S* 15 м/с.

2 ч. 00 м. То-же.

2 ч. 15 м. То-же.

2 ч. 30 м. То-же.

2 ч. 45 м. То-же.

3 ч. 00 м. То-же.

3 ч. 15 м. Дождь перестал. Остальное то-же.

3 ч. 30 м. Облачность 10 *St* — ровный слой. Ветер 15 м/с. На *E* у горизонта облака светлеют. Заря.

3 ч. 45 м. Заря усиливается. Наблюдения закончили.

Координаты места наблюдения «Югорский Шар»  $\phi = 69^{\circ}50' N$ ,  $\lambda = 60^{\circ}46'$  к *E* от Гринвича. Время в описании дано среднее местное. Высота лучей и отдельных частей сияния определялась на глаз. Скорость и направление ветра взяты по флюгеру с доской Вильда, находящимся при метеорологической станции.

Как видно из описания, сияние началось в 20 ч. 50 м. 21-го сентября, на *NW* вспыхнувшими столбами; облачность в это время 5 *St*, кругом, по горизонту, т. ч. весь зенит и пространство кругом него чисты. К 21 ч. 15 м. все небо покрылось густыми облаками *SCu*, двигающимися от *W*. Наблюдатель отмечает, что по мере приближения к зениту облака начинают радиоровать к *N*. В 21 ч. 35 м. отмечено, что столбы сияния в сплошном облачном покрове проскакивают в прорыве между облаками. Радиация облаков ясно выражена к *N*. Если наблюдатель не ошибается, то здесь очень интересна отметка о том, что сияние видно ниже облаков.

В 21 ч. 50 м. интересно следующее: двигающиеся от *WSW* мощные *SCu* дойдя до высоты 45° начинают вытягивать отрог на *N*. К 22 ч. 00 м. облака перешли в *St* и как бы разливаются. К 22 ч. 30 м. облачность 8; в зените чисто и отмечена радиация на *N*. Чрезвычайна интересна следующая запись в 22 ч. 40 м. «Радиирующие к *N* облака вращаются около *N*, как центра и тают при этом, точно их расбрасывает с чертова колеса»<sup>1)</sup>. То, что в этом случае наблюдатель сравнивает вращение облаков с чертовым колесом, показывает, что явление было действительно ясно выражено и вполне реально. В 22 ч. 50 м. и 22 ч. 10 м. отметки, что радиация исчезла, но к 23 ч. 30 м. наблюдаются опять интереснейшие явления в облаках; наблюдатель отмечает, что от зенита к *N* появился просвет в *St* «у зенита пограничная линия облаков расщепилась в сторону *S* и облака в этом месте походят на наэлектризованные волосы». Такая же отметка о «распущенности» края облаков в просвете, в сторону зенита сделана

<sup>1)</sup> Фейерверк.

в 23 ч. 37 м.; затем облака уплотняются переходя в *St*, но к 24 ч. 00 м. начинают переходить в *SCu* «валы которых радиируют к N.»

В 0 ч. 18 м. 22 сентября указывается, что имеется 2 яруса облаков *St*, верхний тонкий и нижний плотный слой, нижние облака *радиируют на NNE*.

0 ч. 26 м. и 0 ч. 37 м. опять помечено «распушение облаков», а в 0 ч. 45 м. указано, что *радиирующие облака вращаются около точки радиации*, распыляясь и расставаясь при этом. Затем облака уплотняются все более и более, принимая вид *St*. С 0 ч. 26 м. помечен слабый дождь и таковое состояние облачности сохраняется до утренней зари.

Приведенное выше описание изменений в облаках (форме и движений) убедительно говорит за то, что безусловно причиной всех изменений является полярное сияние. Давно еще многими исследователями полярных стран указывалось на то, что существует несомненная связь между явлением полярного сияния и облаками *Ci*, *CiS*, *CiCu*; некоторые высказали даже ту мысль, что сияния именно и обусловлены присутствием этих облачных форм.

Неоднократно также отмечалось, что с наступлением темноты полосы *Ci* обращались в лучи сияния, а утром, с рассветом, наоборот.

Мною был описан случай<sup>1)</sup>, когда во время полярного сияния, *Ci*, разбросанные по небу беспорядочно, в течении нескольких минут перестроились по лучам сияния; причем где лучи сияния были более интенсивны, там и *Ci* получались более плотные. Там же мною было описано другое явление—зарождение и исчезновение облаков формы *ACu*, явно под действием лучей сияния.

Все эти случаи наглядно говорят, что иногда существует какое то влияние полярного сияния на облака не только высоких, но и низких форм.

Полярное сияние 21—22 сентября, которое сопровождалось такими интересными пертурбациями в низких облаках, совершенно не сопровождалось возмущением земного магнетизма, что видно из прилагаемой таблицы, дающей величины элементов земного магнетизма по записям магнитографа Павловской Обсерватории с полудня 21 по полдень 22 сентября.

**Таблица элементов земного магнетизма 21-22 Сент. 1920 г. для Павловска.**

Время средн. Югор- ского шара.	Склонение.	Горизонт. сост.	Вертик. сост.
Сент. 21 12 ч. д.	— 2° 44'8	1.5960 гаусс	4.6898 гаусс
1	42.9	956	899
2	40.5	957	897

<sup>1)</sup> Н. Н. Калитин. «О наблюдении северных сияний в связи с сиянием 8 марта 1918 г. Мироведение 1918 г. № 3».

Время средн. Югор- ского шара.		Склонение.	Горизонт. сост.	Вертик. сост.
Сент. 21	12 ч. д.	— $2^{\circ} 44'8$	1.5960 гаусс	4.6818 гаусс
	3	39.6	954	898
	4	39.1	950	901
	5	39.5	957	905
	6	40.9	963	909
	7	43.5	969	911
	8	45.5	976	911
	9	44.5	976	910
	10	44.5	980	908
	11	45.6	972	908
	12 н.	45.1	973	907
Сент. 22	1 н.	44.4	978	904
	2	44.5	978	897
	3	44.5	982	894
	4	43.3	973	895
	5	46.2	975	897
	6	46.5	1.5981	898
	7	45.9	1.6004	900
	8	46.3	1.6001	897
	9	47.0	1.5981	898
	10	41.0	966	901
	11	44.9	959	900
	12	— $2^{\circ} 44'1$	1.5966	4.6901

Время в таблице дано среднее—Югорского Шара.

Как видно из этой таблицы все три элемента за время наблюдений т. е. с 20 ч. 50 м. 21 сент. по 3 ч. 45 м. 22 сент. обнаружили изменения, не выходящие из предела нормальных.

Склонение изменялось в амплитуде . 8'7

Гориз. сост.      »      »      »      . 0.0054 ед. Гаусса

Верт. сост.      »      »      •      . 0.0062      »      »

Очень было бы ценно, чтобы по интересному вопросу «влиянию полярных сияний на облачность» было собрано побольше наблюдательного материала, а для этого надо пожелать чтобы в программу работ гидро-метеорологических станций Северного Ледовитого Океана и Белого Моря было введено наблюдение полярных сияний, заключающееся не только в простой отметке о факте сияния, как это делается теперь, а и о более подробном описании, как самого явления, так и сопровождающих его условий. Пример А. А. Мещерина показывает, что при внимательном наблюдении иногда можно получить очень интересный материал.

*Н. Калитин.*

Павловск. Обсерватория,  
октябрь 1922 г.

## Облачные системы над Павловском в 1920 году<sup>1)</sup>.

### Введение.

Неразрывная связь между различными формами облаков и необходимость рассматривать их не только отдельно, но как и систему, сознавалась уже очень давно многими метеорологами, но объектом специального исследования, этот вопрос был поставлен лишь 25 лет тому назад А. И. Добровольским.

Считая совершенно правильно, что законы морфологии облаков легче открыть там, где атмосферические отношения нормальнее, т. е. на южном океаническом полушарии, где они проще, чем на северном, он принял участие в бельгийской экспедиции к южному полюсу в 1897—1899 г.г.<sup>2)</sup> и специально занялся систематическими исследованиями морфологии облаков в антарктической полосе, причем наблюдал в течение года около ста возможных облачных систем. По обработке этих данных, он пришел в вполне спределенным результатам и вывел кроме законов качественного и в некотором смысле количественного распределения облаков по вертикальному направлению, что уже было достигнуто предшествовавшими исследованиями, закон или, вернее, понятие о горизонтальной облачной системе и закон количественного и качественного распределения облаков в облачных системах.

Свой единичный труд А. Добровольский не считал достаточным. Он начал кампанию в печати о необходимости коллективной работы на сети из нескольких станций, соответственно размещенных и о необходимости проверки выведенных законов в северном полушарии. Несмотря на оказанную ему моральную поддержку такими авторитетами, как Зюринг, понадобилась всемирная война 1914—1919 г.г., чтобы идея претворилась в дело.

Инициатива постановки наблюдений над облачными системами на сети станций, как известно, принадлежит французам и норвежцам. Фран-

<sup>1)</sup> Настоящая статья представляет собой экстракт работы, подготовленной к печатанию отдельной книгой.

<sup>2)</sup> A. Dobrovolsky. *Observations des nuages. Voyage du S. I. Belgica. Rapports Scientifiques. Météorologie. Anvers 1903.*

цзы пришли к замечательно интересным выводам<sup>1)</sup>, а норвежцы работая совершенно самостоятельно, пришли почти к идентичным выводам. В результате в 1921 году Норвежская сеть была перестроена на новых началах, было открыто много новых станций, так что в настоящее время в Норвегии функционирует около 100 станций.

Мечтать нам русским о такой сети пока не приходится. Но с другой стороны наблюдения за облачными системами, в широком масштабе для практических целей настоятельно необходимы, и потому заставляют нас принять все меры, чтобы хотя в пределах существующей сети наблюдения за облаками велись бы более интенсивно и по более широкой программе. Почкин в этом деле уже виден в работах Аэрометеорологической и Константиновской Обсерваторий, где облачность уже несколько лет отмечается ежесменно и количество облаков распределяется по группам высоких и низких облаков.

В Аэрометеорологической Обсерватории кроме того ведутся записи форм и фигур облаков по атласам Международному, Loisel и Кузнецова<sup>2)</sup>. Кроме того, облака нефотографируются, а высота их определяется срочными пилотами и вод'емами метеорографа на змеях.

Накопившийся за 1920 — 1924 годы в Аэрометеорологической Обсерватории материал представляет огромный интерес для освещения вопроса об облачных системах.

Эти обстоятельства и побудили меня разработать облачный материал Аэрометеорологической и Константиновской Обсерваторий за 1920 год, так как записи наблюдений за этот год в Аэрометеорологической Обсерватории удобны для разработки<sup>3)</sup>.

К сожалению, карты ежедневного метеорологического бюллетеня за 1920 год часто были очень неполны, вследствие чего многие вопросы пришлось оставить неразрешенными до разработки следующих годов.

Метод моей работы был нижеследующий: я пытался на основании ежесуточных записей наблюдателей Аэрометеорологической и Константиновской Обсерваторий, делать заключения о проходящей системе. Затем все мои выводы за год я подверг критическому разбору на основании ежедневных метеорологических бюллетеней за 1920 год и отчасти рабочих карт Синоптического отделения, а также на основании данных змейковых под'емов, шаровых пилотов и метеорологических наблюдений Константиновской Обсерватории.

Из 76 облачных систем<sup>4)</sup>, прошедших над Павловском в течение 1920 года своим телом или ядром, или задевших его окраиной, 60 систем были характера циклонического, и лишь 16 грозового. Из этих 60 облачных систем, 26 простых<sup>5)</sup>, 20 сложных<sup>6)</sup> и 14 задели Павловск своей окраиной (Margc). По сезонам и месяцам облачные системы распределялись в 1920 году следующим образом:

<sup>1)</sup> Ph. Schereschewsky et. Ph. Wehrle. *Les Systèmes Nuageux*. Paris. 1923.

<sup>2)</sup> В дальнейшем изложении атласы будут обозначаться сокращенно: международный — М., Loisel — Л., Кузнецова — К.

<sup>3)</sup> 1920 год трудов Аэрометеорологической Обсерватории отпечатан в 1922 году (том I).

<sup>4)</sup> Для проверки я сделал предварительные подсчеты систем, прошедших в 1923 г. и получил около 90 систем.

<sup>5)</sup> Под простой системой я подразумеваю такую облачную систему циклонического происхождения, в которой все ее части ясно очерчены и заканчивается система вполне определенным интервалом.

<sup>6)</sup> Сложной системой я называю такую, где нет интервала, а система благодаря сегментации минимумов, частному циклону или ложбине незаметно переходит в добавочную облачную систему, прочно слитую с основной.

ТАБЛИЦА I.

Тип системы.	Январь.	Февраль.	Март.	Апрель.	Май.	Июнь.	Июль.	Август.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.	Холодн. период (1 окт.—1 апр.).	Теплый период (1 апр.—1 окт.).	Год.	
Циклониче- ские.	Простая . . .	2	2	—	1	—	2	5	2	2	6	1	3	14	12	26
	Сложная . . .	2	3	2	2	2	1	—	1	1	1	2	3	13	7	20
	Окрайны (marge)	—	—	—	—	4	1	2	2	2	1	1	1	3	11	14
Грозовая . . . . .	—	—	—	1	3	4	6	2	—	—	—	—	—	16	16	
Итого . . . . .	4	5	2	4	9	8	13	7	5	8	4	7	30	46	76	

Вследствие отсутствия записей в ночное время некоторые сложные системы не вполне выявили свою сущность и может быть при беспрерывном наблюдении распались бы на несколько систем. Но и в этом предположении общее количество облачных систем вряд ли превышает 80—82<sup>1)</sup>.

Из рассмотрения таблицы № I видно, что наибольшее число простых и сложных облачных систем, прошедших над Павловском в 1920 году, падает на холодный период, т. е. с 1 октября до 1 апреля; количество сложных систем особенно велико в этот период, оно вдвое больше летнего. Грозовые системы исключительно падают на теплый период. В этот же период были весьма часты (11 случаев) системы, задевшие Павловск своей окрайной.

Рассматривая по месяцам, мы видим, что больше всего простых облачных систем прошло в октябре, затем в июле, меньше всего в апреле и ноябре. Отсутствуют они в марте и мае. Сложные системы довольно однобразны в течение всего года, исключая декабря и февраля, где они многочисленны. Грозовые системы преобладают в июле, окрайны (Marge) в мае.

Все эти системы отделялись друг от друга интервалами различных протяжений от нескольких часов до нескольких дней.

В общем преобладали интервалы в несколько часов (39) и однодневные (12). По сезонам тоже самое. Зимою прошло с такими коротким интервалом 12 систем, летом 27, что составляет в зимнее время 38% всех интервалов, а летом свыше 50%. Однодневных интервалов в зимнее время было 5, в летнее 7, двухдневных зимой 1, летом 7. Трехдневных и четырехдневных интервалов в оба сезона от 2 до 4. Один интервал на переломе зимы и весны, в марте—апреле продолжался 14 дней. Он, конечно, был связан с мощным антициклоном.

Сроки прохождения над Павловском различных систем неодинаковы. Так из 26 простых систем преобладали двухдневные (12) и трехдневные (11).

<sup>1)</sup> Некоторым доказательством справедливости подсчетов может служить подсчет числа минимумов, прошедших или непосредственно через Павловск или задев его своей окрайной. Таких минимумов я насчитал по картам ежедневных бюллетеней—69.

По сезонам в холодное время прошло больше<sup>1</sup> всего трехдневных систем (7), а в теплое время двухдневных (7). По месяцам наибольшее количество двухдневных систем было в июле (5), наибольшее количество трехдневных в октябре (5).

Сложных систем прошло в 1920 году двадцать, которые можно подразделить на следующие категории: с частным циклоном 8, с ложбиной 5, с частным циклоном и ложбиной 3 и неопределенных 4.

Системы окраинные (marge) по срокам своего прохождения над Павловском можно подразделить на однодневные (4), двухдневные (6), трехдневные (2), четырехдневные (1) и пятидневные (1).

Из 16 грозовых систем значительно преобладали однодневные системы (10), двухдневных было 6—последних больше всего было в июне (2)<sup>1</sup>.

## Выводы об облачных системах 1920 года.

1) Закон распределения количества материала<sup>2</sup>) в отношении распределения максимума материала в середине облачной системы может считаться отчасти доказанным в распределении осадков в системах 1920 года.

2) Вид ядра облачной системы с одного пункта выяснен быть не мог.

3) Размеры облачных систем по записям 1920 года установить нельзя, но вообще этот вопрос может быть разрешен, если ввести в Аэрологической Обсерватории, а впоследствии и на других стациях беспрерывное наблюдение за облаками, к чему в ближайшем будущем Обсерватория должна будет перейти, ввиду быстрого развития авиации, властно требующий такой интенсивной работы.

4) Роль облаков средних ярусов, как руководящая в движении облачных систем вполне подтверждается, как записями наблюдателей, так и пилотами и змейковыми наблюдениями.

5) Перемещение облачных систем происходило в 1920 году несомненно в связи с движением областей minimum'ов, причем наиболее глубокие минимумы приходятся на облачные системы холодного периода (1 октября—1 апреля), а наиболее поверхностные на теплый период (1 апр.—1 окт.). Самый глубокий minimum проходил 9 января (725.6) и был связан со сложной системой от 6—15 января 1920 г. Прохождение облачных систем и падение барометра варьировалось в самых широких пределах. Напр., трехдневная простая система 13—15 декабря начала проходить при давлении 772.4, а закончилась при давлении 783.4, к где уже несомненно над Павловском был обширный максимум, а между тем до 9<sup>h</sup> a шел снег.

6) Влияние на структуру связи облачной системы из атлобарических областей и общих условий погоды с одним пункта наблюдениями 1920 года установить невозможно, также как и причины распада систем.

7) Разделение по типу и структуре облачных систем, принятное во Франции, на циклонические и грозовые можно считать вполне обоснованным,

<sup>1)</sup> Из 16 грозовых облачных систем непосредственно разразилась гроза над Павловском в 7 случаях; в 7-же случае система задела краем Павловек и была слышна отдаленная гроза, и в 2-х случаях грозовая система имела неразвившийся характер.

<sup>2)</sup> Закон, выработанный в Антарктике А. Добровольским.

и потому приемлемым, но пристальное изучение облачных систем 1920 г. заставляет циклонического происхождения системы разделить на системы сложные и простые, а системы *ACu* считать наблюдениями 1920 г. недоказанными.

8) Разделение облачной системы на фронт, тело или ядро, окраины (*Marge*) и хвост вполне приемлемо.

9) Облака распределялись по частям облачной системы следующим образом: В фронте простых систем *Ci* и *Cist* и *CiCu*. Тело или ядро из *Cist* и разрозненных *Ci*. Затем идут *ACu* и *ASt*. Потом низкие облака из *FrCu* и *FrNb*, которые все более и более уплотняются и дают осадки, сначала редкие, потом все более интенсивные. Затем через несколько часов дождь слабеет, *Fr. Nimbus* разрывается и наблюдателям видны высокие облака. По окончании дождя наблюдателю видна задняя сторона оболочки ядра из *Cistr*. Затем идет хвост простой системы, в котором зимой преобладают облака: *fr. Nb. (Stratus)*, *SCu*, *StCuf*. и *St*<sup>1</sup>) а в теплый период хвост состоял преимущественно из *fr. Nb. Cu*, *CuNb*, *NbCuf*, *ASt*, *ACu*, *Ci*, *CiCu* и *CiSt*.

В сложных системах облака фронта почти одинаковы с простыми системами, но фронт облачных систем, вызванных непосредственно частным циклоном и ложбиной значительно короче и было настолько слит с главной системой, что его трудно было различить. Тело или ядро сложных систем состояло преимущественно из *Nb* и *frNb* *NbCuf* и *frCu* и, в отличие от простых систем тянулись с перерывами по несколько дней. Хвост сложной системы состоял в холодный период преимущественно из облаков: *SCu*, *SCuf*, *frSt*, *fr Nb*, реже *ASt*, *ACu*, *Cist*, *Ci*. В теплый период преимущественно из *fr Nb*, *fr. Str.*, *SCu* *StCuf* *ASt*, *ACu* (размытые), *CuNb*, *Cu*, *Cist* и *Ci*.

Облачность, вызванная частным циклоном и ложбиной была проще, чем облачность главной системы, в особенности это касается фронта. При прохождении *Marge* чаще всего встречались облака *Ci*, *Cist*, *CiCu*, *ACu*, *Ast*, *SCu Cu* и *fr st*.

В грозовых системах при прохождении фронта отмечались: *Ci*, *Cist*, *Ci Cu*. Тело или ядро отмечались облаками: *Ci*, *Ci Cu*, *Cist*, *ACu*, *Ast*, *SCu*, *Cu*, *fr Cu*, *NbCuf*, *Nb*, *fr Nb* и наконец *CuNb*.

Хвост грозовых систем во всех случаях так тесно сливался с телом, что лишь зондирование атмосферы давало возможность до некоторой степени провести границу между ними. В общем хвост состоял из ассортимента тех же облаков: *Ci*, *Cist*, *ACu*, *SCu*, *Cu*, *Cu Nb*, *NbCuf*, *Nb*, *fr Nb*, *fr St*.

10) Облачные системы в полном своем виде начинали свое прохождение над Павловском с *Ci*, этого беспроволочного телеграфа для изолированного наблюдателя по выражению Жильбера. *Ci* фронта<sup>2</sup>) простых и сложных систем имели в большинстве случаев нитевидную форму изогнутых и коротких полос, идущих или в одном или в нескольких параллельных направлениях (*fig A 3,4—K* и *fig 4 L.*). Затем уже по мере прохождения системы *Ci* делались более компактными, как например *fig A 6,9, 10—K*.

<sup>1</sup>) Хвост простых и сложных систем в холодный период, это особенность нашей широты и долготы.

<sup>2</sup>) База *Ci* не отмечалась.

При прохождении простых систем над Навловском *Ci* фронта были отмечены чаще, чем при сложных системах, в которых уже большую частью сразу отмечалось прохождение тела системы.

Прохождение одиночных *Ci* фронта продолжалось в простых системах иногда до 4 часов, а вместе с *Cist* от 4 до 8 часов, в сложных системах (2 случая) 2—4 часа.

*Ci* фронта грозовых систем по отметкам мало чем отличались от простых и сложных облачных систем, что можно обяснить трудностью подметить характерные черты грозовых *Cirrus*. *Ci* окраин (*marge*) в начале системы отмечались почти теми же фигурами (*A 4, 3, 1 K, fig 2, 3 M*), потом шли фигуры более компактные (*A 6, 7, 8, 10—K*) из чего можно заключить, что структура *Cirrus* фронта и окраин одинаковы. *Ci* хвоста всех систем записаны очень мало, и потому тут пестрит большое разнообразие фигур, может быть это явление и служит характерным для хвоста системы.

Как общее правило *Ci* холодного периода во всех системах сравнительно мало отмечались, так как они вероятно, были скрыты от глаз наблюдателя низшим слоем облаков.

11) Облака *CiSt* особенно ярко подчеркнуты в простых системах, и потому в этих многочисленных системах (26) можно сделать более определенные выводы. Так *CiSt* фронта холодного периода имел чаще всего компактную форму (*fig A 16 K*), а в теплый период вид полос более или менее волокнистого строения (*f. A 13 — K*). *CiSt* хвоста систем отмечался в зимний период *f A 16, 17 — K*, а в теплый *f A 14, 15 и 17 — K*.

В сложных системах мы видим те же фигуры, но детальных выводов как в простых системах из них сделать нельзя.

В *Marge* (окраины) пестрят также фигуры с той лишь разницей, что в холодный период *CiSt* ни разу не отмечается, а *Ci* в этот период отмечались (*f. 3, 4 — K*).

*CiSt* грозовых систем имели иногда вначале фигуру *A 14 — K*, т. е. тонкую белесоватую пелену по большей части затягивающую все небо, а затем при дальнейшем движении фронта грозовых систем чаще попадаются отметки *A 17 — K*, т. е. компактные *CiSt*, но переходной формы с заметным образованием перисто-кучевых (*CiCu*).

Срок сменяемости облаков или вернее прохождение фронта довольно пестрый и вывести из записей какую либо закономерность довольно трудно, во тем не менее в среднем в простых системах совместно *Ci* и *CiSt* тянулись 4—8 часов.

Высота *CiSt* была определена лишь два раза шаром пилотом в 8440 и 8320 метров, первый раз в сложную систему (31 мая в 7<sup>h</sup> a), второй раз в грозовую (3 июня 7<sup>h</sup> p).

12) *CiCu* в простых системах мало отмечены. Лишь несколько раз они упоминаются, причем во всех случаях форма их переходная перисто-слоистая и перисто-кучевая с преобладанием *CiSt* (*f 17 A — K*) и лишь в одном случае отмечено *f. 12 L* в хвосте системы.

В сложных системах напротив того *CiCu* отмечались довольно часто и имели вид *f. B2, 5 и A 17 K*, т. е. формы более резко выраженные, чем в простых системах.

В *Marge* *CiCu* отмечались очень часто и имели форму переходную *A 17 — K* и довольно часто *f. B1, 2 — K*.

В грозовых системах в первоначальной стадии фронта *ACu* имели переходную форму *A 17—K*, лишь в дальнейшем при прохождении тела грозовой облачной системы они принимали вид групп отдельных, тонких, округленных облаков белого цвета и отмечались фигурами *B 2, 5—K*.

Большею частью при прохождении фронта грозовых систем наблюдатель не делал ссылки на фигуру атласа, что указывает, что в этой стадии *ACu* были в незначительном количестве и наблюдатель затруднялся в выборе подходящего снимка.

13) *ACu* фронта простых систем отмечены в холодный период *B 7, 9—K*, в теплый период *B 5 6, 7—K* и фигурами *8, 9, 12 L*. В хвосте простых систем преобладали *ACu f B 5—K*, т. е. переходная форма *ACu (CiCu)* и *fig 7 L*.

*ACu* сложных систем походили большею частью на *fig B 6, 7, 11 K*, по одиночно встречались *f. B 8, 9 K* и *f 7 L*. В холодное время *ACu* имел вид *ACu (SCu)* и даже совсем отсутствовал.

*ACu* окраин (*Marge*) отмечены преимущественно *f. 7, 8—K*, иногда *B 9, 11—K*, причем *f. B 9—K*, т. е. волнистые облака преобладали в сентябре, октябре 1920 года.

*ACu* тела грозовых систем имели вид *B 6, 11, 7—K* и *f. 8 L*.

Облака *ACu* тянулись над Павловском весьма различное число часов. Так в сложных системах максимально они тянулись 10 часов. В простых системах, совместно со *SCu* максимально 19 часов.

В окраинных системах: в особенности в августовских и сентябрьских *Marge*, принятых мною первоначально за систему *ACu*, еще большее число часов.

Высота *ACu* фронта простых систем была определена шарами пилотами, в холодный период (16/x) в 5280 м., при скорости облаков 22 m/s, в теплый период (21/vii) выше в 6270<sup>m</sup> при скорости 20 m/s.

*ACu* хвоста простых систем 3340 (29/vii) и 2860<sup>m</sup> (16/viii), (12/vi) при скорости облаков 12 июня в 8 m/s.

*ACu* сложных систем передней части тела были ниже, а именно 4180<sup>m</sup> (4/v) и 3240 (7/v)<sup>m</sup>. *ACu* переходного типа *ACu (SCu)* передней части тела 2810<sup>m</sup> (31<sup>2</sup>v) а в хвосте системы 2390<sup>m</sup> (11/iv).

В окраинных системах 5080 метров (26/ix), а в переходной форме *ACu (SCu)* 3190 и 2770 метров (20/viii и 25/viii).

14) *ASt* ввиду его однообразия отмечался без указания фигуры снимка.

Высота *ASt* в простых системах была определена в 4900 (16/x) и 3060 метров (16/viii) и 2600 (8/vii). В хвосте простой системы *ASt*—2640<sup>m</sup> (21/ix).

В сложных системах фронта *ASt* отмечен довольно редко<sup>1)</sup>, но весьма часто отмечался *St*. В хвосте сложных систем *ASt* отмечался довольно часто.

При прохождении *Marge ASt* никакой особой роли не играл, а в грозовых облачных системах его постоянно отмечают наблюдатели, как в ядре, так и в хвосте системы. В ядре системы отмечены случаи осадков из *ASt*. Высота *ASt* в грозовых системах 2650 и 1500 м. (23/vii и 25/vii).

15) *StCu* фронта простых систем в теплый период были, повидимому, выше чем в холодное. Так в теплый период *SCu* был определен много раз

<sup>1)</sup> При прохождении облачности частного циклона *ASt* был ниже, чем в главной системе.

высотой между 1700 — 1500<sup>m</sup>, а в холодный период 1220<sup>m</sup>. SCu хвоста простых систем между 2000 — 1000<sup>m</sup>, в теплый период.

В сложных системах SCu встречались всех форм (C1, C2, C3 — K), так и в виде StCu<sup>f</sup> (E1 — K). Весьма часто SCu был переходной формы SCu (ACu).

При прохождении Marge SCu теплого периода имели высоту 2550<sup>m</sup> (18/v) и 1380<sup>m</sup> (20/v), в холодный период ниже 1130 (30/x) и 1430<sup>m</sup> (31/x).

В грозовых системах часто встречалось SCu в ядре я хвосте системы без отметки их форм. Высота облаков 2290<sup>m</sup> (17/vi) и 1910<sup>m</sup> (30/vi).

16) Облака St и FrSt фронта простых систем в теплое время были выше, в холодное ниже. Так в теплый период FrSt был определен на высоте 860 — 770<sup>m</sup>, а в холодный период 500 метров, FrSt хвоста простых систем 720 — 1040<sup>m</sup> (теплый период), 690 (холодный).

При прохождении Marge высота St была определена в холодный период 220 — 280<sup>m</sup>, в теплый 240 — 1020. FrSt холодного времени 210 — 540, теплого 480 — 570 метров.

В грозовых облачных системах FrSt был определен в 300 — 780<sup>m</sup> (20/vi) и 280 — 1160 (30/vi).

17) Дождевое ядро, состоящее из Nb и FrNb проходило над Павловском в простых системах различное число часов в зависимости от того, насколько мощна была система и какой частью центральной или боковой проходила она мимо Павловска.

В холодное время 1920 года осадки продолжались от 3-х часов беспрерывных осадков до 48 часов (система 1 — 3 октября), давших максимальное количество осадков в 7,9 миллиметра. В среднем наибольшее число простых систем давало осадки над Павловском в течение 12 часов.

В теплый период (1 апреля — 1 октября) ядро простой системы давало осадки преимущественно 12 — 15 часов. Количество осадков варьировалось от 0,5 до 34,2 (8 — 10 июля), цифра рекордная за все теплое время 1920 года.

Простые системы давали максимальное количество осадков в холодный и теплый период при прохождении середины системы, что служит некоторым подтверждением закона Добровольского.

Количество осадков в хвосте простых систем было очень незначительно.

Высота облаков Nb была определена вначале дождевого ядра в 690<sup>m</sup> и дважды 720 метров (летний период), в хвосте системы 720, 820 и 1040 метров (летний период).

В сложных системах количество осадков было весьма значительно. Так в сложных облачных системах, связанных с частными циклоном максимальное количество осадков было 21,2 мм., в остальных случаях с частным циклоном количество осадков варьировалось от 9,3 до 0,2 мм., причем опять таки максимальное количество осадков выпадало при прохождении середины системы.

Количество осадков, выпавшее непосредственно в дни прохождения частных циклонов незначительно. Максимальное количество 5,0 мм. (5 июня), в остальных случаях осадки варьировались от 1,4 до 0,0 и даже —.

В сложных облачных системах, связанных с ложбиной наибольшее количество осадков было 25,4 мм. (система 22 — 30 апреля), в остальных

случаях осадки варьировались от 9,4 до 5,6 мм. В дни прохождения ложбины количество осадков было незначительно.

В сложных облачных системах смешанного типа (с частным циклоном и ложбиной) количество осадков варьировалось от 11,0 до 2,1 мм. Высота облаков  $Nb$  центрального ядра холодного периода  $640^m$ , теплого  $460 - 1700^m$ .  $Nb$  хвоста системы  $240^m$ .  $FrNb$  теплого периода  $200 - 350$  м., холодного ниже.

Ядро грозовых систем однодневных при прохождении над Павловском в 8 случаях из 10 давали осадки, причем в трех случаях количеством свыше 14 мм. Осадки грозовых систем в большинстве случаев варьировались от 0,0 до 4,4 и в среднем дождь продолжался 2 — 4 часа. Высота облаков  $Nb$  в грозу 11 июня 1920 года было определено в 890 метров.

18) Облака  $CuNb$  и  $Nbcuf$  не имеют отметки форм и фигур.

$CuNb$  грозовых систем отмечены, как в передней части ядра системы вместе с другими облаками, так и в хвосте ее, что в общем вполне совпадает с наблюдениями французской школы. Высота их в системах не была определена ни разу. В холодный период (1 октября — 1 апреля)  $CuNb$  не был отмечен.

19) Облака  $Cu$  при прохождении систем отмечены мало. Так при прохождении простых систем им мало уделяли внимания, в сложных системах мы видим уже части отметки *fig D3 — 4 K.* Продолжительность прохождения этих облаков нижнего яруса указать трудно, так как они были тесно переплетены с дождевым ядром, которое подчас тянулось с перерывами по несколько дней. В хвосте сложных систем в теплый период они упоминаются постоянно.

В облачности сложной системы, вызванной непосредственно частным циклоном в теплый период  $Cu$  играют большую роль. При прохождении ложбины облакам  $Cu$  отводилось меньше внимания. Высота  $Cu$  передней части сложных систем определилась в  $1050 - 1580$  метров (апрель).

При прохождении *Marge Cu* отмечались преимущественно без фигур. Высота их определена в  $1380$  ( $20/v$ ), а  $frCu$  в  $890$  и  $1440$  ( $20/v$  и  $19/viii$ ).

В грозовых системах  $Cu$  отмечались фигурами *D3 — K* и *f15 L* т. е. фотографиями, указывавшими на интенсивное развитие облаков кверху и сопутствовавших им всегда  $frCu$ .

II. A. Риттих.

## Магнитная рябь.

Исследования над вековым ходом и нормальным распределением земного магнетизма в Сибири<sup>1)</sup> привели меня к констатированию явления «магнитной ряби».

Если бы можно было, взглянув на часть поверхности земли сверху, видеть величины какогонибудь магнитного элемента  $E$  в различных точках ( $x, y$ ) этой поверхности в виде вертикальных расстояний, или, если бы

<sup>1)</sup> Terr. Magn. 24, 66—86, 1919; 26, 131—133. 1921; Изв. Инст. иссл. Сиб. 5, 1—8, 1921; Terr. Magn. 28, 113—123, 1923.

мы могли каким либо способом определить действительное распределение элемента <sup>1)</sup> и изобразить это распределение в виде поверхности

$$E = f(x, y) \dots \dots \dots \dots \quad (1)$$

то мы увидели бы весьма прихотливо неровную поверхность. Рабины, рывини, бугорки этой поверхности, чувствовалось мною, должны заметно превышать точность, обычно требуемую и большою частью достигаемую в полевых определениях при магнитных съемках:  $\pm 1'$  для склонения и наклонаия и  $\pm 5\gamma$  для горизонтальной составляющей.

Особенно наглядным стало это мне при сопоставлении <sup>2)</sup> результатов различных наблюдателей 30-ых годов прошлого столетия, делавших независимые определения через сравнительно небольшие промежутки времени в различных пунктах одной и той же станции. Разногласия этих результатов превышали во много раз возможные поправки на суточный ход и на вековые изменения, и возможные погрешности наблюдений. Так, напр., для «Тобольска» Эрман (1828) в трех различных пунктах получил для склонения значения  $-9^{\circ}33'$ ,  $-9^{\circ}46'$  и  $-9^{\circ}55'$ ; Ганстэн в том же году нашел  $D = -9^{\circ}46'$ ; тогда как Фусс (1830) дает  $D = -11^{\circ}52'$ , а Федоров (1833)  $-D = -10^{\circ}20'$ .

Еще убедительнее были для меня определения Д. А. Смирнова в 1909 в двух различных пунктах Петроцавловска, Красноярска и Владивостока, которые были приведены к одной и той же эпохе и всетаки дали в среднем различия в значениях склонения, равные  $17'$ , наклонения  $-3'$  и горизонтальной составляющей  $-140\gamma$ , а также мои личные определения такого же рода.

Подобных же наблюдений в двух или более пунктах одной и той же станции нашлось весьма большое количество в определениях сухопутных экспедиций Института Карнеги (I и II томы Researches of the Department of Terrestrial Magnetism, заключающие сухопутные наблюдения 1905—10 и 1911—13 гг.). Взяв средние разности значений  $D$ ,  $J$  и  $H$  в 118 таких пунктах, я заметил, что различия в значениях  $D$  в общем больше различий в значениях  $J$  и что эта разница в размерах местных влияний на  $D$  оказывается тем отчетливее, чем более удаляться от магнитного экватора, а на  $J$  — наоборот.

Причину этого я попробовал приписать различию в величине влияния на  $D$ ,  $J$  и  $H$ , какое могло бы иметь некоторое местное возмущающее напряжение  $f$ , если бы все направления этого напряжения считать равновозможными. Став на эту точку зрения, я вычислил возможное влияние  $\Delta H$  напряжения  $f$  на  $H$ , деля на поверхность полусфера интеграл от проекции напряжения  $f$  на направление  $H$ , взятый по полусфере, основание которой перпендикулярно к этому направлению, т. е.

$$\Delta H = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} f \cos \phi \sin \phi d\phi d\psi = \frac{1}{2} f \dots \dots , \quad (2).$$

<sup>1)</sup> О практической невозможности этого я говорю в работе, помещенной в Тетт. Magn. 27, 137—155, 1922.

<sup>2)</sup> При составлении сводки магнитных определений в Сибири, напечатанной в Изв. Инст. иссл. Сиб. 1, 1—60, 1920.

Так как среднее значение проекции  $f$  на любое направление также равно  $\frac{1}{2}f$ , то, сопоставляя величину горизонтальной составляющей  $H$  и среднее значение проекции  $f$  на горизонтальное направление, перпендикулярное к направлению  $H$ , я получил среднее влияние  $f$  на  $D$ , а именно

$$\Delta D = \frac{\frac{1}{2}f}{H} = \frac{f}{2H} \quad \dots, \quad \dots \quad (3),$$

а сопоставляя величину полной силы  $F$  и среднее значение проекции  $f$  на направление, лежащее в плоскости магнитного меридиана и перпендикулярное к направлению  $F$ , получил среднее влияние  $f$  на  $J$ , а именно

$$\Delta J = \frac{\frac{1}{2}f}{F} = \frac{f \cos J}{2H} = \Delta D \cos J. \quad \dots, \quad \dots \quad (4).$$

Формулы (2)–(4), устанавливая связь между вероятным влиянием некоторого возмущающего напряжения  $f$ , все направления которого равновозможны, на  $H$ ,  $D$  и  $J$ , вместе с тем дают указание на то, какая относительная точность должна быть у определений этих трех величин. Так, напр., для средней полосы Европейской России и Сибири можно принять  $H$  равным  $0.2 C. G. S.$ ,  $J$  равным  $70^\circ$  и, следовательно, требование точности в  $\pm 5\gamma$  для определений  $H$  должно было бы сопровождаться требованием точности в  $\pm 0'.9$  для  $D$  и в  $\pm 0'.3$  для  $J$ ; наоборот, для соответствия с точностью в  $\pm 1'$  для  $J$  — предельною при стрелочных инклинаторах — достаточно было бы определять  $D$  с точностью до  $\pm 3'$ , а  $H$  — до  $\pm 15\gamma$ , что дало бы не малое упрощение методики и сокращение времени на определения.

Сопоставление средних значений  $\Delta D$ ,  $\Delta J$  и  $\Delta H$ <sup>4)</sup> из определений экспедиций Института Карнэги, из определений Д. А. Смирнова и из определений различных наблюдателей 30-х годов показало значительно большее соответствие наблюденных значений этих разностей со значениями, вычисленными по формулам (2)–(4) в предположении  $f$ , одинакового для всех частей земного шара и равного  $200\gamma$ , чем можно было расчитывать от таких случайных величин, как различия значений магнитных элементов в двух или более совершенно произвольно избранных точках станций, тоже совершенно произвольно избранных.

Для дальнейшего выявления средней величины местного возмущающего напряжения  $f$ —, другими словами, глубины впадин и высоты бугорков отдельных магнитных рябин,—возможны три пути:

1. Сравнивать значения  $H$ ,  $D$  и  $J$ , действительно наблюденные в различных точках магнитной сети при магнитной съёмке со значениями, получающимися из вычисленного по совокупности всех наблюдений в районе съёмки нормального или слаженного распределения.

2. Продолжать такие же сопоставления наблюдений в различных пунктах одной и той же станции, сделанных не специально для выяснения размеров местных возмущений, а преимущественно для большей уверенности, что пункт не окажется вследствие застройки, приближения железных масс

<sup>4)</sup> Независимо от знака наблюденных разностей.

и т. п.—потерянным для определения вековых изменений при последующих съемках.

3. Производить специальные магнитные микросъемки для выяснения размеров местных возмущений в местностях различного географического и геологического характера.

Первый путь должен давать несколько преувеличенное представление о чисто местных возмущающих напряжениях, так как отклонения от нормального или слаженного распределения зависят не только от отдельных рябин, но и от более крупных по размерам неровностей изображающей поверхности (1). Результаты, полученные мною для Японии и Сибири, приведены ниже в таблице (5).

Второй путь требует пересмотра обширнейшего наблюдательного материала, причем, весьма возможно, многие определения этого рода остались неопубликованными. В заметке, помещенной в Terr. Magn. 29, 80—84, 1924 (а также путем особого циркулярного письма) я сделал попытку обращения за сбором такого материала, указывая вместе с тем наиболее подходящую форму его разработки.

На третий путь—микросъемок—мы при всякой возможности к этому становились при экспедициях последних лет, при чем для освобождения от дневного хода применяем метод почти одновременных наблюдений (при определении  $H$ ) и наводок друг на друга (при определении  $D$ ) двух магнитных теодолитов.

По отношению ко второму пути обширный материал оказался в 4-ом томе Исследований отдела земного магнетизма Института Карнэги, при чем, к сожалению, наблюдения и здесь не освобождены от влияния дневного хода.

Чтобы освободить средние значения разностей  $\Delta_1 D$ ,  $\Delta_1 J$  и  $\Delta_1 H$  значений  $D$ ,  $J$  и  $H$  в нескольких пунктах одной и той же станции от влияния суточного хода, К. Б. Вейнберг<sup>5)</sup> вычислил такие же разности  $\Delta_2 D$ ,  $\Delta_2 J$  и  $\Delta_2 H$  значений  $D$ ,  $J$  и  $H$ , наблюденных в *одних и тех же пунктах* тех же поясов, но в различное время, и за истинные средние значения местных возмущений—различий  $D_1$ ,  $J$  и  $H$  в соседних пунктах для каждого пояса—принял *разности соответствующих*  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$ .

Присоединив наблюдения экспедиций 1914—1920 Института Карнэги к наблюдениям 1905—1913 и обработав их при помощи формул (2)—(4), он убедился, что предположение *постоянства* средней величины возмущающего напряжения  $f$  является лишь первым приближением и что более удовлетворительные результаты дает предположение, что  $f$  составляет *определенную долю полного напряжения*  $F$ . Соответственно этому предположению составлена таблица (5), в которой  $N$  означает число станций,  $J_m$ —среднее значение наклонения,  $F_m$ —среднее значение полного напряжения, а  $100 f/F$ —выраженное в процентах среднее значение отношения  $f$  к  $F_m$ . Для экспедиций Института Карнэги  $\Delta H$ ,  $\Delta D$  и  $\Delta J$  взяты исправленными указанным выше способом за дневной ход, а два столбца значений  $100 f/F$  для этих определений соответствуют: первый—только пунктам, которые наблюдатели считали «нормальными», а второй—всем. Значения для съемки Японии получены сопоставлением наблюденных величин  $H$ ,  $D$  и  $J$  со значениями из нормального распределения, данного Накано<sup>6)</sup>, а значения для Сибири получены

<sup>5)</sup> Труды 3 Съезда Росс. Асс. Физ., 91—93, 1923.

<sup>6)</sup> Bull. Hydrogr. Office J. Japan. Navy 2, 63—186, 1918.

мною путем сопоставления приведенных к 1910 наблюдений различных авторов со значениями, вытекающими из полученного мною нормального распределения (см. прим. 2).

ТАБЛИЦА (5).

	N	$J_m$	$F_w$	100 $f/F$		
				Из Δ H	Из Δ D	Из Δ J
Институт Карнеги, $J \{ 30^\circ \dots$	58	15°	.33	.04 .21	.02 .18	.09 .25
"    "    " $30^\circ \{ J \{ 60^\circ \dots$	97	45	.43	.06 .30	.11 .14	.12 .44
"    "    " $60^\circ \{ J \dots$	74	70	.62	.10 .28	.10 .32	.10 .77
Смирнов и Вейнберг . . . . .	13	71	.61	.29	.31	.41
Различные наблюдатели 1828—32.	22	65	.48	.33	.67	.54
Японская съемка . . . . .	331	49	.46	.44	.39	.58
Сибирь . . . . .	690	71	.58	.59	.67	.63

Заключение, которое напрашивается из обозрения таблицы (5),—что местное возмущающее напряжение есть величина порядка 0.3% от полной силы  $F$ ,—позволяет считать установленным факт магнитной ряби и делает желательным выяснение путем специальных микросъемок изучение формы и размеров и взаимные расстояния рябин (не являются ли они, напр., типа ряби на поверхности воды), амплитуды изменений на них магнитных элементов, причин, их обусловливающих (различия в магнитной проницаемости или электропроводности слоев), и т. п.

Выяснение причин магнитной ряби может сделать точные магнитные микросъемки в нормальных местностях таким же мощным орудием для геологических изысканий, для нахождения водоносных слоев и т. д., каким магнитные микросъемки с приборами малой чувствительности являются для выяснения наличности и размеров железных месторождений в типичных аномальных местностях.

Б. П. Вейнберг.

**Результаты наблюдений числа ионов и их подвижности в Сарыголе 18—24 августа 1914 г., в ближайшие дни перед, после, а также и в день полного солнечного затмения 21 августа 1914 года.**

Во время полного солнечного затмения 21 августа 1914 года мне, как члену экспедиции Главной Физической обсерватории, пришлось работать в Сарыголе в 2 верстах на NW от Феодосии с прибором для счета ионов Эберта от фирмы Гюнтера и Тентмейера в Брауншвейге, полученным только в конце июня 1914 г.<sup>1)</sup>) установлен он был в полверсте от последнего строения местечка в открытом поле на примитивном, но крепком столике. Местоположение было очень выгодное: кроме церкви все здания были одноэтажные, за местечком шла ровная степь и только на S на горизонте виднелись небольшие возвышенности, но в середине июля выяснились дефекты: без особых сильных дождей вся местность залась водой в некоторых местах вышиной в 1 метр. Более слабое наводнение было 17 августа, т. е. накануне первого дня наблюдений, которые предполагалось вести 7 дней (18—24 августа) днем и ночью. Благодаря наводнению, 18-го было грязно, а потому сырь (средняя абсолютная влажность 17,9, средняя относительная 87%) и изоляторы действовали плохо. Остальные дни наблюдений прошли при более нормальных условиях.

С прибором Эберта предполагалось определять число ионов обоих знаков и их подвижность. В виду того, что вся серия наблюдений занимала больше 1 часа — число ионов определялось при наличии конденсатора Mach'a отведенного к земле. При определении подвижности конденсатор Mach'a заряжался 4-мя батарейками для электрического карманного фонарика, что давало заряд в 17,5 вольт. Наблюдения для вывода поправки на потерю заряда через изоляцию производились раз в серию, а иногда и два в зависимости от условий, которые не всегда были благоприятны. Ночью наблюдать не приходилось.

Итак определения числа ионов производились все 7 дней приблизительно от 7<sup>h</sup> a до 6<sup>1/2</sup><sup>h</sup> p. Всего наблюдений было сделано 152, из них 28 в день затмения, причем с 1<sup>h</sup> p по 5<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> p в этот день наблюдалось число ионов только отрицательного знака. Определений подвижности ионов было 110.

Результаты наблюдений приведены в следующих трех таблицах, где  $E$  обозначает плотность ионов, т. е. количество электричества (в электростатических единицах) соответствующего знака, которое содержится в 1 кб. метре в форме зарядов тех ионов, скорость которых больше 0,2  $\frac{\text{сант.}}{\text{сек.}}$  на 1  $\frac{\text{вольт}}{\text{сант.}}$

$$Q = E - E_{\text{свободный заряд}} \quad p = \frac{E_+}{E_-} - \text{унипольность плотности заряда}$$

$n$  — число ионов в 1 кб. сант.  $v$  — подвижность ионов,  $\frac{v_-}{v_+}$  — унипольность подвижности,  $H$  — давление,  $t$  — температура,  $f$  — абсолютная влажность,  $F$  — относительная влажность в %.

<sup>1)</sup> Physik. Zeitschr 2 p. 662, 1901. Physik Zeitschr 4 p. 717, 1903. Berichte der Deutsch. Physik Ges. 1905. Jahrg 3 ст. 34. Келлер. Атмосферное электричество.

ТАБЛИЦА I.

Средние дневные значения электрических и метеорологических элементов в Сарыголе  
18—24 августа 1914 г.

САРЫГОЛЬ	<i>E</i> —	<i>E</i> +	Среднее.	<i>Q</i>	<i>p</i>	<i>n</i> —	<i>n</i> +	Среднее.	<i>v</i> —	<i>v</i> +	Среднее.	$\frac{v^-}{v^+}$	<i>H</i>	<i>t</i>	<i>f</i>	<i>F</i>	Облачность.		
	7 <sup>h</sup> a.	1 <sup>h</sup> p.		9 <sup>h</sup> p.															
18 августа . . . . .	-0.23	+0.32	0.27	+0.09	1.39	- 471	+ 703	587	-0.55	+0.71	0.63	0.77	57.8	22.9	17.9	87%	4	2	—
19   » . . . . .	-0.48	+0.51	0.49	+0.03	1.06	- 838	+1199	1018	-0.46	+0.40	0.43	1.15	60.0	23.6	16.5	77%	3	1	0
20   » . . . . .	-0.45	+0.61	0.53	+0.16	1.36	- 865	+1263	1064	-0.70	+0.90	0.80	0.77	57.3	22.4	14.5	73%	1	4	—
21   » . . . . .	-0.39	+0.58	0.48	+0.19	1.49	- 820	+1213	1016	-0.83	+1.04	0.93	0.80	61.0	18.6	9.2	61%	0	5	1
22   » . . . . .	-0.43	+0.53	0.48	+0.10	1.23	- 896	+1116	1006	-0.85	+0.56	0.70	1.50	64.3	15.2	7.3	58%	0	2	0
23   » . . . . .	-0.34	+0.47	0.40	+0.13	1.38	- 707	+ 975	841	-0.67	+0.64	+0.65	1.05	64.3	18.2	8.5	54%	2	1	—
24   » . . . . .	-0.53	+0.56	0.54	+0.08	1.06	-1097	+1168	1132	-0.74	+0.60	+0.67	1.23	59.2	20.7	13.1	71%	4	6	—
Среднее за все 7 дней.	-0.41	+0.51	0.46	0.10	1.28	- 813	+1091	952	-0.69	+0.69	0.69	1.04	60.6	20.2	12.0	69%			
Среднее за 6 дней, исключая день затмения	-0.41	+0.50	0.46	0.09	1.25	- 812	+1071	942	-0.66	+0.64	0.65	1.08	20.5	13.0	70%				

ТАБЛИЦА II.  
Максимальные значения электрических элементов в те же дни.

	<i>E</i> --	<i>E</i> +	<i>n</i> --	<i>n</i> +	<i>v</i> --	<i>v</i> +
18 августа . . . . .	-0.29	+0.54	- 612	+1116	-1.24	1.69
19 > . . . . .	-0.74	+0.71	-1536	+1491	-1.03	0.56
20 > . . . . .	-0.79	+0.83	-1656	+1738	-1.07	1.21
21 > . . . . .	-0.79	+0.81	-1650	+1694	-1.27	1.30
22 > . . . . .	-0.63	+0.62	-1313	+1291	-1.30	1.14
23 > . . . . .	-0.50	+0.64	-1037	+1326	-1.15	1.12
24 > . . . . .	-0.78	+1.06	-1618	+2212	-1.11	1.09

## ТАБЛИЦА III.

Средние значения электрических и метеорологических элементов в день полного солнечного затмения  
21 августа 1914 года.

	<i>E</i> —	<i>n</i> —	<i>v</i> —	<i>H</i>	<i>t</i>	<i>f</i>	<i>F</i>	Облачность.	
21 августа . . . . .	-0.39	-820	-0.83	759.7	18.7	9.2	66%	2	Средние значения в день затмения.
7 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> — 19 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> <i>p</i> . . .	-0.40	-844	-0.86	59.5	16.3	—	84%	—	Средние значения в день затмения с вычетом времени затмения.
2 <sup>h</sup> 9 <sup>m</sup> — 4 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> . . . . .	-0.37	-775	-0.76	60.9	22.1	7.9	40%	3	Средние значения за время затмения.
0 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> — 1 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> . . . . .	-0.30	-650	-0.23	61.0	23.2	7.4	35%	4	»      »      »      час перед затмением.
1 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> — 2 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> . . . . .	-0.38	-800	-0.83	61.0	23.0	7.8	37%	5	»      »      »      час возрастания тени.
2 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> — 3 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> . . . . .	-0.38	-795	-0.90	60.8	21.8	8.1	42%	2	»      »      »      час наибольшего покрытия.
3 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> — 4 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> . . . . .	-0.40	-826	-1.09	60.9	22.4	7.7	38%	1	»      »      »      час уменьшения тени.
4 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> — 5 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> . . . . .	-0.46	-964	-0.89	61.0	21.9	8.4	43%	1	»      »      »      час после затмения.

Средние значения *H*, *t*, *f* и *F* для первых двух строчек взяты по самопищущим приборам, для следующих строчек по наблюдениям через каждые 10 минут.

Во второй строчке электрические элементы взяты за время их наблюдений, т. е. с 7<sup>h</sup> 12<sup>m</sup> — 19<sup>h</sup> 1<sup>m</sup> *p* с вычетом времени затмения.

Рассматривая средние дневные значения электрических элементов за все 7 дней наблюдений и за 6 дней (исключая день затмения), никакого влияния затмения уловить не пришлось (таблица I). В день затмения значения для плотности и числа ионов сильно колебались ( $E$  — от —0,17 до —0,79,  $n$  — от —349 до —1650), но какого либо влияния затмения не видно даже по средним значениям (таблица III). Таким образом, полученный материал можно рассматривать только как ряд значений для электрических элементов, которые можно наблюдать в условиях Сарыголя, т. е. в открытом поле в приморском местечке, широта которого  $47^{\circ}$ , а долгота  $5^{\circ} 3'$  от Чулкова.

B. Члемянико́ва.

## Метод изаллобар.

### I.

Связь явлений погоды с изменением атмосферного давления была обнаружена еще в семнадцатом веке, вскоре после изобретения барометра. Уже Pascal в 1650 году заметил как самое изменение давления, так и связь этого изменения с погодой. Четырнадцать лет спустя John Beal (1664—1665 гг.), открыл, что барометр падает при сильных ветрах и что он выше вообще при устойчивой хорошей погоде, чем до или после нее или при дождливой погоде. Им впервые обнаружено также суточное колебание барометра. Немного раньше, 6-го декабря 1660 года, известный Магдебургский бургомистр Otto von Guericke повидимому, впервые, воспользовался сильным падением барометра для того, чтобы предсказать бурю<sup>1</sup>. Далее Edmund Halley, в 1686 году, пришел приблизительно к тому же, что и Beal.

Таким образом изучение изменения атмосферного давления и связанных с ним явлений погоды началось сравнительно рано, однако лишь с началом широкого применения синоптического метода к изучению явлений погоды и это изучение стало на твердую научную почву. Тем не менее, понадобилось целых полстолетия, чтобы из отдельных исследований и эмпирических правил возникла более или менее законченная и стройная система дифференциального метода или метода изаллобар шведского метеоролога профессора Nils'a Ekholm'a.

Этот метод нашел широкое применение в Отделении Ежедневного Бюллетеня Главной Физической Обсерватории. Предсказание погоды по картам «завтрашнего» дня, в основу которого лег метод изаллобар (процент удачности которого для Петрограда за полгода его применения в 1916 и 1917 годах достиг 74<sup>2</sup>), несмотря на то, что тогда телеграфная служба погоды оставляла желать многого), является слишком заманчивой перспективой, чтобы не вернуться к нему вновь, как только минуют «независящие» обстоятельства. Эти последние сводятся к неполучению радиодепеш западной Европы за вечерний срок наблюдений и к невозможности,

<sup>1)</sup> Wenger Robert, «Die Vorherbestimmung des Wetters», Leipzig, 1919, S. 15.

<sup>2)</sup> Е. И. Тихомиров, „О построении барических карт завтрашнего дня“, Ежемес. Бюлл., январь 1917 г.

вследствие этого, составления карт полусуточных изаллобар. В других странах, наприм. во Франции, поскольку можно судить по отрывочным сведениям, получаемым из заграницы, продолжают, повидимому с успехом, пользоваться этим методом.

Хотя Ekholm достаточно исчерпывающе разработал свой метод и дал удовлетворительное обяснение многим явлениям, связанным с деформацией и движением барических областей, тем не менее нам кажется, что при более или менее продолжительном применении его метода у нас неминуемо обнаружатся многие явления, требующие своего особого обяснения.

Наконец само применение метода может претерпеть то или другое изменение, в зависимости от физических особенностей нашей страны и от тех целей, какие преследует наша практическая метеорология.

Дальнейшая работа в этой области станет, однако, возможной лишь тогда, когда наша служба погоды войдет в более нормальное русло, когда карты полусуточных изаллобар будут составляться ежедневно, так как исследование вопросов, связанных с изаллобарическими областями, требует большой предварительной работы (вычисление разностей, нанесение их на карту и проведение изаллобар), что не по силам одному человеку.

Пока же мы ограничимся тем, что постараемся подвести итог тому, что сделано в данной области до сих пор, тем более, что мы склонны считать родиной метода изаллобар Россию и, в частности Главную Физическую Обсерваторию.

В самом деле, еще в 1864 году появилась, в виде приложения к своду магнитных и метеорологических наблюдений Главной Физической Обсерватории за 1861 год, статья помощника директора ее Фердинанда Миллера: «Ueber die Vorherbestimmung der Stürme und insbesondere über die Stürme von 1—4 December 1863». В конце статьи помещено восемь карт: четыре карты суточного изменения барометра и четыре — суточного же изменения температуры, с проведением соответствующих кривых (для барометра через один миллиметр). Применяя терминологию Nils'a Ekholm'a, первые четыре карты представляют собою ничто иное, как карты суточных изаллобар. Бессспорно, что эта работа является первой в данной области. Хотя статья появилась кроме немецкого языка еще на русском<sup>1)</sup> и французском<sup>2)</sup> языках, тем не менее она осталась неизвестной для метеорологов других стран: Ekholm<sup>3)</sup>, а за ними и Hanzlik<sup>4)</sup> считают П. И. Броунова первым, применившим карты изменений в деле предсказания погоды, несмотря на то, что статья П. И. Броунова появилась пятнадцать лет спустя.

Статья Миллера и высказанные в ней мысли представляют глубокий интерес и, так как она сейчас является редкостью, то мы позволим себе привести перевод одного ее абзаца:<sup>5)</sup>

«Если наступающую аномалию рассматривать с точки зрения отклонения от нормальной величины, то при этом допускается, что атмосфера

<sup>1)</sup> «О предугадании бурь и в особенности о бурях, свирепствовавших с 1 по 4 декабря 1863».

<sup>2)</sup> «Considerations sur la prévision des tempêtes et spécialement sur celles du 1 au 4 décembre 1863».

<sup>3)</sup> Nils Ekholm, «Wetterkarten der Luftdruckschwankungen», Met. Zeitschr., Aug. 1904.

<sup>4)</sup> Stanislav Hanzlik, «Relations between velocities of progression of lows and the areas of rising and falling pressure accompanying them», Monthly Weather Review, May, 1906.

<sup>5)</sup> Пользуюсь немецким оригиналом.

в момент наступления пертурбации (Die Störende Ursache) находится в нормальном состоянии или в равновесии. Это, однако, наблюдается или чрезвычайно редко или, если вообще наблюдается, то лишь на короткий момент, так что указанная выше точка зрения на аномалию верна лишь в весьма ограниченном числе случаев. Было бы правильнее принять за масштаб аномалий в атмосфере разницу между состоянием элементов в данный день и состоянием таковых в предшествующий, так как не подлежит же никакому сомнению, что наступающая аномалия проявляется различно в разных местах, в зависимости от того, было ли в данном месте состояние равновесия уже нарушено или нет\*.

Исходя в дальнейшем из теории Dove об экваториальных и полярных течениях, как о первичных причинах явлений погоды, автор указывает свой метод предсказания погоды, основанный не на картах изобар, как это делалось уже в то время в Парижской Обсерватории<sup>1</sup>), а на картах разностей давлений и температур. Доказывая, что для России этот метод является единственным целесообразным, так как, помимо всего прочего, на карты разностей (барометра) не влияют постоянные ошибки инструментов и неточности приведений показаний барометров к уровню моря, являющиеся следствием незнания абсолютных высот станций, автор настоятельно рекомендует свой метод вниманию не только русских, но и заграницых метеорологов.

Внял ли кто цибудь его призыву?—Вероятнее всего, что нет. Ни в библиотеке, ни в архиве Главной Физической Обсерватории не удалось обнаружить никаких следов относительно этого. В отчете по Гл. Физ. Обсерватории за 1873—1874 год на стр. 74 упоминается лишь, что в бюллетене прибавлен столбец для перемены состояния барометра за истекшие 24 часа. Карты разностей, повидимому, не составлялись, так как в 1872 году несмотря на указание Миллера о преимуществе карт разностей перед картами изобар, наша Обсерватория стала составлять свой бюллетень и карты погоды, нанся на них изаномалобары, как это делалось у Бейс-Бало в Утрехте и у Иелинека в Вене, избегая таким образом трудностей приведения барометров к уровню моря, необходимого для нанесения изобар, как это делалось у Леверье в Париже и у Мона в Христиании. Для этого понадобилось произвести довольно значительную работу вычисления нормальных величин для станций, помещавшихся в бюллетене. Таким образом, Обсерватория примкнула к одному из существующих способов. Не лучше ли было следовать указанию Миллера?

Впрочем, в 1874 году на картах погоды стали проводиться вместо изаномалобар изобары, согласно постановления Венского Метеорологического Конгресса.

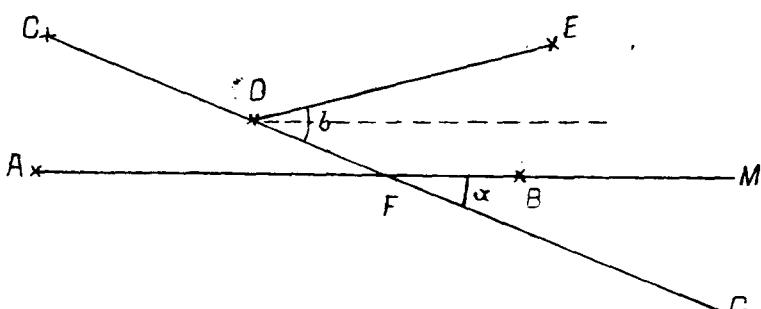
С 1-го марта 1878 года карты разностей стали составляться регулярно во вновь учрежденном в 1876 году Отделении Морской Метеорологии и Штормовых предупреждений и в том же 1878 году была написана П. И. Броуновым его работа. «Von den Anderungskarten und die Methode, die Richtung der Fortpflanzung eines barometrischen Minimums für die nächste Zukunft zu bestimmen<sup>2</sup>).

<sup>1)</sup> H. Hildebrand Hildebrandson et L. Teisserenc de Bort, «Les bases de la météorologie dynamique», 2-е livraison, p. 67, pl. VI.

<sup>2)</sup> Имеется русский перевод статьи: «О картах изменений и о способе определять направление движения барометрического минимума в ближайшем будущем».

Рассмотрев всего лишь 14 случаев движения минимумов, охватывающих промежуток времени от первого марта до половины декабря 1878 года, автор дает эмпирическое правило для предопределения пути циклона на 14 часов вперед, пользуясь при этом картой изменения барометров за срок с 9 час. вечера предшествующего дня до 7 час. утра данного дня и картой изобар за те же сроки. Правило это гласит:

«Если путь минимума с 9-ти часов вечера накануне рассматриваемого дня до 7 часов утра данного дня и линия разностей (линия, соединяющая в системе данного циклона пункты наибольшего повышения барометра с пунктом наибольшего падения его), соответствующая тому же промежутку времени, совпадают или параллельны между собой, то путь минимума в течение следующих 14 часов, т. е. с 7 часов утра до 9 час. вечера рассматриваемого дня будет совпадать с первоначальным путем, т. е. минимум будет двигаться по прежнему направлению; если же линия разностей отклоняется от первоначального пути минимума на некоторый угол, то в ту же сторону от первоначального пути, но на угол в 1,3 раза больший отклоняется путь минимума в следующие 14 часов» (см. черт. 1).



Черт. 1.

- $AB$  — линия разностей,
- $A$  — пункт наибольшего повышения,
- $B$  — » » понижения
- $C$  — положение центра миним. в 9<sup>h</sup><sub>p</sub> предшств. дня
- $D$  — » » » » 7<sup>h</sup><sub>a</sub> давнного дня
- $E$  — » » » » 9<sup>h</sup><sub>p</sub> » »
- $\frac{b}{a} = 1.3.$

В число разобранных 14 случаев за указанный выше промежуток времени не входят следующие: 1) когда не доставало системы понижения или повышения вследствие быстрого ослабления или быстрого усиления минимума, 2) когда вблизи рассматриваемого минимума находились другие минимумы, 3) когда недоставало наблюдений для достаточно точного определения положения минимума или пунктов наибольшего повышения или пони-

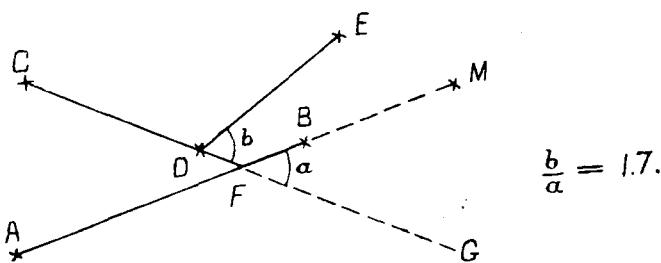
жения, 4) когда минимум раздваивался и 5) когда минимум оставался на месте.

Таким образом П. И. Броунов исключил все более или менее сложные случаи и исследовал лишь идеальный случай, если можно так выразиться, представляющий собою явление довольно редкое — всего 14 случаев за 9 слишком месяцев. Если строго применить исключение 2-ое, то это число еще уменьшится, так как при рассмотрении синоптических карт за 1878 год, весьма возможно пополненных после окончания работы П. И. Броунова, под сомнение надо взять случаи: 8 марта (судя по ветрам в Гапаранде и в Куопио), 5 мая (судя по ветрам береговых станций Норвегии) и 15 и 20 августа.

При всех разобранных П. И. Броуновым случаях минимумы двигались с запада на восток.

Спустя тридцать лет П. И. Броунов несколько изменил свою статью. В статьях «Барические волны и опыт определения помошью этих волн пути барометрического минимума в ближайшем будущем»<sup>1)</sup> и «Über die Karten der Luftdruckänderungen und über die Bestimmung der Bahn des barometrischen Minimums für die nächste Zeit auf Grund dieser Karten»<sup>2)</sup> его эмпирическое правило, выведенное на основании прежних 14 случаев гласит:

«Если путь барометрического минимума от 9 ч. вечера накануне рассматриваемого дня до 7 ч. утра этого дня и направление барометрической волны (прежняя линия разностей) для того же промежутка времени совпадают или параллельны между собой, то путь минимума в течение последующих 14 часов, т. е. до 9 ч. вечера данного дня, будет итти по направлению первоначального пути, или, что мне представляется более вероятным, но чего таблица за недостатком данных не показывает, несколько отклонится влево. Если направление волны идет из правой части области минимума в левую, (см. черт. 2) то и последующий путь минимума отклонится влево,



Черт. 2.

и еще сильнее; чтобы получить это отклонение, надо угол, образуемый путем и направлением волны, умножить на 1,7.» Обозначения прежние. *AB* — линия волны (лин. разностей).

«Если линия волны идет из левой части области минимума в правую, (см. черт. 3), то вправо же отклонится и последующий путь минимума, но

<sup>1)</sup> Труды Метеор. Бюро, вып. V СПБ. 1909 г.

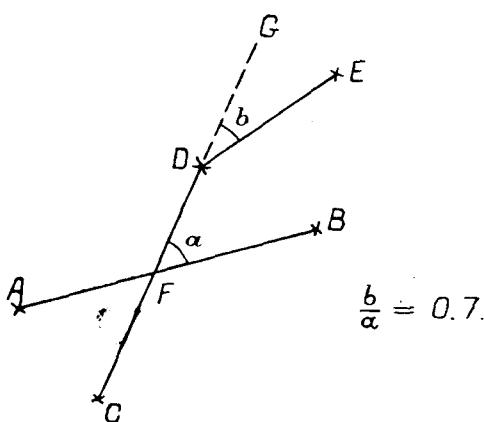
<sup>2)</sup> Meteorolog. Zeitschr., 1909, S, 373.

на меньший угол, для получения которого надо угол между путем минимума и направлением волны умножить на 0.7.»

Таким образом правило подразделяется на два случая. В первом случае (черт. 2) автор ставит перед углами  $a$  и  $b$  знак —, а во втором (черт. 3)—знак +.

Новые выводы автор делает на основании прежнего материала—всего 14 минимумов. Признавая этот материал недостаточным, автор приглашает интересующихся рассмотреть гораздо больше случаев, дабы получить более общее правило.

Эта работа нами теперь выполнена и результаты ее изложены ниже.



Черт. 3.

Само собой разумеется, что вопросом о колебаниях барометра интересовались не только у нас в России. П. И. Броунов в вышеупомянутой своей статье указывает, что карты изменений составлялись в то время (в 1878 г.) в Парижской и в Брюссельской Обсерваториях. Ekholm в статье «Wetterkarten der Luftdruckschwankungen»<sup>1)</sup> указывает, что во Франции с 12-го марта 1870 года в «Bulletin International du Bureau Central Météorologique de France» находится особый столбец для изменения давления в течение 24 часов; с 14 апреля 1878 года на карты наносилась при каждой станции величина изменения давления, а с 14 сентября на картах стали ежедневно проводить и линии изменений.

В «Wetterberichte der Deutschen Seewarte» с начала 1876 года по 1 апреля 1880 года находим рубрику «Unterschied gegen gestern Morgen» (для 24 часов) а со 2 апреля 1880 года до конца 1885 года,—«Unterschied gegen gestern Abend» (12 часов). С 1 января 1886 года больше этой рубрики нет, зато стали выходить вместо одной три синоптические карты.

Также и в «Daily Weather Report of Meteorological Office in London» с 1878 года существует рубрика для изменений барометра с утра до утра. Ни в немецких, ни в английских бюллетенях карт изменений нет.

<sup>1)</sup> Meteorolog. Zeitschrift, Aug 1904.

В статье Stanislav'a Hanzlik'a «Relations between velocities of progression of lows etc»<sup>1)</sup>, в примечании издателя, говорится, что карты изменений температуры и давления за каждые 8 часов и 24 часа составляются в Weather Bureau (Signal Service) с 1872 года. Карты за 12 и 24 часа составляются еще и по сие время. То же указание имеется в коллективном труде A. J. Henry и др. «Weather forecasting in the United States»<sup>2)</sup>.

Говоря об исследованиях по вопросу о колебаниях барометра нельзя обойти молчанием статью George Mathews Whipple'a «On the rate at which barometric changes traverse the British Isles»<sup>3)</sup>. Автор статьи исследовал при помощи записей самоисцелев семи Британских Обсерваторий (Valentia Armach, Glasgow, Aberdeen, Falmouth, Kew, Stonyhurst) перемещение областей изменения барометра (падение и рост) за 1869—1875 годы и пришел к следующим выводам: 1) средняя скорость горизонтального движения изменений барометра при прохождении через Британские острова приблизительно равняется 53 милям (85 килом.) в час, 2) эта средняя скорость подвергается незначительным изменениям из года в год, 3) положительные изменения передвигаются с большей скоростью, чем отрицательные, 4) скорость горизонтального движения изменений барометра уменьшается, если область изменения перемещается к северу, 5) большинство изменений пересекают Британские острова со скоростью от 30 до 60 миль в час; большие скорости сравнительно редки (из 469 случаев всего 5 со скоростью 100 миль и выше в час) и 6) изменения эти пересекают Британские острова в направлении с юго-запада на северо-восток (из 479 случаев 342). Мы позволяем себе обратить внимание русских метеорологов на тот факт, что Mr. Whipple, имев в своем распоряжении довольно скучный материал, еще в то время (1869—1875 г.) усмотрел путь перемещения областей повышения давления, идущий через Британские Острова в направлении с юга-запада на северо-восток.

Мы теперь знаем, на основании разработки громадного материала (1880—1915), что этот путь является одним из основных путей перемещения областей высокого давления через Британские острова, южную Скандинавию и Финляндию.

21 апреля 1880 года Whipple выступил с докладом о своей работе в «Meteorological Society» и был встречен весьма недружелюбно. Оппоненты ставили ему как будто в вину, что он говорит о каких то изменениях барометра и их перемещениях, тогда как по их мнению следовало говорить о перемещениях депрессий. Так Gaster, убедившись, что речь идет не о перемещениях депрессий, разочаровался совершенно и недоумевает, для чего автор выступил с подобным докладом перед Метеорологическим Обществом<sup>4)</sup>. Немного снисходительнее Mr Strachan, но и он полагает, что изучение перемещений изменений барометра не так полезно, как изучение перемещений депрессий и что метод Mr. Whipple'a приводит к слиш-

<sup>1)</sup> Monthly Weather Review, May, 1906.

<sup>2)</sup> Изд. Weather Bureau, Washington, 1916.

<sup>3)</sup> Quarterly Journal of the Meteorological Society, vol VI, № 35, p. 136—142. London 1880.

<sup>4)</sup> Mr. Gaster, from a brief glance at the paper, expected that its statements referred to the motion of what are commonly knownes „depressions“ but, as they merely referred to the time of occurrence of the lowest barometer reading at certain stations, without regard to the motion of the low pressure systems prevailing at the time, he naturally felt disappointed, and could not see what was the object of the Author in presenting the society with such partial information».

ком преувеличенными скоростям, как, например, скорости 100 миль в час<sup>1)</sup>.

На это Mr. Whipple скромно возражает, что в настоящей работе он определял скорости перемещений изменений барометра не касаясь вопроса о перемещениях изобар. Он полагает, что последний вопрос отличен от первого и совершенно чужд предмету данного доклада<sup>2)</sup>.

Эта враждебность к работе Mr. Whipple'a становится понятной разве только если принять во внимание, что теория циклонов и антициклонов тогда только что одержала верх над теорией Dove, и потому сторонники теории циклонов зорко стояли на страже её от всяких новых посягательств, каковым могла быть теория самостоятельного перемещения барометрических волн (изменений барометра). Мы теперь, конечно, знаем, что прав был Mr. Whipple.

Упомянутая выше работа П. И. Броунова положила начало исследованию вопроса о соотношении между движением минимума и положением области понижения или, другими словами, о соотношении между изменением и перемещением изобар и таковым же изменением и перемещением изаллобар. В этом и заключается главная заслуга работы П. И. Броунова.

Эти исследования были продолжены Б. И. Срезневским и результатом работ последнего явилось сперва предварительное сообщение «О сильных колебаниях барометра»<sup>3)</sup>, а затем статья «Ueber starke Schwankungen des Luftdrucks in Jahre 1887»<sup>4)</sup>.

Сперва Б. И. Срезневский имел ввиду лишь исследование зимних бурь ради предсказания метелей и снежных запосов на железных дорогах. Избрав своим методом изучение сильных колебаний барометра (в один час на один м. м. и более), автор заметил, что при этом он сразу достигает двух целей: исследования труднейших для предсказания бурь вообще и исследования снежных бурь в частности.

В статье «Ueber starke Schwankungen etc.» автор задается целью «проверить те правила, которые применяются при предугадывании движения центров циклонов правила, из которых многие превратились в рутину, не имея никакого права на это. Главное внимание автор останавливает на одном таком правиле, гласящем, что центр минимума движется в том направлении, которому предшествует наибольшее падение барометра.

Материалом для автора служат синоптические карты Главной физической Обсерватории за 1887 год и карты разностей барометров за тот же год.

Как показывает само заглавие, речь в статье идет о сильных колебаниях барометра, поэтому автор отобрал те случаи, когда падение баро-

<sup>1)</sup>... However, he thought, that following barometric maxima and minima from one to another of certain fixed stations was not so useful as tracing the depressions and elevations of pressure from position to position, as they actually occurred day by day, or interval after interval. Mr Whipple's method led to exaggerated results, such as a velocity of barometric changes exceeding 100 miles an hour, whereas he did not believe that it ever much exceeded 60 miles an hour.

<sup>2)</sup> Mr. Whipple said that what he had done in his paper was to determine the rate at which the change from a rising to a falling barometer, or vice versa, passed from one station to another, without considering the question of the motion of isobars, which he believed to be another thing altogether, and foreign to the present discussion.

<sup>3)</sup> „Метеорол. Вестник“, 1891 г. стр. 385—387.

<sup>4)</sup> Bulletin de la Société Impér. de Naturalistes de Moscou, 1895, № 3. Реферат Е. Less'a  
„Die Fortschritte der Physik im Jahre 1895, dritte Abt. S 274—276.“

метра за ночь превышало 10 м. м. причем центры соответствующих циклонов при своем перемещении все время оставались в пределах Европейской телеграфной сети. Таких случаев оказалось за год всего лишь 23. Для всех этих случаев указаны как величина падения и роста барометра, так и район, охватываемый этими явлениями. Кроме того все эти 23 случая были изображены графически на особой таблице в масштабе синоптической карты Г. Ф. О., с указанием места наибольшего падения барометра, места наибольшего роста и положения центра минимума в 9 час. вечера кануна, в 7 часов утра, в 1 час. дня и в 9 часов вечера данного дня.

Рассматривая и изучая этот материал, автор приходит к заключению, что область наибольшего падения барометра занимает вполне определенное место в области подвижного циклона,—именно: она находится вправо от пути движения циклона и впереди его. Дальнейшее движение минимума происходит не в направлении, где наблюдается наибольшее падение барометра, а влево от него.

Далее автор впервые дает понятие о барометрической волне и устанавливает относительно нее нижеследующие положения, о которых Ekholm в свое время писал<sup>1)</sup>: «Описанные здесь Срезневским барометрические волны представляют собой, по моему мнению, чрезвычайно важное явление, невшедшее еще должного внимания». Вот эти положения:

• Барометрическую волну, которая предшествует минимуму, можно обнаружить раньше, чем появится центр минимума. Особого внимания заслуживают те случаи, когда движение барометрической волны явно не зависит от передвижения минимума»... «Сравнительно часто случается, что минимум движется прямо на пункт, где за предыдущий срок наблюдения отмечено наибольшее падение барометра. Иногда же расстояние между центром минимума и точкой наибольшего падения делается чрезвычайно большим. При этом случается, что связь между минимумом и падением барометра совершенно нарушается: минимум остается неподвижно на месте, в то время, как разрежение воздушной массы передвигается в виде волны в каком-либо направлении, удаляясь всё дальше и дальше от минимума».

Указывая, что на подобное явление распространения барометрической волны независимо от минимума до сих пор не было обращено внимания метеорологов, Б. И. Срезневский рассматривает один такой случай, относящийся к 21 и 22 января 1887 года, когда барометрическая волна, движение которой сопровождалось сильной бурей, переместилась с Северной Финляндии через Кемь и Новгород к центру России и далее через губернию Тамбовскую, Воронежскую и Саратовскую до Области Войска Донского, в то время, как распределение изобар осталось почти без изменения: мало-подвижный циклон находился в течение суток 21—22 января над Северным Ледовитым океаном около берегов Норвегии. Наименьшее давление наблюдалось 21 января (Альтен 727 м. м.).

Не вдаваясь в дальнейшие подробности, мы ограничимся здесь приведением главнейших выводов Б. И. Срезневского:

1) Центр циклона находится всегда влево от точки наибольшего падения барометра, что объясняется большой эксцентричностью крайних изобар, а также неодинаковостью градиентов по обоим сторонам циклона.

<sup>1)</sup> Wetterkarten der Luftdruckschwankungen, Met. Zeitschr., Aug. 1904.

2) область наибольшего падения барометра, лежащая в юго-восточном квадранте циклона, совпадает с областью наиболее сильных ветров и перемещается почти параллельно пути центра циклона, и 3) наблюдаются, однако случаи, когда область наибольшего падения барометра перемещается независимо от минимума, занимающего малоподвижное положение на крайнем Севере Европы.

Работа Б. И. Срезневского, его метод исследования, сводящийся к рассмотрению и изучению изменений давления, а не к распределению одного лишь давления в данный момент, представляет глубокий и чрезвычайный интерес и должен был заслужить больше внимания со стороны не одних только русских метеорологов. Однако, в течение последующего десятилетия после появления в печати его работы, никто из метеорологов, за исключением одного лишь Ekholt'ma, не обратил внимания на только что указанное выше и впервые им отмеченное явление самостоятельного распространения барометрической волны, независимо от движения минимума. По крайней мере в первом издании «Lehrbuch der Meteorologie» Hann'a, появившемся в 1906 году, ни слова не говорится ни об исследованиях в данном направлении, ни о работе Б. И. Срезневского.

Невольно однако возникают вопросы: почему сам Б. И. Срезневский не продолжил своих исследований, начатых с таким успехом, или, другими словами, почему более или менее окончательная разработка метода изаллобар связана с именем Nils'a Ekholt'ma, а не с именем Б. И. Срезневского, опедевшего Ekholt'ma на целое десятилетие, и почему Б. И. Срезневский напечатал свою работу не в Записках Императорской Академии Наук, как это обыкновенно делалось, а в малоизвестном издании,—факт, который не мог содействовать ее распространению?

Б. И. Срезневский продолжал свои исследования и в целом ряде интереснейших ежемесячных обзоров погоды, обнимающих промежуток времени от 1891 по 1900 год<sup>1)</sup> он то и дело возвращался к вопросу о барометрических волнах.

Почти исчерпывающий ответ на первый вопрос дает сам Б. И. Срезневский в ежемесячном обзоре погоды за февраль 1897 года<sup>2)</sup>.

...«К сожалению с 1887 года<sup>3)</sup> составление карт разностей прекращено. К сожалению, я говорю потому, что карты разностей дают наглядное изображение волн холода и волн барометрических, составлять их приходится самому, угадывая те случаи, когда появится та или другая волна. Волны холода и прослеживаются в наших обзорах весьма последовательно с 1891 года; в настоящее время рассмотрение волн холода введено в ежемесячные бюллетени Главной Физической Обсерватории. Очередь еще не дошла до волн барометрических; таковые не прослежены в наших обзирах последовательно; и я могу указать лишь отдельные случаи барометрических волн за обработанное мною 4-х летие, помошью указателя составленного и изданного мною: 10—22 дек. 1891 г., 28—29 янв. 1892 г., 23—25 ноября 1892 г. (при-

<sup>1)</sup> Эти Ежемесячные Обзоры Погоды печатались сперва в Метеорол. Вестн. (1891 и 1892 г.), а потом самостоятельным изданием. См. Б. И. Срезневский, Ежемесячные Обзоры погоды, (1893—1900).

<sup>2)</sup> См. «Барометрическая волна 19—20 февраля», стр. 51.

<sup>3)</sup> Вероятно, тут вкраялась ошибка: составление карт разностей прекратилось в конце 1887 г.

ложена карта), 9—10 марта 1893 г., 18 мая 1893 г., 6—7 февраля 1894 г. В этих случаях волна иногда предшествует появлению минимума, иногда продолжает движение по исчезновении минимума, иногда же движется совершенно независимо от минимума, по пути несвойственному минимумам; весьма эффектны волны, движущиеся с севера на юг с значительной быстротой, прочно от минимума, который остается стационарным, и которые на пути своем обусловливают преходящие существования изобар, увеличения градиента, сильные ветры, бури, метели.

Такие случаи имели место 9—10 марта 1893 г., 21—22 января 1887 г. и, вероятно, во множестве других случаев, ускользнувших от исследователей, не имевших повода или времени направить внимание и работу на этот интересный пункт.

Отчего происходят такие барометрические волны, остается совершенно нерасследованным и остается нерасследованным, пока не будет кем-либо обращен труд на систематическое составление карт разностей»...

Далее в рецензии о работах Эхольма<sup>1)</sup> Б. И. Срезневский пишет: «Когда стали строиться синоптические карты за 1 час. дня, то по личному распоряжению директора Обсерватории Г. И. Вильда изготовление карт разностей было отменено. Весьма недоверчиво отнесся Г. И. Вильд к статье моей о сильных колебаниях давления в 1887 году, в которой движение областей падения барометра рассматривалось, как явление самостоятельное. На эту статью Эхольм ссылается ныне, как на исследование изаллобар»...

Трудно сказать, что послужило главнейшей причиной такого распоряжения директора Обсерватории. С одной стороны возможно, что составление карт разностей было просто не по силам немногочисленному персоналу Отделения Ежедневного Бюллетеня, состоявшему всего из 2 физиков и 3 ад'юнктов, тем более, что с введением синоптической карты за 1 час дня работы значительно прибавилось. С другой стороны, судя по словам Б. И. Срезневского, директор Г. И. Вильд относился к его работам также недоверчиво, как в свое время Meteorological Society к работам Mr. Whipple'a.

Как бы то ни было, теперь остается лишь с грустью констатировать, что отмеченные нами выше курсивом выдержки из работ Б. И. Срезневского по своему смыслу целиком легли в основу трудов Ekholm'a<sup>2)</sup>.

Вот что говорит по этому поводу сам Ekholm:

«Трудности, с которыми пришлось бороться современному воззрению на циклоны и антициклоны, привело меня к новому методу исследования, которым прежде хотя случайно и пользовались, но который систематически никогда разработан не был. Вместо того, чтобы рассматривать и изучать, как существенное, распределение давления и его изображение в данный момент, как это было раньше, я обратил свое внимание на изменение давления, как во времени так и в пространстве, и вернулся некоторым образом назад к точке зрения Guericke, Beal, Halley, Espy и Loomis. Эти мои исследования привели меня к открытию факта, который еще раньше был указан Срезнев-

<sup>1)</sup> Метеоролог. Вестник, т. XVII, 1907 г. стр. 345.

<sup>2)</sup> См. Nils Ekholm, «Om lufttryckets ändringar och därför sammanhängande företeelser», напеч., в органе Шведского Общества Антропологии и Географии «Умер» за 1908 г.

В Отделе Ежеднев. Бюллет. Г. Ф. О. имеется единственный экземпляр неизданного перевода этой статьи, сделанного покойным физиком М. Ф. Петелиным, «Об изменениях давления воздуха и связанных с ним явлениях».

ским, что так называемые непериодические изменения атмосферного давления не есть следствия движения циклонов и антициклонов, а самостоятельные явления, которые, влияя, конечно, на распределение атмосферного давления в данный момент, с другой стороны сами часто и до известной степени испытывают влияние этого распределения. В существенном же эти изменения зависят от физических свойств верхних слоев атмосферы, в особенности от температуры и движения их<sup>1)</sup>.

С 1 августа 1892 г. Б. И. Срезновский оставил Главную Физическую Обсерваторию по случаю занятия кафедры метеорологии в Московском университете<sup>2)</sup>. После ухода Б. И. Срезневского из Главной Физической Обсерватории богатый наблюдательский материал последней стал ему почти недоступен, как вследствие отдаленности, так и вследствие недоброжелательного к Б. И. Срезневскому отношения директора Обсерватории Г. И. Вильда.

Этим заканчивается ряд работ русских метеорологов по данному вопросу, так как статья А. Г. Дмитриева: «Опыт практического применения изаллобар к определению движения и деформации циклонов»<sup>3)</sup>, к которой мы вернемся впоследствии, написана уже после опубликования работ Эхольма.

Из работ иностранных метеорологов, относящихся к этому вопросу, следует отметить работу Felix'a Klitzkowskii: «Untersuchungen über die Ursachen der unperiodischen Luftdruckschwankungen»<sup>4)</sup>, предпринявшего чисто математическое исследование причин непериодического изменения давления.

Заканчивая историческую часть затронутого нами вопроса мы считаем не лишним еще раз вернуться к правилу Броунова.

П. И. Броунов, как уже было упомянуто, признавая, что его эмпирические правила выведены на основании весьма ограниченного числа случаев, предлагает интересующимся данным вопросом разобрать возможно большее количество случаев, дабы получить более общее правило.

Чтобы сделать это, нами разобраны карты изаллобар за весь 1914 г. и частично за 1915, 1916 и 1913 годы, составленные Отд. Ежедневного Бюллетеня Г. Ф. О, а также, с разрешения физика В. С. Небржиловского, прекрасно составленные им карты изаллобар за зимы 1897—1898 г. 1901—1903 и 1904—1905 г.г.

Само собой разумеется, что мы старались отобрать из всех проходивших в пределах синоптической рабочей карты Г. Ф. О. циклонов лишь те, которые удовлетворяют условиям П. И. Броунова, т. е. отбросили все более или менее сложные случаи, оставив лишь те, у которых имеются ясно выраженное падение и тыловой рост.

Всего таких случаев оказалось лишь 61. По Броунову возможны три случая при прохождении циклона: 1) Линия разностей отклоняется от пути циклона вправо и тогда и путь циклона должен отклониться вправо от своего первоначального пути. В этом случае углы  $\alpha$  и  $\beta$  берутся со

знаком + а отношение  $\frac{\alpha}{\beta} < 1$ .

<sup>1)</sup> Nils Ekholm, «Das Wetter auf der Nordsee während der ersten Hälfte von Juni 1911», Kopenhagen, 1913, S. 13.

<sup>2)</sup> Отчет по Главной Физ. Обс. за 1892 г.

<sup>3)</sup> Геофизический Сборник, изд. Гл. Физ. Обсерв., т. I. вып. I, Петроград, 1914.

<sup>4)</sup> Meteorolog. Zeitschrift 1890. S. 441.

2) Линия разностей уклоняется от первоначального пути циклона влево; тогда и путь циклона должен отклониться влево-же. В этом случае углы  $a$  и  $b$  имеют знак —, а отношение  $\frac{a}{b} > 1$ .

3) Линия разностей параллельна пути циклона или совпадает с ним, тогда  $a = b = 0$ .

В нижеследующей таблице рассмотрены все 61 случай, с соответствующими величинами  $a$ ,  $b$  и  $\frac{a}{b}$ .

№ по пор.	Число и год.	Положение центра циклона в 7 ч. утра.	a	b	$\frac{b}{a}$				S
					+ a + b	— a — b	a=b=0	0	
1	8 I 1914	у остр. Ферро . . . . .	+ 18	0					0
2	9 I »	Рижский залив . . . . .	+ 22	+ 23	1.0				
3	10 I »	Припять . . . . .	0	0	—	—	%	—	
4	18 I »	Мурман . . . . .	+ 28	+ 32	1.1	—	—	—	
5	19 I »	Шенкурск . . . . .	- 35	- 62	—	1.8	—	—	
6	21 I »	Мурман . . . . .	- 25	- 45	—	1.8	—	—	
7	27 I »	Каргополь . . . . .	0	- 14	—	—	—	—	
8	17 II »	Онега . . . . .	0	0	—	—	%	—	
9	28 II »	Москва . . . . .	0	- 26	—	—	—	—	
10	6 III »	Шетланд. о-ва . . . . .	+ 52	+ 52	1.0	—	—	—	
11	6 III »	Рижский залив . . . . .	- 20	- 39	—	1.9	—	—	
12	7 III »	Висби . . . . .	+ 20	- 18	—	—	—	—	
13	8 III »	Юрьев . . . . .	+ 0	0	—	—	%	—	
14	11 III »	В. Луки . . . . .	+ 10	0	—	—	—	0	
15	12 III »	У. Сысольск . . . . .	0	- 20	—	—	—	S	
16	13 III »	Луганск . . . . .	0	0	—	—	%	—	
17	14 III »	Екатеринбург . . . . .	- 3	- 11	—	3.7	—	—	
18	17 III »	Данциг . . . . .	0	- 45	—	—	—	S	
19	18 III »	Новгород . . . . .	- 60	- 37	—	0.6	—	—	
20	24 V »	Гернесанд . . . . .	0	0	—	—	%	—	
21	18 IX »	Блов. Гук . . . . .	- 37	- 24	—	0.6	—	—	

№ по порядку	Число и год.	Положение центра циклона в 7 ч. утра.	a	b	$\frac{b}{a}$			S
					$\frac{+a}{+b}$	$\frac{-a}{-b}$	$a=b=0$	
22	22 IX >	Каргополь . . . . .	0	0	—	—	%	
23	28 IX >	Карлштадт . . . . .	0	0	—	—	%	
24	5 X >	Москва . . . . .	+ 18	- 52	—	—	—	
25	14 XI >	Мариенхамн . . . . .	+ 42	- 33	—	—	—	
26	12 I 1916	Вологда . . . . .	+ 46	+ 19	0.4	—	—	
27	13 I >	Скудеснес . . . . .	- 22	+ 16	—	—	—	
28	15 I >	Христиансунд . . . . .	0	- 8	—	—	—	
29	16 I >	Гельсингфорс . . . . .	+ 39	+ 17	0.4	—	—	
30	17 II >	Висби . . . . .	0	0	—	—	%	
31	18 II >	Гельсингфорс . . . . .	+ 11	+ 14	1.3	—	—	
32	24 III >	Шенкурск . . . . .	+ 10	+ 29	3.0	—	—	
33	26 III >	Улеаборг . . . . .	0	+ 11	—	—	—	
34	24 V >	Ярославль . . . . .	+ 21	+ 30	1.4	—	—	
35	25 V >	Мезень . . . . .	+ 33	+ 38	1.2	—	—	
36	4 VIII >	Рига . . . . .	+ 15	0	—	—	—	0
37	5 VIII >	Москва . . . . .	+ 18	- 16	—	—	—	
38	19 IX >	Копенгаген . . . . .	+ 11	- 24	—	—	—	
39	21 I >	В. Волочек . . . . .	- 5	- 7	—	1.4	—	
40	6 II >	Казань . . . . .	- 18	- 16	—	0.9	—	
41	10 II >	Шенкурск . . . . .	- 14	- 34	—	2.5	—	
42	13 II >	Елатыма . . . . .	0	- 11	—	—	—	
43	14 II 1902	Кишинев . . . . .	+ 11	- 27	—	—	—	
44	15 II >	Воронеж . . . . .	+ 15	- 13	—	—	—	
45	16 II >	Пермь . . . . .	0	0	—	—	%	
46	17 II >	Кемь . . . . .	- 6	- 11	—	1.8	—	
47	23 III >	С.-Петербург . . . . .	+ 6	+ 5	0.8	—	—	
48	9 XI 1901	Свирица . . . . .	- 29	- 61	—	2.1	—	
49	11 XI >	Висби . . . . .	+ 33	+ 21	0.6	—	—	
50	13 XI >	Ярмут . . . . .	- 8	- 27	—	3.4	—	

№ по пор.	Число и год.	Положение центра циклона в 7 ч. утра.	a	b	$\frac{b}{a}$				S
					+ a + b	- a - b	a=b=0		
51	15 XI >	Ганге . . . . .	- 11	- 7		0.6	-	-	
52	18 XI >	Онега . . . . .	- 11	- 12		1.1	-	-	
53	19 XI >	Христиансунд . . . . .	+ 10	+ 4	0.4	-	-	-	
54	20 XI >	Таммерфорс . . . . .	0	0	-	-	%	-	
55	25 XI >	Инге . . . . .	+ 32	+ 68	2.1	-	-	-	
56	13 XII >	Царицын . . . . .	- 16	- 7	-	0.4	-	-	
57	14 XII >	Уфа . . . . .	+ 16	+ 15	0.9	-	-	-	
58	8 II 1913	Христиансунд . . . . .	+ 7	+ 32	4.5	-	-	-	
59	9 II >	Таммерфорс . . . . .	- 15	+ 22	-	-	-	-	
60	10 II >	Москва . . . . .	- 6	+ 16	-	-	-	-	
61	18 III >	Карлстадт . . . . .	- 16	- 18	-	1.1	-	-	

Как видно из выше помещенной таблицы эти случаи являются отнюдь не исчерпывающими. Так, наприм., существуют такие, когда  $a$  и  $b$  разных знаков (10 случаев из 61), т. е. если линия разностей уклоняется от первоначального пути циклона вправо, то не всегда в ту же сторону от первоначального своего пути уклонится и циклон. Бывают и такие случаи, когда один из углов  $a$  или  $b$  равен 0, в то время, как другой нулю не равен. (10 случаев из 61). Таким образом из 61 случаев лишь к 41 случаю правилу Броунова применимо и к 20 случаям не применимо вовсе. В процентах это даст для первого случая 66%, а для второго 34%.

Далее, по Броунову отношение  $\frac{b}{a}$  для одного случая больше 1, а для другого меньше.

По нашей таблице среднее арифметическое величины отношения  $\frac{b}{a}$  для первого случая равно 1.3, а для второго 1.6. Сама же величина отношения колеблется между широкими пределами. Например для первого случая от 0.4 до 3.7.

Таким образом вряд ли представляется целесообразным разбивать правило на два случая. Если рассматривать всего один случай, как это и было у И. И. Броунова в первоначальной работе, то средняя величина отношения  $\frac{b}{a}$  получается равной 1.5.

Не вдаваясь в более подробный разбор правила Броунова, мы считаем вышеизложенного достаточным, чтобы установить следующее:

1) Циклонов, удовлетворяющих требованиям для применения правила Броунова, встречается чрезвычайно мало (от 10 до 25 в год). Это число

при более внимательном рассмотрении каждого циклона в отдельности еще уменьшается.

2) Если к данному случаю правило Броунова вообще применимо, то коэффициент вероятности предсказания, данного на основании этого правила вообще очень мал, так как лишь 66% за то, что путь циклона уклонится действительно в ту сторону, в какую отклоняется от первоначального пути циклона линия разностей.

3) Величина отношения  $\frac{b}{a}$  колеблется между широкими пределами.

4) Неточности определения величины углов  $a$  и  $b$ , вследствие трудности определить центр области падения и тылового роста, могут достигнуть значительной величины.

Ввиду этого мы приходим к заключению, что правило Броунова лишено практического значения и говорить о нем, как о правиле, вряд ли приходится.

Правило Броунова связывает область тылового роста с областью наибольшего падения. Из внимательного рассмотрения нескольких тысяч хорошо исполненных карт изаллобар мы пришли к заключению, что область тылового роста гораздо более сложное явление, чем область падения. Во первых, редко встречаются области роста с хорошо выраженным центром; во вторых часто центров несколько, область растянута по меридиану и расстояние области роста от области падения порою очень значительно. Область тылового роста попадает под действие центров высокого давления (обегание) и меняет в зависимости от этого скорость передвижения в широких пределах. делается стационарным и не редки случаи, когда область роста в последующий день занимает более западное положение, чем в предыдущий. Мы склонны думать, что в тех случаях, когда углы  $a$  и  $b$  у Броунова разных знаков, мы имеем дело с чрезвычайно сложным явлением в области тылового роста. Нами замечено также, что в большинстве таких случаев по близости области тылового роста имеется на лице хорошо сформировавшийся антициклон.

Проверкой правила Броунова занимались, повидимому, как Ekholm, так и Hanzlik, (см. выше). Они оба пришли к тождественным выводам: «Auch gibt Brounow eine empirische Regel, um die künftige Bahnrichtung einer Zyklone mit Hilfe des Fallzentrums und Steigungszentrums zu bestimmen. Doch ist die Übereinstimmung mit den Beobachtungen nicht besonders gut, obgleich er alle die komplizierten Fälle ausgeschlossen hat». (Ekholm)<sup>1</sup>.

... «but though he excludes all complicated cases the accordance with observations is not quite satisfactory. (Hanzlik)<sup>2</sup>.

Э. Пушиц.

Июнь 1923 г.  
Гл. Физ. Обсерв.

<sup>1)</sup> Nils Ekholm «Wetterkarten der Luftdruckschwankungen.» Meteorolog. Zeitschrift Aug. 1904. S. 351.

<sup>2)</sup> Stanislav Hanzlik, «Relations between velocities of progression of lows...» p. 205.

## Служба ледяных извещений, в связи с работой ледоколов в Финском заливе, ее цель и задачи.

Поддержание зимней навигации с помощью ледоколов Ленинградского торгового порта, начавшееся с 1921 г. вызвало к жизни целый ряд вопросов, ответы на которые в значительной части дать было затруднительно или даже совершенно невозможно, за отсутствием материалов. Одним из таких вопросов были природные условия плавания во льдах и в частности их распространение каждый данный день, так как получение ежедневных «сведений о льдах» (Ice reports, Eismeldungen) было сопряжено с рядом затруднений. Однако, в течение последних зим постепенно установилось получение ледяных сводок от русских станций Финского залива, Эстонии, Латвии и Швеции, которые подавались ежедневно по радио для всеобщего сведения по установленному шифру. Такой материал захватывает обычно районы береговых и островных наблюдательных пунктов, благодаря чему значительную роль играют дополнительные данные, получаемые по радио от плавающих в море ледоколов и судов, могущих сообщить сведения более обширные и более точные, по преимуществу тех районов, для коих наблюдения береговые являются слишком удаленными или иногда и вовсе бесполезными.

Для практических целей, наиболее существенно иметь: 1) положение границы сплошных льдов, неподвижных или движущихся, 2) границу чистой воды и 3) число миль пути во льдах от порта до чистой воды. Удовлетворить эту потребность могут *сведения о льдах для Ленинграда*, ежедневно составляемые на основании упомянутых выше ледяных сводок и сведений с плавающих ледоколов. В этих коротких сообщениях дается ответ на приведенные вопросы<sup>1)</sup>, причем, для общепонятности, сведения о льдах могут быть переведены на английский язык, являющийся наиболее распространенным, среди мореплавателей. В таком виде эти сведения о льдах наиболее целесообразно передавать по радио в определенное время, вместе с государственной метео-сводкой<sup>2)</sup>. При этих условиях сведение о льдах будет принято не только моряками, находящимися в море, но и теми заграничными центрами, в которых могут быть коммерческие и технические учреждения, заинтересованные в плавании судов в Ленинградский порт.

Составленные таким образом «сведения о льдах» имеют значение в данный момент, для целого ряда практических вопросов: положение границы льда определяет число миль, которое судно и ведущий его ледокол должны проходить во льдах, а потому, на основании таких сведений, решается вопрос о запасах угля, смазки, продовольствия для команд, как ледокола, так и проводимых им судов, что весьма важно в эксплуатационном отношении. Часто отсутствие этих сведений, или не приданье им должного значения может повлечь за собою преждевременный расход запасов и вызвать необходимость экстренного пополнения их, путем специального рейса вспомогательного ледокола, или захода в порт ледокола с караваном. Как та,

<sup>1)</sup> При этом придерживаются «терминологии кромки льда», см. «Морской сборник» № 5. 1924 г., стр. 140.

<sup>2)</sup> Метеоролог. вестн. 1924 г. № 1, стр. 6.

так и другая непредусмотренная случайность, конечно, в значительной мере удоражает работу, задерживает караван, иногда на значительное время, в случае же доставки топлива специальным рейсом, вызывает необходимость перегрузки в море, что является во всех отношениях нежелательным. Кроме того, поиски ледоколом встречаемых им судов в значительной мере облегчаются более или менее точными сведениями о положении границы льдов, что также является экономически существенным.

Те небольшие расходы, которые вызывает получение указанных выше сведений и составление «сведений о льдах для Ленинграда», являются совершенно ничтожными, по сравнению с теми значительными затратами времени и материальных средств, которые могут быть вполне избегнуты, в значительном числе случаев при разумном пользовании ими. Если же принять во внимание, что в самые суровые периоды, состояние ледяного покрова Финского залива чрезвычайно затрудняет плавание во льдах и вызывает необходимость перерыва такого плавания на некоторые промежутки времени: неделя, две иногда и месяц, то составление соображений и плана ледокольных операций на ближайшее время, в такие периоды зимнего плавания, в полной мере зависит от своевременности и полноты сведений о льдах, а также и о вероятном состоянии погоды.

Наконец, такой расход, как уплата страховой премии за суда, подвергающиеся риску проводки во льдах, также зависит от числа миль этой проводки, так что для определения этого расхода, получение сведений о льдах является также необходимым.

Таким образом, текущая потребность в «сведениях о льдах» является весьма настоятельной и находится в тесной связи с экономической стороной и эксплоатацией ледоколов.

Неменьший интерес представляют эти сведения, как научный материал, который приобретает тем большее значение, чем более систематично он собирался в течении нескольких лет. В наше время зимнее плавание во льдах на небольшом расстоянии от чистой воды, напр., в западных портах Балтийского моря носит обычный характер и зашифрованные «сведения о льдах» уже несколько лет входят, как непременное дополнение в зимние метеорологические сводки посыпаемые по радио для всеобщего сведения всеми прибалтийскими государствами.

Накопление таких материалов за предыдущие годы, помимо общей характеристики состояния ледяного покрова, климатологического характера, облегчает ориентировку во льдах и прогноз этого рода явлений в годы последующие, что опять таки является существенным для практики ледокольного дела.

Весьма полезным является оповещение заинтересованных учреждений и мореплавателей в порту, путем рассылки им сведений о льдах и обозначения последних в форме специально установленных сигналов, как это практиковалось в Ленинградском порту и в некоторых местах за границей<sup>1)</sup>.

Считаем нeliшним привести здесь специальную терминологию, которой следует держаться при переводе сведений о льдах на английский язык, однообразие которой необходимо для более легкой расшифровки и сравнения сведений между собой.

<sup>1)</sup> Отчет о деят. Ленингр. Торг. Порта за 1923 г. Ленинград 1924.

### Характеристика льда.—The characteristic of ice.

1. Слабый—weak.
2. Легкий—light.
3. Крепкий—hard.
4. Тяжелый—heavy.
5. Редкий—rare.
6. Сплошной—whole.
7. Неподвижный—immovable.
8. Плавучий—floating.
9. Отдельно плавающий—separately floating.
10. Чистая вода—open water или clear of ice.
11. Дрейфующий лед—drift ice.
12. Ледяной покров—ice cover.
13. Ледяные поля—ice fields.
14. Тонкий—thin.
15. Толстый—thick.
16. Толщина—thickness.
17. Торосистый—hummocky.
18. Битый—broken.
19. Старый—old.
20. Тающий—thawing.
21. Попадается, встречается—it is possible to meet.
22. Лед с подвижками—screwing of ice.
23. Кромка, граница льда—edge, limit of ice.

### Обстоятельства плавания.—Conditions of navigation.

24. Судам предстоит идти под проводкой ледоколов—ships have to go with assistance of icebreakers.
25. Плавание под проводкой ледоколов началось—navigation with assistance of icebreakers.
26. Плавание совершенно прекращено—navigation is closed.
27. Плавание безпрепятственное—free navigation, navigation unobstructed.
28. Плавание возможно только для сильных пароходов—navigation is possible only for powerful ships.
29. Сведений нет—no information.
30. Ожидается ледостав—freezing expected.
31. Ожидается ледоход—floating ice expected.
32. Ожидается вскрытие—breaking up expected.

Упомянутые «сведения о льдах для Ленинграда» могут быть составлены с применением приводимой терминологии, повидимому, достаточно удовлетворительно<sup>1)</sup>). Отсутствие условных шифров, хотя и удлиняет передачу, но

<sup>1)</sup> Эта терминология была принята, между прочим, Ленинградским Торговым Портом и Главной Геофизической Обсерваторией, при передаче сведений о льдах по радио в зиму 1923—24 г.г.

зато, делает эти сведения непосредственно доступными всем интересующимся ими и легко разбираемыми по карте.

Точность сведений зависит от своевременности и полноты доставляемого материала. В этом отношении наиболее благоприятные условия для их составления могут представиться для исследователя, находящегося в море на ледоколе и производящего наблюдения попутно с его движением. В этом случае, для связи с берегом, они имеет возможность пользоваться радиостанцией ледокола, которые обычно отличаются исправным состоянием и значительными радиусом действия и силою. Находясь на ледоколе, составитель сведений о льдах использует и результаты своих непосредственных наблюдений, каковые вообще играют большую роль в отношении осведомленности о льдах.

Помимо вышеописанных наблюдений и «попутных» ледокольных гидрологических исследований, которые весьма при самых затрудненных материальных условиях, нельзя не упомянуть просто и с незначительной затратой средств могут производиться безусловной потребности в снаряжении постоянной морской зимней экспедиции на небольшом ледоколе, на подобие того, как это принято в летнее время, когда морскими гидрографическими работниками бывают заняты несколько специально оборудованных гидрографических судов, существующих только для этой цели. Когда мы говорим о постоянной экспедиции для изучения Финского залива зимою, то мы можем иметь в виду использование ее непосредственно для целей практического мореплавания в течении самого времени пребывания ее во льдах Финского залива. Вопрос *наиболееудобнейшего дарвата* во льдах Финского залива, как вообще, так и в каждую данную зиму—т. е. выбор более легко проходимых мест во льду, на что ледоколы при проводке бараванов тратят значительное время,—нуждается в изысканиях, которые наиболее целесообразно могут быть производимы только на специальном ледоколе вспомогательного типа, который, находясь у границы льдов, и постепенно передвигаясь с нею сообщал бы по радио необходимые сведения в порт и на ледоколы занятые проводкой судов. Выполнная ряд оперативно-технических заданий, такой *дежурный ледокол у кромки льда* мог бы служить одновременно и для специальных исследовательских работ экспедиции. Не говоря о том обилии научного материала, который можно было бы собрать при таких условиях, следует повидимому считать, что служба ледяных оловещений была бы в этом случае поставлена наиболее совершенна.

По вопросу о разведке льдов, следует отметить предложение Ф. Нансена, которое было высказано им в 1913 г., о применении аэропланов при плавании во льдах. Нет сомнения в том, что при малой населенности полярных стран, при недостатке радио-связи и при огромных расстояниях, которые мы имеем, при плавании в Северном Ледовитом океане, применение аэропланов в этом районе является безусловно весьма полезным. Что касается Финского залива и Балтийского моря, то, не имея опыта, нельзя высказаться, как в ту, так и в другую сторону. Несомненно, разведка льдов с аэропланов явилась бы чрезвычайно полезной и может быть даже необходимой при надлежностью ледокольного плавания, если бы не было значительного числа станций, сообщающих сведений о льдах и не представлялось бы возможности держать вспомогательный дежурный ледокол у границы льдов. Надо полагать, что учашение сети станций подающих «сведения о льдах» и подача

сведений с дежурного ледокола окажутся в Финском заливе не менее экономичными и смогут заменить разведку с аэроплана. Тем не менее, опыт может показать, поскольку аэрофотографическая разведка льдов, с применением фотограмметрической съемки их, окажется действительным средством. Организовать такой опыт наиболее уместным является в Финском заливе, где сравнительно легче может быть оказана помощь в неудачных случаях<sup>1)</sup>, чем, наприм., в Ледовидом океане или Белом море. Если бы этот способ оказался менее действительным и экономичным в условиях Финского залива, то, по всей вероятности, опыт дал бы возможность судить об успешности применения аэропланов для целей мореплавания в указываемых северных морях.

*В. И. Арнольд-Алябьев.*

---

<sup>1)</sup> См. журн. «Торговый Флот». 1924 г. № 3—4, стр. 125.

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА  
НА ЕЖЕМЕСЯЧНИК  
**= ПРОВІДНИК =**  
**СПОСТЕРІГАЧА ДОСЛІДНИКА**

Научно-популярный журнал служащих  
Украинской Метеорологической Службы.

РЕДАКТИРУЕТ КОЛЛЕГИЯ СЛУЖАЩИХ УКРМЕТА.

**Программа Журнала:**

1. Популярно-научные и руководящие статьи по метеорологии.
2. Вопросы организации УМС, жизни на местах, запросы, ответы.
3. Информации о погоде.
4. Отдел публикаций результатов внепрограммных и любительских наблюдений и исследовательских опытов.
5. Специальная хроника и новости науки.
6. Страница профзизни.
7. Библиографические заметки.

**УЧАСТИЕ В ЖУРНАЛЕ ПРИНИМАЮТ ВСЕ  
СОТРУДНИКИ СЛУЖБЫ.**

**Цена отдельного номера 25 к.**

Подписчикам, выславшим деньги **за три месяца** (октябрь—декабрь), 3 номера за предыдущие месяцы высланы будут **бесплатно**.

Сотрудники УМС за 3 месяца платят **50** копеек.

**Адрес Редакции:**

**КИЕВ, УЛИЦА КОРОЛЕНКО, 21, УКРМЕТ. РЕДАКЦИИ „ПРОВІДНИКА“**

ОТКРЫТА ПОДПИСКА на 1925 г.

(год издания 35-й)

на

,**Метеорологический Вестник**,

издаваемый

**Метеорологической Комиссией Русского Географического Общества.**

В 1925 году журнал будет выходить ежемесячно тетрадями в размере от одного до двух печатных листов с рисунками и картами по следующей программе:

- I. Оригинальные и переводные статьи, как чисто научного, так и популярного содержания по всем частям метеорологии и соприкасающихся с ней наук. II. Мелкие статьи и хроника. III. Обзор русской и иностранной литературы. IV. Известия о погоде. V. Сообщения корреспондентов.

**ПОДПИСНАЯ ЦЕНА:**

четыре рубля в год.

Подписка принимается в Русском Географическом Обществе (Ленинград, Демидов пер. д. № 8-а), в Гидрометеорологическом Отделе Главного Гидрографического Управления (Ленинград, Главное Адмиралтейство, Главное Гидрографическое Управление, Гидро-Метеорологический Отдел **М. И. Сперанскому**) и в Главной Геофизической Обсерватории (Ленинград, Вас. Остров, 23 линия д. № 2, Главная Геофизическая Обсерватория **Э. П. Пуйше**).

**Годовые экземпляры „Метеорологического Вестника“ за 1918—1922 годы высыпаются по получении 3 руб. за год.**