

ПРИКЛАДНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Т. А. ОГНЕВА

О ВЕТРЕ НА ПОВЕРХНОСТИ ОЗ. СЕВАН В ТЕПЛОЕ
ВРЕМЯ ГОДА

Наиболее полные исследования по ветру в бассейне оз. Севан были проведены в период работы Севанского Гидрометеобюро Н. Г. Николаевым [1]. Полученные за этот период данные были основаны главным образом на обобщении материалов сетевых наблюдений на побережье оз. Севан и в его бассейне. Кроме того проводились некоторые специальные метеорологические и аэрологические измерения.

В проведенной работе режим ветра на поверхности озера рассмотрен недостаточно между тем он является основным фактором определяющим величину испарения. В. К. Давыдов [2] при расчете испарения использовал материалы наблюдений за ветром на 5 береговых метеостанциях (о-в Севан, Шоржа, М. Норадуз, Мартуни и Басаргечар), вводя в расчетную формулу испарения скорость на высоте флюгера (9 м).

Как известно, со времени работы Севанского Гидрометеобюро береговая линия озера значительно изменилась, кроме того, ряд станций перенесен в другие места или оказался в значительном удалении от озера. В связи с этим в 1957 г. Главная геофизическая обсерватория совместно с Водно-энергетическим институтом АН Армянской ССР и при участии Управления гидрометслужбы Армянской ССР провели некоторые, более детальные исследования ветра при максимально возможном приближении к водной поверхности, для чего был организован ряд дополнительных пунктов наблюдений у уреза воды. По сравнению с исследованиями Севанского гидрометеобюро современные возможности значительно шире, поскольку кроме флюгеров имеются дистанционные приборы с записью средних величин ветра.

Исследование характеристик ветра на водной поверхности озера Севан преследовали следующие задачи:

1. Выяснение вертикального профиля ветра над водной поверхностью с целью установления характеристик турбулентного обмена (главным образом параметра шероховатости) и возможностей приведения измеренных на разных высотах величин ветра к стандартным уровням.

2. Выяснение горизонтальной изменчивости ветра по акватории озера.

3. Выяснение возможностей использования систематических наблюдений на сетевых станциях для расчета скорости ветра на водной поверхности.

Для ответа на эти вопросы в имеющейся сети станций были поставлены описанные ниже наблюдения с мая по октябрь 1957 г. Одновременно в трех пунктах (Норадуз-коса, Дара и Алучалу или Остров) непосредственно у уреза воды проводилась в течение часа регистрация скорости ветра на шести уровнях (от 0.5 м до 16.5 м) ежедневно в сроки 7, 9, 11, 13, 15, 17 и 19 часов, а каждые пятые сутки также и в ночные сроки 22, 1 и 4 часа; ежедневно, на плоту, вблизи острова, в сроки 1, 7, 10, 13, 16 и 19 часов проводились измерения десятиминутных средних скоростей; каждые пятые сутки на мостиках в пунктах Шоржа, Цовак, Мартуни, Норадуз-рыбпромысел, Чкаловка и в те же сроки проводились измерения скорости ветра (средней за 10 мин.); в дополнение к обычным рейдовым наблюдениям на катере, осуществлялись специальные измерения скорости ветра в разных точках озера.

Во всех случаях при измерениях скоростей отмечалось направление ветра по ветромеру или вымпелу и компасу.

Для выяснения особенностей хода скорости ветра на водной поверхности, по сравнению с характеристиками на сетевых станциях, на последних были дополнительно поставлены ежечасные наблюдения по флюгерам. Кроме того, с целью выявления методических особенностей флюгеров, по сравнению с приборами, дающими средние характеристики ветра, были проведены специальные сравнения флюгеров с анемометрами в пунктах Мазра, Мартуни и Остров. В результате выполненных наблюдений получено большое количество экспериментального материала, составляющего около 3000 лент записей средне-часовых скоростей свыше 500 десятиминутных средних измерений на мостиках и 100 дополнительных десятиминутных наблюдений на катере.

Прежде всего, материалы 1957 г. дают возможность рассмотреть характер преобладающих направлений потоков в нижнем слое воздуха, в связи с тем, что в ряде пунктов непосредственно у уреза воды проводились наблюдения за направлением ветра с учащенными сроками в течение суток.

Если на плане изобразить преобладающее направление ветра для дня и ночи (по средним данным), включая и эпизодические наблюдения на постах Чкаловка и Мартуни (рис. 1, 2), то с достаточной точностью можно сказать, что в теплое полугодие для Б. Севана отчетливо подтверждается смена потоков, отмечающая местной, бризовой циркуляции, тогда как в М. Севане по-видимому преобладает северный поток. Дальность распространения местной циркуляции на суше составляет около 10 км (что подтверждается наблюдениями в Мазра и Нор-Баязете) и зависит по-видимому, от формы берегов.

По данным Н. Г. Николаева [1] озерно-береговые бризы наблю-

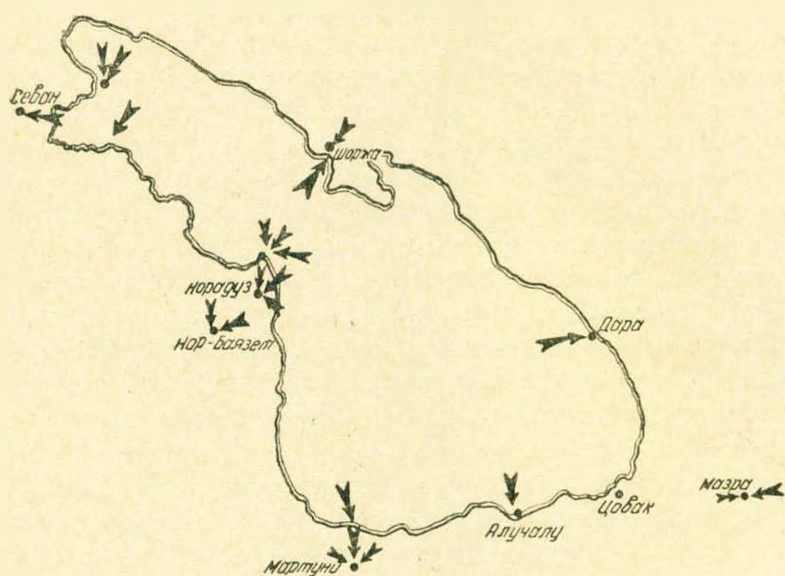


Рис. 1. Распределение направления воздушных потоков на побережье оз. Севан в теплое время года днем.

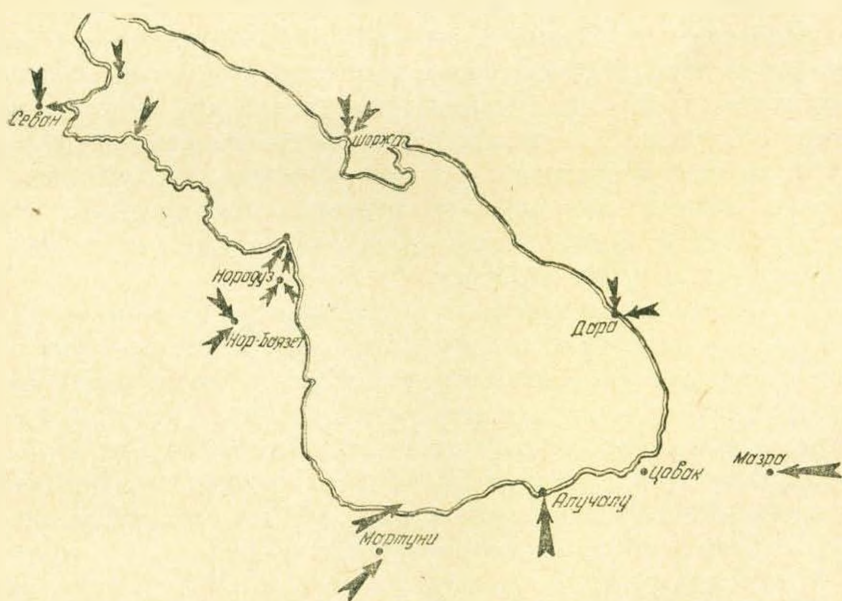


Рис. 2. Распределение направления воздушных потоков на побережье оз. Севан; в теплое время года ночью.

даются с апреля по октябрь, причем наибольшего развития достигают в юго-западной части Б. Севана (в районе Мазринской равнины).

Если рассмотреть какой вклад вносит наличие бризовой циркуляции в среднее значение направления ветра по побережью озера, то по данным четырехсрочных наблюдений на метеостанциях за июнь—сентябрь 1957 г. оказывается, что он невелик, и заметное влияние проявляется только на южном побережье Б. Севана. Вся остальная часть Севана в теплую половину года подвержена влиянию воздушных потоков с северной составляющей.

В связи со сложной картиной распределения воздушных потоков на оз. Севан, подверженного помимо влияния бризовых потоков еще и воздействию горнодолинной циркуляции, следует ожидать и сложного характера горизонтальной изменчивости скорости ветра по его акватории. Это приводит к тому, что даже при сопоставлении данных в двух довольно близко лежащих друг к другу пунктах связи получаются очень слабые. Для примера приведем корреляционный график (рис. 3), построенный по строго синхронным наблюдениям контактными анемометрами в пунктах Дара и Алучалу для среднечасовых значений скоростей ветра на высоте 1 м.

Приведенное сопоставление показывает, что среднечасовые скорости, измеренные в двух пунктах Б. Севана практически не имеют связи (коэффициент корреляции менее 0,5). Отсюда следует, что очевидно необходимо выбирать не часовой, а больший период осреднения. Выбор периода осреднения в некоторой мере можно обосновать графиком рис. 4, где даны максимальные отклонения (разность между средней скоростью за данный период и среднемесячной) в зависимости от периода осреднений. Из рисунка видно, что если для среднечасовых данных отклонение от среднемесячных (за этот срок) составляет более 3 м/сек, то для 5-дневных оно уже менее 1 м/сек, а для 10-дневных—менее 0,5 м/сек.

Для Севана среднемесячные скорости ветра составляют около 3—4 м/сек. На основании графика рис. 4 можно сделать вывод, что 10-дневные и даже 5-дневные средние скорости ветра обладают значительной устойчивостью и с достаточной надежностью характеризуют среднемесячные скорости. В качестве одной из характеристик изменчивости скорости ветра можно принять ее суточный ход. Анализ фактического материала дает возможность сделать следующие выводы:

В Б. Севане по всему побережью (за исключением юго-восточного угла) максимальные скорости (около 3 м/сек в среднем за месяц) наблюдаются в дневные (околополуденные) часы, а минимальные в предутренние. Менее выраженные максимумы и минимумы обнаруживаются в ночные и вечерние часы, соответственно. Этот ход определяется главным образом преобладанием озерно-береговых ветров в рассматриваемое время года.

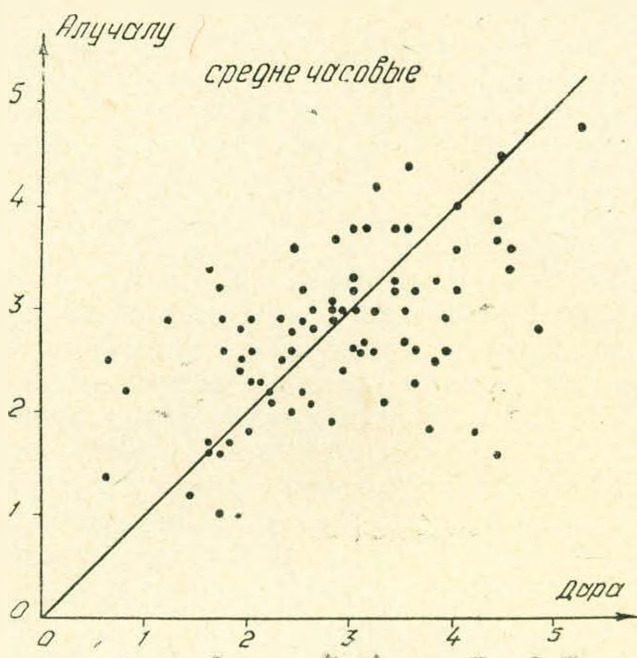
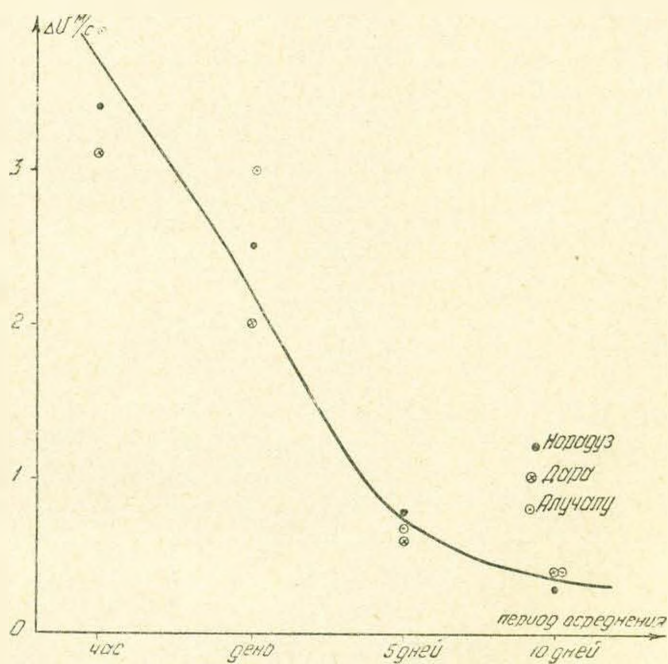


Рис. 3. Связь скорости ветра по наблюдениям в дора и Алучалу.



Рас. 4. Максимальное отклонение от ΔV скоростей ветра от среднемесячных (в дневное время) в зависимости от периода осреднения.

Исходя из этого можно предположить, что в центральной части озера должен быть обратный ход с величинами скоростей днем не превышающими значений по наблюдениям в прибрежной полосе (за счет нисходящих течений), а в ночное время—больше, чем вблизи берегов.

В какой-то мере этому предположению отвечает ход скорости ветра в пункте Норадуз, хотя, очевидно, он определяется еще и влиянием преобладающих в М. Севане ветров.

Район М. Севана, находясь под воздействием северных ветров („внешних“ для Севана, по выражению Николаева), имеет обратный суточный ход с наименьшими значениями скорости ветра в дневные (преимущественно предполуденные) часы и наибольшими—в вечерние дополуночные часы. Эту особенность отмечал и Николаев, но он не располагал достаточным количеством данных. Соотношение между скоростями в дневное и ночное время, рассчитанное по наблюдениям за 6 сроков в пунктах Шоржа, Цовак, Мартуни, Чкаловка, Остров-плот и за 10 сроков в пунктах Дара, Алучалу и Норадуз-коса приводится в табл. 1 для разных месяцев. Расчет дневных скоростей проводился по наблюдениям с 7 до 19 (5 или 7 сроков) ночных—с 19 до 7 часов (3 срока).

Таблица 1

Соотношение дневных и ночных скоростей ветра (рассчитано по средним за 6 суток каждого месяца)

Месяцы Пункты	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Дара	1,20	1,57	1,24	1,26	—	—	—
Цовак	1,04	1,09	1,52	1,04	1,04	1,22	1,22
Алучалу	1,60	1,14	1,25	—	—	—	—
Мартуни	—	1,05	1,16	1,12	0,97	1,15	1,00
Норадуз-коса . .	1,24	1,27	0,89	—	—	—	—
Чкаловка	1,86	1,36	1,11	1,40	1,39	1,26	1,16
Остров-плот . .	—	0,88	0,90	0,98	—	—	—
Шоржа	1,13	1,17	0,98	0,83	0,90	1,42	1,26

Данные табл. 1 показывают, что в Б. Севане дневные скорости превышают ночные в разные месяцы по разному от нескольких процентов до 1,5 раз. В среднем для всего Б. Севана можно считать, что ночные скорости на 20% меньше дневных, по наблюдениям в прибрежных районах. В М. Севане это соотношение обратно, и по-видимому скорости в ночное время должны быть на 10—15% больше дневных.

Переходя в количественной оценке изменчивости скорости ветра по озеру, можно рассмотреть табл. 2. Если в качестве наиболее характерных для водной поверхности величин скорости выбрать для Б. Севана наблюдения в пункте Норадуз-коса, а для Малого Севана—плот, то отклонения дневных и ночных скоростей в месяцы июль—сентябрь будут иметь следующие значения.

Таблица 2

Отклонение дневных и ночных скоростей ветра в (м/сек) от пунктов Остров-плот (М. Севан) и Норадуз-коса (Б. Севан).

Пункты \ месяцы		VI		VII		VIII		IX	
		день	ночь	день	ночь	день	ночь	день	ночь
М.	Шоржа . .	—	—	1,0	1,9	0,7	1,0	1,5	1,1
С	Чкаловка . .	—	—	0,4	1,8	0,5	1,2	0,5	1,6
е	Норадуз . .	—	—	1,0	2,1	1,2	1,3	1,3	—
в									
а	Шоржа . . .	1,0	0,6	0,0	−0,2	−0,5	−0,3	0,2	—
н									
Б.	Дара	0,6	0,4	0,3	0,6	−0,2	0,6	−0,2	—
С	Цовак	0,6	0,0	0,3	−0,1	−0,6	0,6	−0,3	—
е	Алучалу . . .	0,4	0,9	0,3	0,0	−0,6	0,3	—	—
в	Мартун . . .	2,1	—	0,7	0,2	−0,6	0,1	−0,1	—
а									
н									

Из табл. 2 видно, что изменчивость скоростей ветра по побережью Б. Севана по абсолютным значениям невелика как в дневное, так и в ночное время; в преобладающем большинстве пунктов она не превышает $0,5 \text{ м/сек}$. При этом величины отклонений в различных частях озера меняются случайно и нельзя выделить каких-либо зон повышенных или пониженных скоростей.

Для М. Севана изменчивость значительно больше и как видно из приводимых в табл. 2 величин отклонений в юго-восточной части М. Севана (по наблюдениям в Шорже и Норадузе) скорости ветра примерно на $1,5 \text{ м/сек}$ меньше, чем в северо-западной. Однако прибрежные наблюдения в северо-западной части (в Чкаловке) также отличаются от наблюдений на плоту вблизи острова примерно на 1 м/сек . Следовательно, все прибрежные пункты наблюдений дают скорость ветра меньше, чем она есть в районе Острова и значит меньше, чем на водной поверхности.

В дополнение к вышесказанному об изменчивости скорости ветра, можно привести данные о соотношениях скоростей ветра при одновременных наблюдениях вблизи берегов и на катере. Эти данные приведены в табл. 3 и включают отношение скоростей ветра, измеренных на катере в Малом и Большом Севане, к скоростям, измеренным на плоту у Острова и в Норадузе-коса.

При значительных колебаниях этого отношения для отдельных измерений, осредненные величины его все же показывают, что в Большом Севане в дневное время скорости в разных точках озера мало отличаются (по осреднению из 42 случаев это отношение равно $1,03$). В Малом Севане наблюдения на плоту дают по скорости ветра близкие величины к ее значениям в разных точках (из осреднения по 126 случаям различие составляет 10% , что связано с положением плота на подветренной стороне Острова). Но измерения в Норадузе (по средним из 177 случаев) дают уже более существенные различия (в 25%) по сравнению с измерениями в других его частях.

Таблица 3

Отношение скорости ветра, измеренной на катере (U_k) к скорости, измеренной на плоту (U_0) и в Норадузе (U_n)

Часть озера	U_n / U_0	U_k / U_n
Большой Севан	—	$\frac{1,03}{(42)}$
Малый Севан	$\frac{1,10}{(126)}$	$\frac{1,25}{(177)}$

Отсюда следует, что наблюдения на плоту могут характеризовать значения скорости ветра на большей части М. Севана, тогда как в Норадузе они больше отвечают условиям Б. Севана.

Приведенная выше некоторая характеристика условий ветра на водной поверхности дана на основании специальных и детальных наблюдений. Однако, при использовании данных ветра для расчета испарения, необходимо ориентироваться на массовые сетевые наблюдения, которые проводятся и по другой методике. При этом прежде всего возникает вопрос о сравнимости данных измерений по флюгерам и контактными анемометрам.

В экспедиции проводились специально поставленные параллельные наблюдения по контактными анемометрам, установленным на мачтах на высоте флюгеров в непосредственной близости от них. При непрерывной регистрации скорости ветра по анемометру за данный интервал времени (чаще всего в течение часа) по флюгеру брались отсчеты каждые 5 мин (2 мин. отсчет, 3 мин. перерыв). Известно, что более детальные исследования ранее не проводились. Наблюдения были организованы в трех пунктах: на Острове, в Мазра и Мартуни; всего получено более 300 одновременных наблюдений с разным числом точек в различных пунктах.

Представленные на рис. 5 (разными значками для разных пунктов) данные показывают, прежде всего, что несмотря на строго синхронные наблюдения по двум приборам, разброс точек при данной скорости очень велик и составляет несколько метров в сек. Это характеризует степень случайности отсчетов по флюгеру, по сравнению с показаниями анемометров, отмечающих среднюю скорость за данный интервал времени. Второй вывод, вытекающий из этих сравнений, состоит в том, что точки группируются не вокруг биссектрисы, а вокруг другой прямой, не проходящей через ноль. Флюгер, будучи более инерционным прибором, не реагирует на малые скорости, а отмечает скорости; начиная от 1—1,5 м/сек, по этой же причине на больших скоростях его показания завышены. Следует отметить, что отдельные экземпляры флюгеров могут реагировать по-разному на проявление инерционных сил, что видно из приводимых материа-

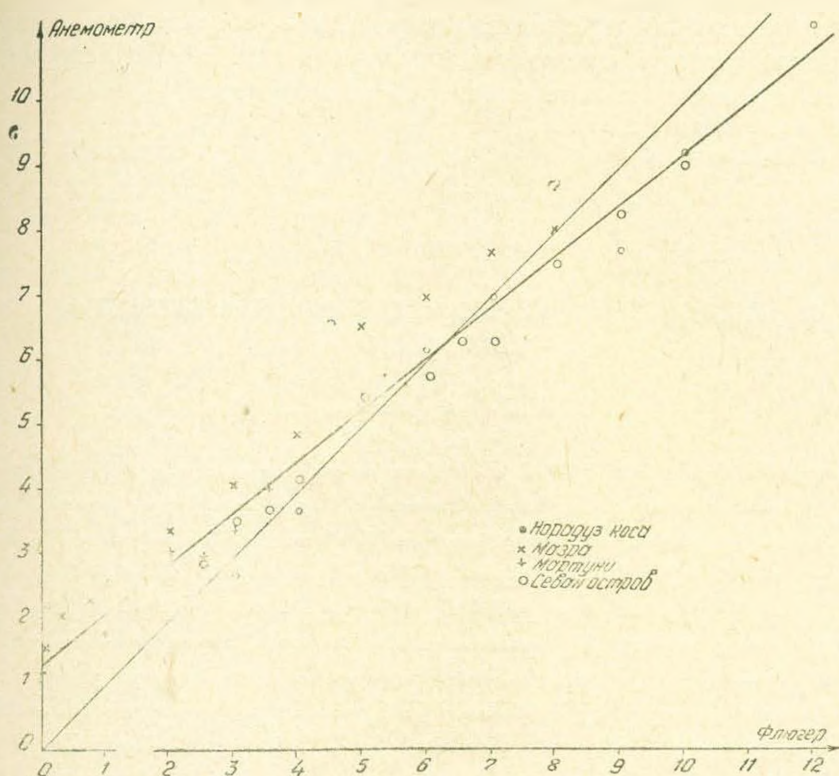


Рис. 5. Связь скорости ветра по синхронным наблюдениям по анемометру и флюгеру.

лов. Из трех исследованных флюгеров один (в Мазра) дает заниженные данные скорости (примерно, на 1 м/сек по всему диапазону скоростей от 0 до 8 м/сек). Уравнение связи по графику рис. 5 можно записать в виде

$$U_a = 1,4 (1 + 0,55 U_{\phi}).$$

Такого же вида связь получается и по менее строгим наблюдениям, выполненным в Норадузе, где анемометр установлен на косе, а флюгер — на расстоянии трех км от него на метеостанции.

Согласно приведенного выражения погрешности ΔU флюгера относительно истинных скоростей выражаются следующими величинами:

$U, \text{м/сек}$. .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Delta U / U, \%$. . .	120	45	23	12	4	0	3	5	8	9

Следовательно, наибольшие погрешности флюгера в сторону занижения истинных скоростей наблюдаются при скоростях до 3 м/сек.

Из приведенных сравнений данных по анемометру и флюгеру следует, во-первых, что использование измерений по флюгеру можно

проводить только по осредненным данным, и во-вторых, что дефекты конструкции флюгера приводят к искаженным величинам скоростей ветра, по сравнению с измерениями по анемометру.

Институт энергетики и гидравлики

АН Армянской ССР

Поступило 22 XI 1953

Տ. Ա. ՕԳՆԵՎԱ

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻ ՎԲԱՍԱՐԿԱՆ ՏԱՔ ԺԱՄԱՆԱԿԻ ՔՍՄՈՒ ՄԱՍԻՆ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Հոգւածում բերվում է 1957 թ. ամառվա ընթացքում արշավախմբի կատարած գիտությունների արդյունքների մշակումը: Այլ գիտությունները նպատակ են ունեցել պարզել քամու ուղղածից բաշխումը, նրա հորիզոնական փոփոխությունները Սևանա լճի հալելու վրա, ափին տեղափոխված օդերևութաբանական կայանների բազմամյա տվյալներն օգտագործելու հնարավորությունը և այլ հարցեր: Այլ նպատակով Նորադուղ, Ալուչալու և Դարա կետերում միաժամանակ կատարվել են գրադիենտային գիտություններ քամու, օդի ջերմաստիճանի, խոնավության և այլ էլեմենտների նկատմամբ: Լրացուցիչ գիտություններ են կատարվել և այլ կետերում: Մշակված նյութերի արդյունքները հնարավորություն են տալիս պնդելու, որ տարվա տաք եղանակին փոքր Սևանում գերակշռում են հյուսիսային քամիները, իսկ Մեծ Սևանում պարզ նկատվում է տեղական բրիզային ցիկլոլյացիայի առկայությունը:

Քամու միջին ամսական արագությունները Սևանում կազմում են 3—4 մ/վ. հոգւածում բերվում է նաև քամու օրական ընթացքը:

Հոգւածի վերջում գնահատվում է քամու արագությունը չափող ֆլյուգերի և էլեկտրական կոնտակտային անհամեմատի ցուցմունքների կապը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Николаев Н. Г. Ветры в бассейне оз. Севан. „Материал по исследованию оз. Севан и его бассейна“. Л., ч. III, вып. 6, 1934.
2. Давыдов В. К. Испарение с поверхности озера Севан. „Материалы по исследованию оз. Севан и его бассейна“. Л., ч. II, вып. 2, 1935.