

КЛИМАТОЛОГИЯ

Р. А. КАРТАШЯН

СУММАРНАЯ СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ В ЕРЕВАНЕ

Радиационный режим Армянской ССР изучен слабо, сведения об этом имеются в работах [1, 8].

Настоящая статья является результатом обобщения данных актинометрических наблюдений агро-метеорологической станции Паракар, расположенной на расстоянии 10 км от Еревана на высоте 942 м н. у. м. Закрытость станции небольшая, с юга и северо-запада на 5—7°.

Наблюдения проводятся по всем элементам радиационного баланса за 6 сроков в сутки.

Исходным материалом для настоящей статьи послужили результаты актинометрических и метеорологических наблюдений за 1958—1962 гг., которые приведены в табл. 1. За этот период почти нет пропусков наблюдений и качество данных хорошее.

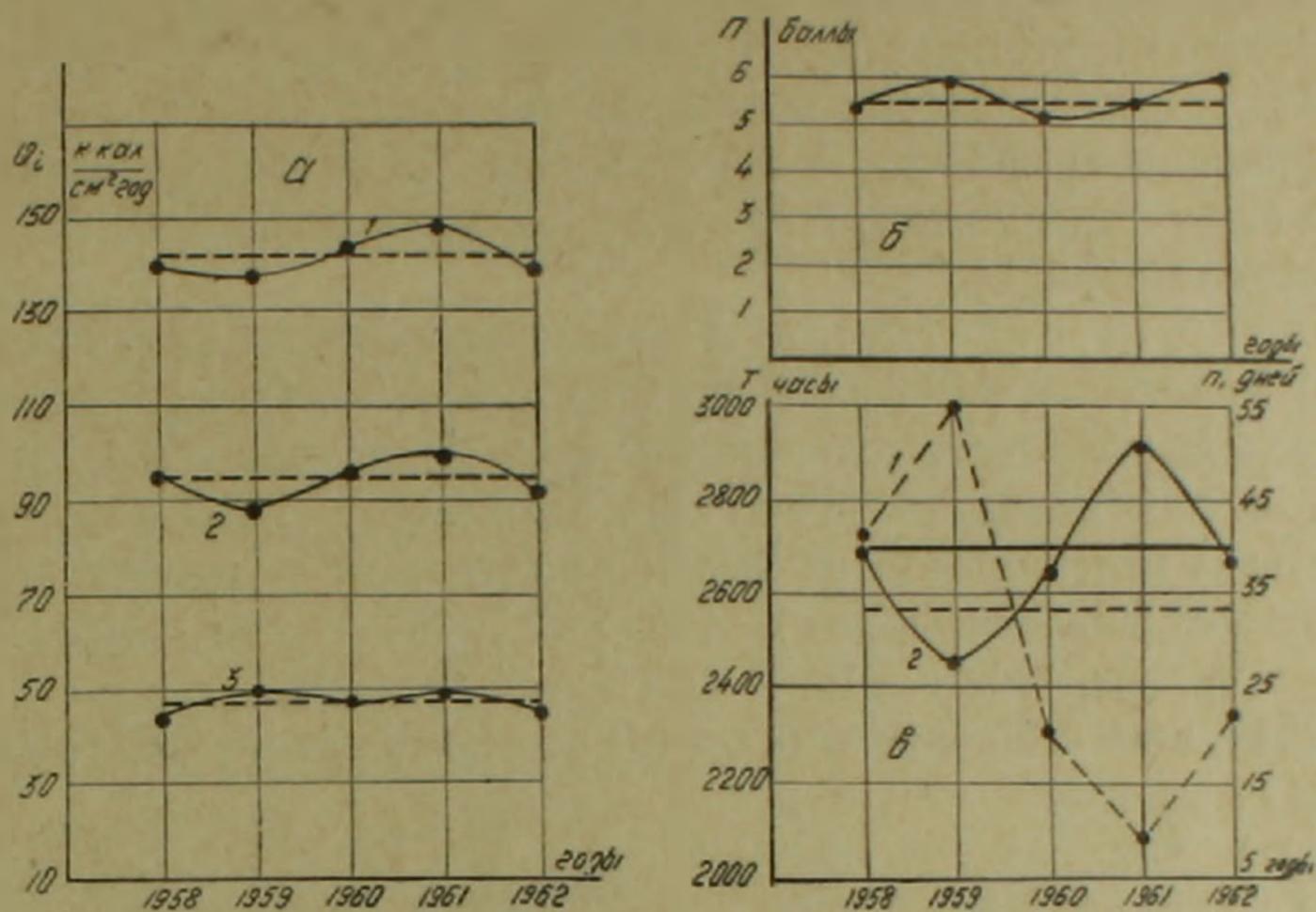
Таблица 1

Годовые суммы суммарной (Q), рассеянной (D) и прямой (S') радиаций (на горизонтальную поверхность в ккал/см² год) продолжительность солнечного сияния (T — в часах), среднегодовая облачность (n — за дневные сроки — в баллах) и число дней без Солнца (n_1)

	Г о д ы					Средне- годовая
	1958	1959	1960	1961	1962	
ΣD	44,4	49,0	48,0	49,2	45,8	47,3
$\Sigma S'$	95,5	88,1	95,1	98,8	92,8	93,9
ΣQ	139,4	137,1	143,0	148,0	138,6	141,2
T	2690	2462	2737	2924	2676	2698
n	5,4	5,9	5,2	5,4	6,1	5,6
n_1	43	55	21	18	35	34,4

Таблица 1 и фиг. 1 показывают, что максимальный приток лучистой энергии за 5 лет был в 1961 г. и около 5% больше среднепятилетнего значения. В этом же году наблюдалась максимальная продолжительность действительного солнечного сияния (2924 часа), что почти на 8% больше среднепятилетнего (2698 часов). Количество дней без Солнца было наименьшим (18 дней); средняя облачность была 5,4 балла, что несколько меньше среднепятилетнего значения (5,6 балла).

Минимальное количество притока лучистой энергии за этот период наблюдалось в 1959 г. В этом же году наблюдалась наименьшая продолжительность солнечного сияния. Число дней без Солнца было наибольшим—55 дней, или на 60% больше среднепятилетнего. Количество облачности было 5,9 балла, на 5% больше среднепятилетнего.



Фиг. 1. а) годовые суммы радиационных потоков; 1 — суммарная; 2 — прямая; 3 — рассеянная радиация, б) ход средних годовых значений облачности (n) в баллах, в) ход числа дней (n_1) без солнца (1) и действительная продолжительность (T) солнечного сияния (2) в часах.

Максимальное изменение радиационных элементов от года к году наблюдалось между 1961 и 1962 гг., причем $\Delta Q = 9,4$ ккал/см² год, $\Delta D = 3,4$; $\Delta S' = 6,0$, что дает изменение около 7%, $\Delta T = 248$ ч, $\Delta n = 0,5$ балла, а число дней без Солнца изменилось почти в два раза. Максимальная же разность за весь период наблюдалась между 1955 и 1961 гг., причем $\Delta Q = 10,9$, то есть около 7,5%. $\Delta T = 462$ ч; или около 9%.

Положительное отклонение суммарной радиации от среднепятилетнего значения составляет максимум 6,8 ккал/см² год, отрицательное отклонение 4,1 ккал/см² год, т. е. около 3—4%. Того же порядка и отклонения D и S' . Отклонение продолжительности солнечного сияния от среднепятилетнего равно примерно ± 230 ч, что составляет около 8%.

Наибольшее отклонение от среднепятилетнего значения имеет место по числу дней без Солнца—больше на 60% и меньше 47% от среднепятилетних значений.

На фиг. 1-а представлен ход годовых сумм: суммарной (1), прямой (2) и рассеянной (3) радиаций. Пунктирными линиями обозначены среднепятилетние значения составляющих элементов.

Кривые суммарной и прямой радиаций имеют синусоидальный ход

и по фазам совпадают. Рассеянная радиация определенно выраженного хода не имеет.

Как видно из кривой (1) фиг. 1-а, радиационные потоки от года к году изменяются плавно с небольшими отклонениями от среднееголетнего значения (3—4%).

На фиг. 1-б представлен ход годовых значений облачности. Кривая также имеет синусоидальный ход, что свидетельствует о плавном, не скачкообразном изменении количества облачности от года к году. Ход облачности по сравнению с ходом суммарной и прямой радиации сдвинут по оси, т. е. при минимальном значении облачности имеют место максимальные значения Q и S' .

На фиг. 1-в представлен ход годовых значений числа дней без Солнца (1), который не имеет плавного хода и расположен несимметрично, а ход продолжительности солнечного сияния (2) от года к году меняется плавно и фазы совпадают с фазами суммарной и прямой радиаций. За этот период максимальные значения интенсивности радиационных потоков наблюдались для $Q_{\text{макс}} = 1,77$ ккал/см² мин., в мае 1962 г. $S'_{\text{макс}} = 1,38$ — в июне 1962 г. $D_{\text{макс}} = 0,90$ — в апреле 1962 г.

Ниже, в табл. 2 приведены данные по некоторым элементам в месячном разрезе.

Таблица 2

Средние месячные и годовые значения действительной ΣQ_g и возможной ΣQ_b сумм суммарной радиаций и их отношения за 1959—1962 гг., а также интенсивностей Q_g и Q_b

	М е с я ц ы												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ΣQ_g	4,3	7,5	10,3	12,4	19,2	20,2	20,6	17,2	14,9	9,6	6,0	3,0	145,2
Q_g	0,25	0,44	0,48	0,52	0,71	0,77	0,74	0,68	0,66	0,46	0,32	0,17	0,50
ΣQ_b	8,9	10,8	15,8	18,6	22,8	24,2	23,6	19,3	16,8	10,3	8,1	6,0	185,2
Q_b	0,51	0,63	0,73	0,74	0,86	0,91	0,87	0,76	0,75	0,52	0,44	0,34	0,68
$\Sigma Q_g / \Sigma Q_b$	48	70	65	67	84	85	86	88	89	88	74	50	78
T_g	90	156	166	201	292	326	354	348	305	242	147	71	2698
T_b	298	297	368	396	444	448	455	426	373	345	298	290	4438
T_g / T_b	30	53	45	51	66	75	78	82	84	70	49	24	61
n	7,2	6,3	7,3	7,0	5,9	4,8	3,3	2,9	2,7	4,9	6,6	7,8	5,6
h_b	28,1	36,4	46,6	58,2	66,4	70,7	69,5	62,4	51,4	39,8	30,1	25,7	—

Из табл. 2 видно, что годовой ход действительной и возможной сумм суммарной радиации совпадает с ходом высоты Солнца, близок к годовому ходу продолжительности солнечного сияния и почти противоположен годовому ходу облачности.

Максимальные среднемесячные значения этих элементов такие: $Q_g = 20,6$ ккал/см² мес., $Q_b = 24,2$ и $h_b = 70,7^\circ$, $T_g = 354$ и $T_b = 445$ ч. и приходятся на июнь-июль, n мин = 2,7 балла — в сентябре.

Минимальные значения бывают в декабре — $Q_x = 3,0$; $Q_b = 6,0$; $h_0 = 25,7^\circ$ и облачность $n_{\text{макс}} = 7,8$ балла.

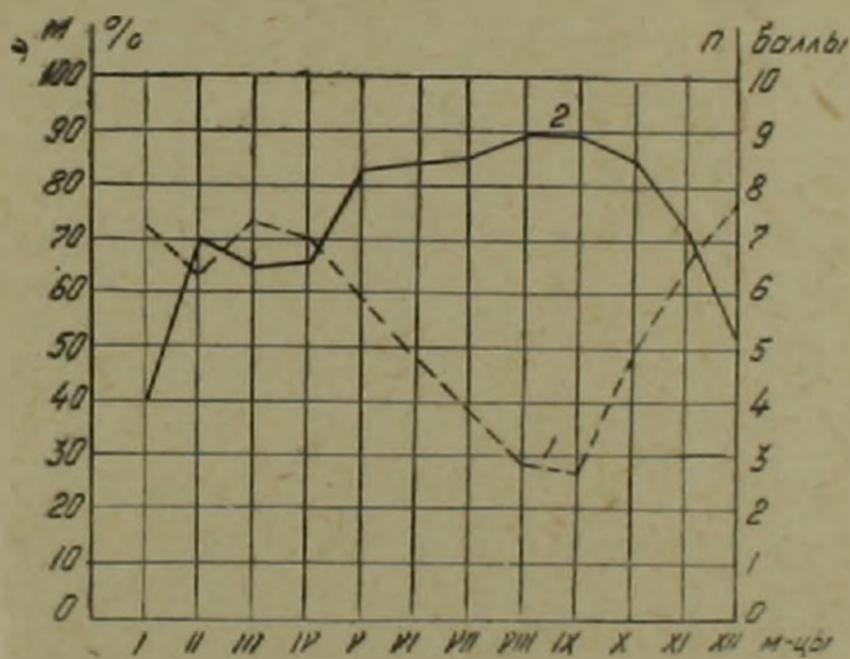
На годовой ход суммарной радиации наибольшее влияние оказывает высота Солнца.

Годовая сумма действительной суммарной радиации составляет 78%, а действительная продолжительность солнечного сияния — 61% от возможной. Увеличение действительной суммы суммарной радиации примерно на 17% происходит за счет рассеянной радиации.

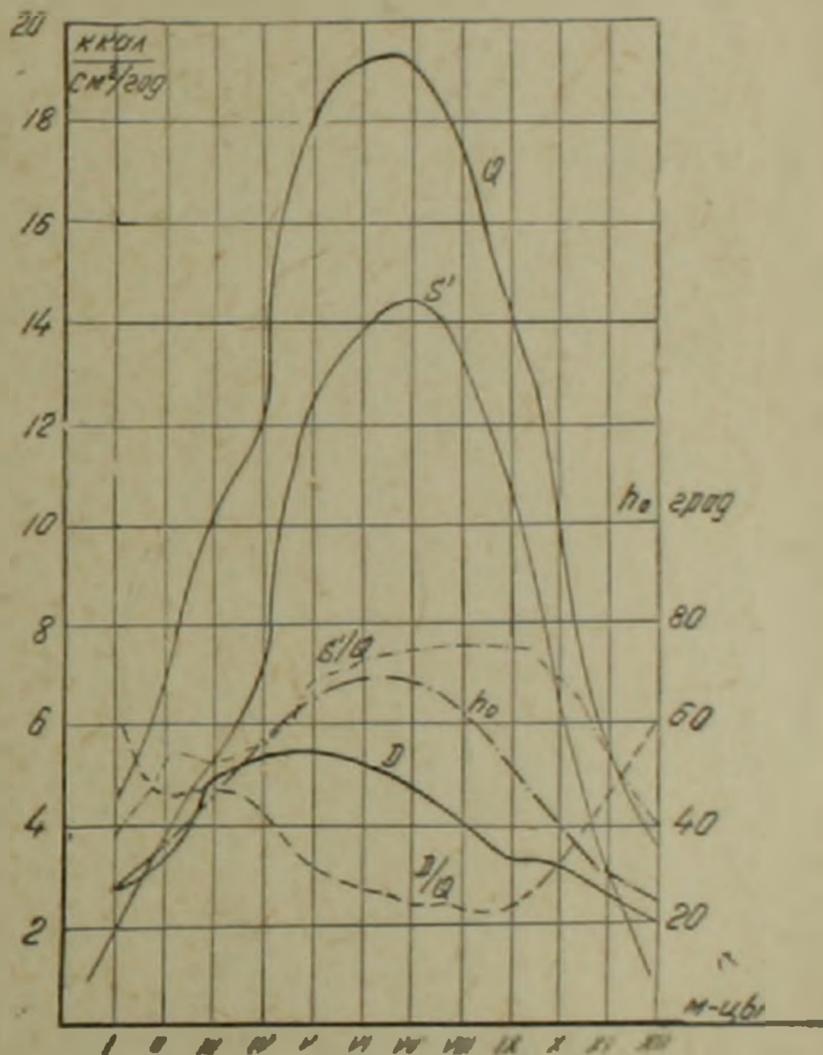
Как показано автором, величины всех элементов, за исключением действительной продолжительности солнечного сияния, в первом полугодии примерно на 4—16% больше, чем во втором, в Ть, наоборот, на 4% меньше. Уменьшение действительной суммы суммарной радиации во втором полугодии объясняется уменьшением высоты Солнца и прозрачности атмосферы.

На фиг. 2 приведен годовой ход облачности и отношения (M) действительной и возможной сумм суммарной радиации в %.

Ход облачности и M противоположены. Годовой ход M имеет два максимума: в феврале 70% и сентябре 89%, когда облачность достигает своего минимума — в феврале 6,35 балла и в сентябре 2,7 балла.



Фиг. 2. Годовой ход величин: 1 — облачности; 2 (M) действительной суммарной радиации к возможной, за 1958—1962 гг.



Фиг. 3. Годовой ход величин: суммарной (Q), прямой (S') и рассеянной (D) радиаций, отношений $S'(Q)$ и $D(Q)$ в процентах и высоты Солнца (h_0) за 1958—1962 гг.

На фиг. 3 представлен годовой ход суммарной, прямой и рассеянной радиации, их процентное отношение, а также годовой ход высоты Солнца.

Годовой ход суммы суммарной и прямой радиаций, а также высоты Солнца, совпадают.

Минимумы бывают в декабре: $h_0 = 25,7^\circ$, $\Sigma Q = 3,3$ ккал/см² мес, $\Sigma S' = 1,3$ ккал/см² мес, максимальные значения для $h_0 = 70,7^\circ$ — в июне,

а для $\Sigma Q = 19,2$ ккал/см² мес и $\Sigma S' = 14,5$ ккал/см² мес — в июле. Сдвиг максимальных значений Q и S' на июль объясняется увеличением продолжительности действительного солнечного сияния, и уменьшением количества облачности. Ход облачности и высоты Солнца почти противоположен ходу суммарной и прямой радиаций.

Ход рассеянной радиации более сложен, чем ход других элементов. Максимальное значение рассеянной радиации бывает в мае—5,6 ккал/см² мес., когда количество облачности достигает своего максимума, минимальное—в декабре 2,0 ккал/см² мес.

Как показывает фиг. 3, максимальное значение для рассеянной радиации бывает в декабре и январе 61—62% от суммарной, минимальное в августе-сентябре—24%, а прямая радиация наоборот,— максимальное — август-сентябрь — 76% и минимальное — декабрь-январь—38—39%. Годовой ход рассеянной и прямой радиаций противоположены.

В годовой сумме рассеянная радиация составляет 33% от суммарной, прямая радиация—67%.

Таблица 3

Месячные годовые суммы суммарной, рассеянной и прямой радиаций на горизонтальную поверхность в ккал/см² мес, и отношение прямой и рассеянной радиации к суммарной для некоторых годов СССР

	М е с я ц ы												Год
	I	II	III	IV	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	
Е р е в а н													
ΣQ	4,5	7,0	10,4	12,4	18,2	19,1	19,2	17,4	14,0	9,9	5,7	3,3	141,1
ΣD	2,8	3,2	5,0	5,4	5,6	5,2	4,7	4,1	3,3	3,2	2,6	2,0	47,1
$\Sigma S'$	1,7	3,8	5,4	7,0	12,6	13,9	14,5	13,3	10,7	6,7	3,1	1,3	94,0
$D^0\%/Q$	62	46	48	44	31	27	25	24	24	32	46	61	33
$S'^0\%/Q$	38	54	52	56	69	73	75	76	76	68	54	39	67
Т б и л и с и													
ΣQ	4,1	6,1	8,6	12,1	15,7	16,9	17,2	15,9	11,2	8,5	4,3	3,6	124,2
ΣD	2,4	3,0	4,3	5,6	6,2	5,9	6,2	5,3	3,9	3,3	2,4	1,9	50,4
$\Sigma S'$	1,7	3,1	4,3	6,5	9,5	11,0	11,0	10,6	7,3	5,2	1,9	1,7	73,8
$D^0\%/Q$	59	49	50	46	39	35	36	33	35	39	55	53	41,0
$S'^0\%/Q$	41	51	50	54	61	65	64	67	65	61	45	47	59,0
Т а ш к е н т													
ΣQ	4,8	6,5	8,9	13,1	18,0	19,1	19,4	17,4	13,7	9,5	5,4	3,4	139,2
ΣD	2,5	3,2	4,4	5,2	5,8	4,7	4,8	3,9	3,7	3,3	2,4	2,0	45,9
$\Sigma S'$	2,3	3,3	4,5	7,9	12,2	14,4	14,6	13,5	10,0	6,2	3,0	1,4	93,3
$D^0\%/Q$	52	49	49	40	32	25	25	22	27	35	45	59	33%
$S'^0\%/Q$	48	51	51	6,0	68	75	75	78	73	65	55	41	67%
А л м а - А т а													
ΣQ	4,5	6,0	7,8	11,2	14,9	16,5	16,9	14,6	12,1	8,0	4,4	3,2	120,1
ΣD	2,4	3,4	4,3	5,3	6,4	5,7	5,6	5,3	3,3	3,3	2,3	2,0	49,3
$\Sigma S'$	2,1	2,6	3,5	5,9	8,5	10,8	11,3	9,3	8,8	4,7	2,6	1,2	70,8
$D^0\%/Q$	53	57	55	47	43	35	33	36	28	41	52	62	41
$S'^0\%/Q$	47	43	45	53	57	65	67	64	72	59	48	38	59

При сравнении годовых сумм радиационных потоков можно усмотреть, что чем больше высота над уровнем моря, тем больше количество суммарной радиации, а также и прямой радиации (Ереван, Тбилиси, Ташкент). Чем больше широта, тем меньше количество радиационных потоков при почти одинаковой высоте над уровнем моря (Ереван и Алма-Ата).

Отношение рассеянной или прямой радиаций к суммарной показывает, в основном, ясность погоды. Характер ясности погоды почти одинаков в Ереване и Ташкенте (рассеянная составляет 33%, прямая—67% от суммарной), как и в Тбилиси и Алма-Ате.

Таблица 4

Сезонные суммы суммарной радиации в ккал/см² сезон и их отношения к годовой сумме в % для тех же городов

Пункты	С е з о н ы				
	зима	весна	лето	осень	год
Ереван	14,8 10	41,0 29,0	55,8 40,0	29,5 21,0	141,1 100%
Тбилиси	13,8 11,0	36,4 29,0	50,0 40,0	24,0 20,0	124,2 100%
Ташкент	14,7 11	40,0 29,0	55,9 40,0	28,6 20,0	139,2 100%
Алма-Ата	13,7 11	33,9 28	48,0 40	24,5 21	120,1 100%

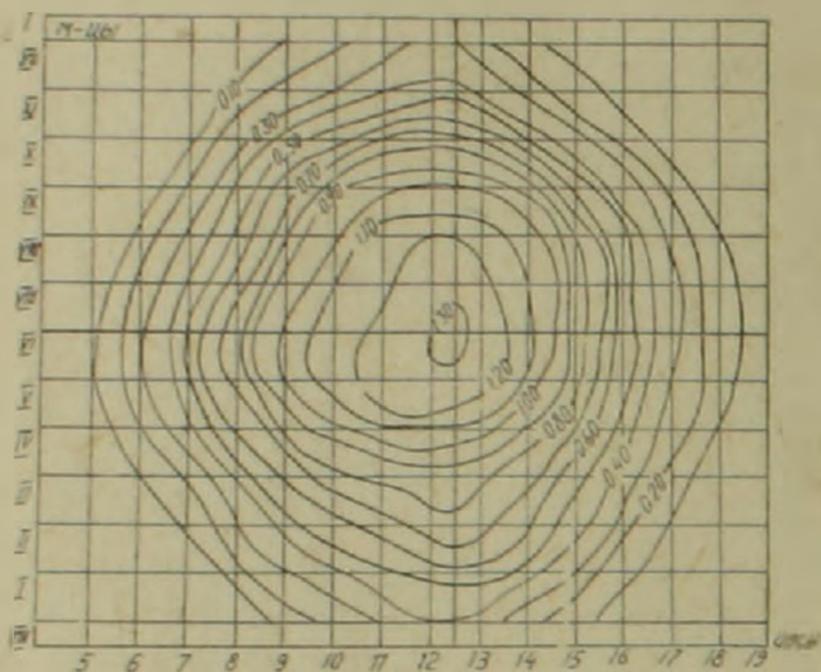
Данные табл. 4 показывают, что облачность наименьшая в Ташкенте, затем в Ереване, Алма-Ате и Тбилиси. Приток суммарной радиации в Ереване больше, чем в Ташкенте. Это объясняется разницей высот над уровнем моря.

Табл. 4 показывает, что на всех станциях наибольший приток лучистой энергии бывает летом и составляет 40% от годового. Весной он составляет 28—29%. Осенью в Ереване и Алма-Ате—21%, Тбилиси и Ташкенте—20%. Наименьший, зимой—в Ереване 10%, Ташкенте, Тбилиси и Алма-Ате—11%.

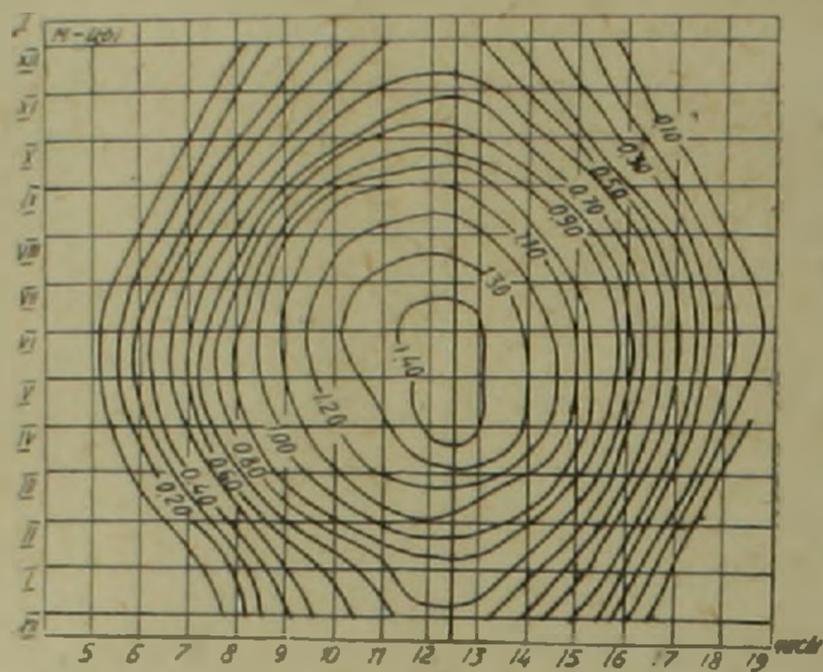
Осенью в Ереване и Алма-Ате ясных дней немного больше, чем в Ташкенте и Тбилиси.

На фиг. 4 и 5 представлены изоплеты годового хода среднечасовой интенсивности суммарной радиации при действительных условиях (фиг. 4) и ясном небе (фиг. 5). Как в первом, так и во втором случае максимальная интенсивность отмечается в полдень и в июне. В первой половине дня и года интенсивность суммарной радиации больше, чем во второй. Нарастание интенсивности в первой половине дня и года происходит медленнее, чем убывание во второй половине года и дня. Максимальная скорость нарастания интенсивности бывает и средние часы первой половине дня, при дневном ходе и в весенний период—в годовом ходе, а

убывание в средние часы по второй половине дня, при дневном ходе, и осенний период—в годовом. Изоплеты при ясном небе смещены к первой половине дня и первой половине года, а при действительных условиях погоды—смещены к первой половине дня но ко второй половине года, что объясняется большей прозрачностью атмосферы в первой половине дня и года, а также большей продолжительностью возможного сияния Солнца в первой половине года и действительного сияния во второй половине года.



Фиг. 4. Изоплеты интенсивности суммарной радиации при действительных условиях погоды в кал/см² мин.



Фиг. 5. Изоплеты интенсивности суммарной радиации при ясной погоде в кал/см² мин.

На основании анализа полученных данных можно сделать ряд выводов:

1. Суммарная и прямая радиация изменяются от года к году плавно. отклонение не более 5—6% от среднепятилетнего.
2. Годовой ход суммарной и прямой радиаций противоположен ходу облачности.
3. В первую половину года и дня интенсивность как суммарной радиации, так и ее суммы, больше, чем во вторую половину года и дня.
4. Действительная продолжительность солнечного сияния во втором полугодии больше, чем в первом, с ходом противоположным ходу облачности.
5. Увеличение интенсивности суммарной радиации в первую половину дня идет медленнее, а спад во второй половине дня — быстрее.
6. Действительная продолжительность солнечного сияния составляет 61%, а действительная сумма суммарной радиации—78% от возможной суммы.
7. В первой половине года и дня коэффициент прозрачности атмосферы больше, чем во второй.

Отдел ЗакНИГМИ по изучению гидрометеорологического режима Армении

Поступила 4.VI.1964.

Ի. Հ. ՔԱՐՏԱՇՅԱՆ

ԱՐԵՎԱԿԱՆԱՅԻՆ ԳՈՒՄԱՐԱՅԻՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄԸ ԵՐԵՎԱՆՈՒՄ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. լ. մ.

Առաջին աղյուսակում և նկարում տրված է գումարային, անմիջական և ցրված ճառագայթային էներգիայի ընթացքը 1958—1962 թթ.:

Երկրորդ աղյուսակում տրված է գումարային ճառագայթային էներգիայի իրական և հնարավոր քանակը, որտեղ իրականը կազմում է հնարավորի 78%, իսկ արևափայլի իրական տևողությունը—հնարավորի 61%: 17% ավելացումը հիմնականում ստացվում է ամպերից, ցրված ճառագայթման միջոցով:

Աղյուսակ 3-ից և նկար 4-ից հետևում է, որ իրական ճառագայթային էներգիայի քանակը և ինտենսիվությունը տարվա առաջին կեսում ավելի է, քան երկրորդում, իսկ արևափայլի իրական տևողությունը ընդհակառակն է: Ծառազայթային էներգիայի սլաքասը երկրորդ կեսում բացատրվում է արեգակի բարձրության և մթնոլորտի թափանցելիության փոքրացմամբ:

Ծառազայթային էներգիայի տարեկան ընթացքը համընկնում է արեգակի բարձրության և արևափայլի տևողության ընթացքին, իսկ ամպամածությունն ունի հակառակ ընթացք:

3 և 4 աղյուսակներում բերված են ճառագայթային էներգիայի տարեկան և սեզոնային ընթացքը Երևանում, Թբիլիսիում, Տաշքենդում և Ալմա-Աթայում, որտեղից երևում է, որ Երևանում ստացվող ճառագայթային էներգիայի քանակը ավելի է, քան մյուս քաղաքներում, որը բացատրվում է հիմնականում տեղի բարձրությամբ:

4 և 5 նկարներում բերված են գումարային ճառագայթման տարեկան ինտենսիվության իզոպլետները եղանակի իրական և հնարավոր պայմաններում, որտեղից երևում է, որ իզոպլետները հնարավոր պայմաններում ավելի հարթ են, քան իրական պայմաններում, իսկ ինտենսիվությունը և գումարը տարվա և օրվա առաջին կեսում ավելի մեծ են, քան երկրորդ կեսում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Багдасарян А. Б. Климат Армянской ССР. Издание АН Арм. ССР, Ереван, 1958.
2. Барашкова Е. П. Опыт расчета дневных сумм суммарных радиаций по срочным наблюдениям. Труды ГТО, вып. 80, 1959.
3. Берлянд Т. Г. и Ефимова Н. А. Месячные карты суммарной солнечной радиации и радиационного баланса территории Советского Союза. Труды ГТО, вып. 50, (112), 1955.
4. Будыко М. И., Берлянд Т. Г., Зубенок Л. И. Методика климатологических расчетов составляющих теплового баланса. Труды ГТО, вып. 48, (10), 1954.
5. Кондратьев К. Я. Лучистая энергия Солнца. Гидрометеониздат, Л., 1954.
6. Пивоварова З. И. Характеристика радиационного режима при ясной погоде. Труды ГТО, вып. 96, 1959.
7. Турнижевский Б. В. О точности определения средних месячных и годовых сумм радиаций. Труды ГТО, вып. 96, 1959.
8. Цуцкиридзе Я. А. Солнечный кадастр Армянской ССР. Труды Тбил. НИГМИ, вып. 5, 1960.