

Г. А. АЛЕКСАНДРЯН

К ВОПРОСУ УЧЕТА НЕОДНОРОДНОСТИ РЯДОВ
ДОЖДЕМЕРНЫХ И ОСАДКОМЕРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

В 1952 г. по всей сети гидрометеорологических станций и постов СССР была произведена замена дождемеров с защитой Ниффера на осадкомеры системы Третьякова. Вполне естественно, что смена приборов, измеряющих количество осадков, особенно твердых, должна вызвать нарушение однородности многолетнего ряда наблюдений. Критерием нарушения однородности рядов дождемерных и осадкомерных наблюдений всеми исследователями принимается отношение месячных сумм осадков, измеренных дождемером, к месячной сумме осадков, измеренных осадкомером. Умножив значение месячной суммы осадков до смены приборов на упомянутой поправочный коэффициент, получали так называемую исправленную величину осадков.

В целях представления о пределах колебания величины поправочного коэффициента (K_m), ниже в табл. 1 приведена повторяемость K_m по градациям в процентах от общего числа случаев средне-месячных его значений, которые вычислены за период 1950—52 гг., для всех семи климатических районов республики.

Данные табл. 1 показывают, что по республике в целом в 38% случаев месячные значения K_m колеблются в пределах 0,90—0,99, причем в 31% случаев это колебание происходит в пределах 0,95—0,99. Около 15% случаев имеют $K_m = 1$, т. е. имеет место полное совпадение месячных сумм осадков, измеренных осадкомерами и дождемерами. Колебание величины K_m в пределах 1,01—1,10 наблюдается в 37% случаев, причем, только в около 9% случаев оно выходит за пределы 1,05. Значение $K_m > 1,10$ наблюдается почти в 11% случаев. Из сказанного явствует, что в целом по республике в 74% случаев значение K_m колеблется в пределах 0,95—1,05 и почти в 90% случаев—в пределах 0,90—1,10.

Анализ средних значений отношений осадков, измеренных по осадкомеру и дождемеру, и данных табл. 1 показывает, что относительно большой процент случаев колебания величины K_m больше 1,10 обусловлен, в основном, влиянием трех пунктов—Арагац в/г, Апаран и Семеновка. В целях обоснования сказанного во второй части табл. 1 приведено колебание величины K_m без учета данных указанных выше трех пунктов. Нетрудно заметить, что теперь колебание месячного значения K_m в пределах 0,95—1,05 составляет почти 83% случаев, а в пределах 0,90—1,10—почти 96%. Колебание величины $K_m < 0,90$ составляет только 0,6%, а больше 1,10—3,9%, причем $K_m > 1,15$ составляет также только 0,6% случаев.

Как показали результаты исследований Ц. А. Швер [3], величина отношения показания осадкомера к дождемеру не имеет однозначной зависимости от скорости ветра для всех пунктов. Построенные нами по-

добные зависимости для каждого месяца холодного периода в отдельности полностью подтвердили выводы Ц. А. Швер.

Такое положение указывает на то, что на величину поправочного коэффициента вполне определенное влияние оказывает и множество других факторов, к числу которых, кроме степени защищенности пункта, в первую очередь, следует отнести величину деформации турбулентного потока на высоте приемной поверхности прибора. Все остальные факторы, особенно перечисленные в методических указаниях ГГО [2], как нам кажется, усиливают или ослабляют влияние величины деформации турбулентного потока на улавливаемость прибора.

Таблица 1

Повторяемость K_m по градациям в процентах по климатическим районам республики

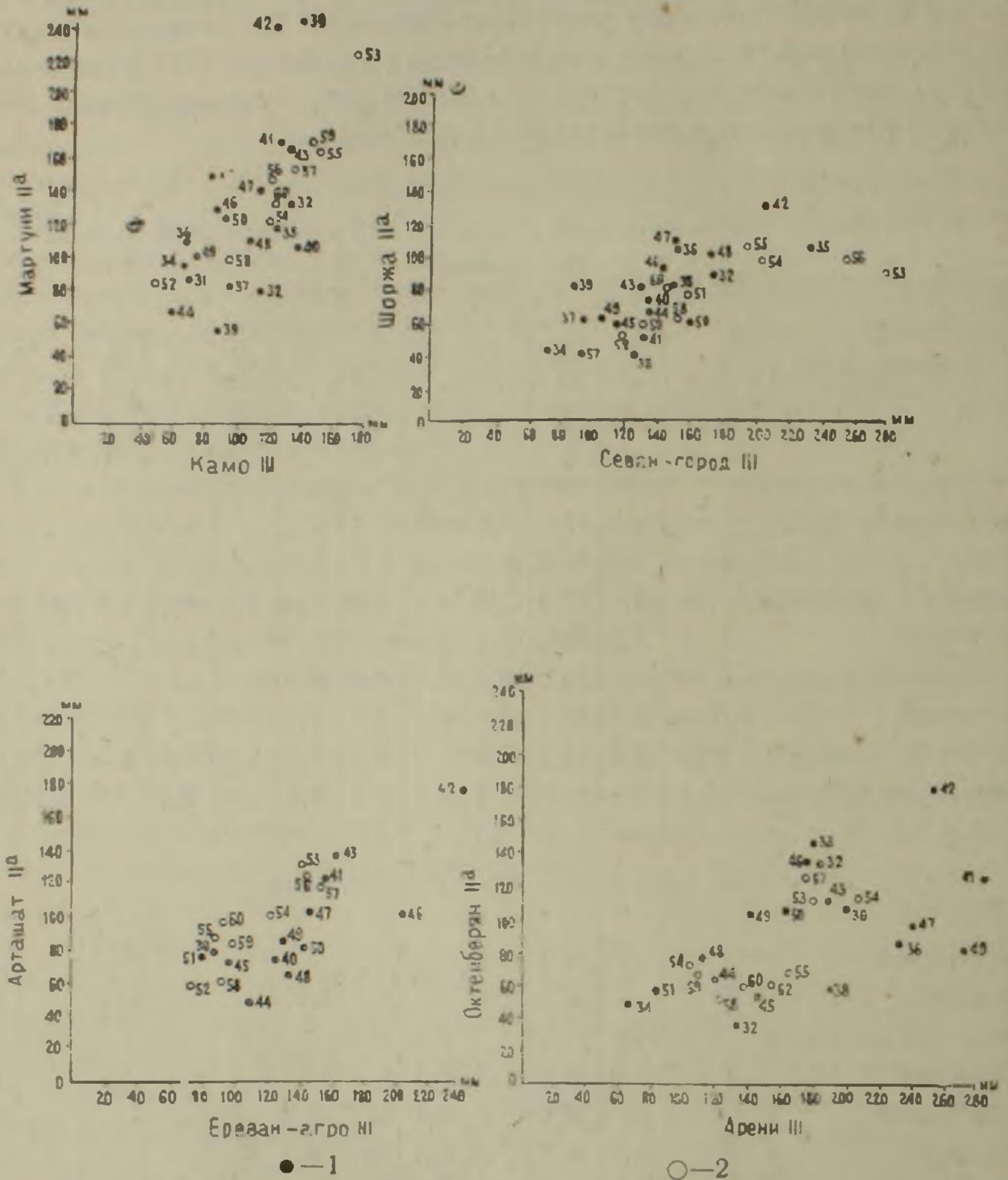
Климатические районы	Г р а д а ц и и K_m											число слу- чаев
	< 0,90	0,90—0,94	0,95—0,99	1,00	1,01—1,05	1,06—1,10	1,11—1,15	1,16—1,20	1,21—1,30	1,31—1,40	> 1,40	
Зангезурский	—	—	37,1	29,6	25,9	7,4	—	—	—	—	—	27
Вайкский	—	—	90,0	10,0	—	—	—	—	—	—	—	10
Араратская котловина	2,3	11,3	27,4	11,3	20,4	6,8	2,3	2,3	6,8	6,8	2,3	44
Ширакский	—	3,3	36,6	16,2	43,5	—	—	—	—	—	—	30
Лори-Памбак	—	—	10,0	10,0	40,0	30,0	10,0	—	—	—	—	10
Агстевский	—	16,6	26,7	13,4	33,2	3,4	6,7	—	—	—	—	30
Бассейн оз. Севан	—	4,5	18,1	11,3	27,4	18,2	9,1	2,3	6,8	2,3	—	44
Всего по республике	0,5	6,7	31,2	14,9	28,2	8,7	4,1	1,1	3,1	2,0	0,5	195

Без Арагаца в/г, Апарана и Семеновки

Зангезурский	—	—	37,1	29,6	25,9	7,4	—	—	—	—	—	27
Вайкский	—	—	90,0	10,0	—	—	—	—	—	—	—	10
Араратская котловина	2,9	14,7	35,3	14,7	23,6	8,8	—	—	—	—	—	34
Ширакский	—	3,3	36,6	16,6	43,5	—	—	—	—	—	—	30
Лори-Памбак	—	—	10,0	10,0	40,0	30,0	10,0	—	—	—	—	10
Агстевский	—	16,6	26,7	13,4	33,2	3,4	6,7	—	—	—	—	30
Бассейн оз. Севан	—	5,1	20,5	12,8	30,9	20,5	7,7	2,6	—	—	—	39
Всего по республике	0,6	3,3	36,6	16,1	30,0	9,5	3,3	0,6	—	—	—	180

Классификация пунктов по типам защищенности осуществлена в полном соответствии с методическими указаниями ГГО [2]. Из 41 пункта к защищенности класса I-а отнесены 2 пункта, к классу I-б—2, к классу II-а—15, к классу III—16 и к классу IV—6. Приведенные данные показывают, что в Армянской ССР преобладают пункты открытого (22) и полузащищенного (15) типов.

В целях уточнения величины поправочного коэффициента для пунктов с защищенностью класса II, где особенно затруднен пересчет, нами также построены графики корреляционной зависимости между показаниями пунктов с защищенностью типа II и I или III, где поправочный коэффициент определяется сравнительно легко (фиг. 1).



Фиг. 1. Корреляционная связь количества осадков, измеренных дождемером (1) и осадкомером (2) за холодный период.

На графиках, построенных для десяти пар пунктов, взятых из разных климатических районов республики, видно, что только в одной (Арташат-Ереван—агромет) с трудом можно обнаружить некоторое нарушение однородности ряда до и после замены прибора. Во всех остальных девяти парах этого нарушения не наблюдается. Данный факт, как будет показано ниже, является одним из доказательств того, что в условиях Армянской ССР замена дождемера на осадкомер, в основном, не вызывала ощутимого нарушения однородности в рядах наблюдений.

Для количественного учета влияния скорости ветра на коэффициент пересчета построены специальные графики для пунктов одинакового типа защищенности, по каждому интервалу скорости ветра через 1 м/сек. (фиг. 2 а, б, в). Скорость ветра на этих графиках взята средняя за месяц, т. к. разность между средними скоростями ветра за месяц и в дни с выпадением осадков, как показали результаты исследования Ц. А. Швер [3], настолько мала, что практически ею можно пренебречь. Таких графиков было построено 18, т. е. по три графика для каждого из шести интервалов скорости ветра. На этих графиках нанесены месячные суммы осадков только за те месяцы, у которых сумма твердых осадков была либо равна, либо больше $\frac{2}{3}$ от месячной суммы осадков.

Анализ этих графиков показывает, что нет никакой необходимости проводить какое либо районирование переводных коэффициентов. Из графиков видно, что для станций с защищенностью класса II и III корреляционные прямые для всех интервалов скорости ветра почти совпадают с функциональными прямыми, проведенными от начала координат под углом 45° . Некоторое исключение составляет только график для станций с защищенностью III класса для скоростей ветра более 5 м/сек.

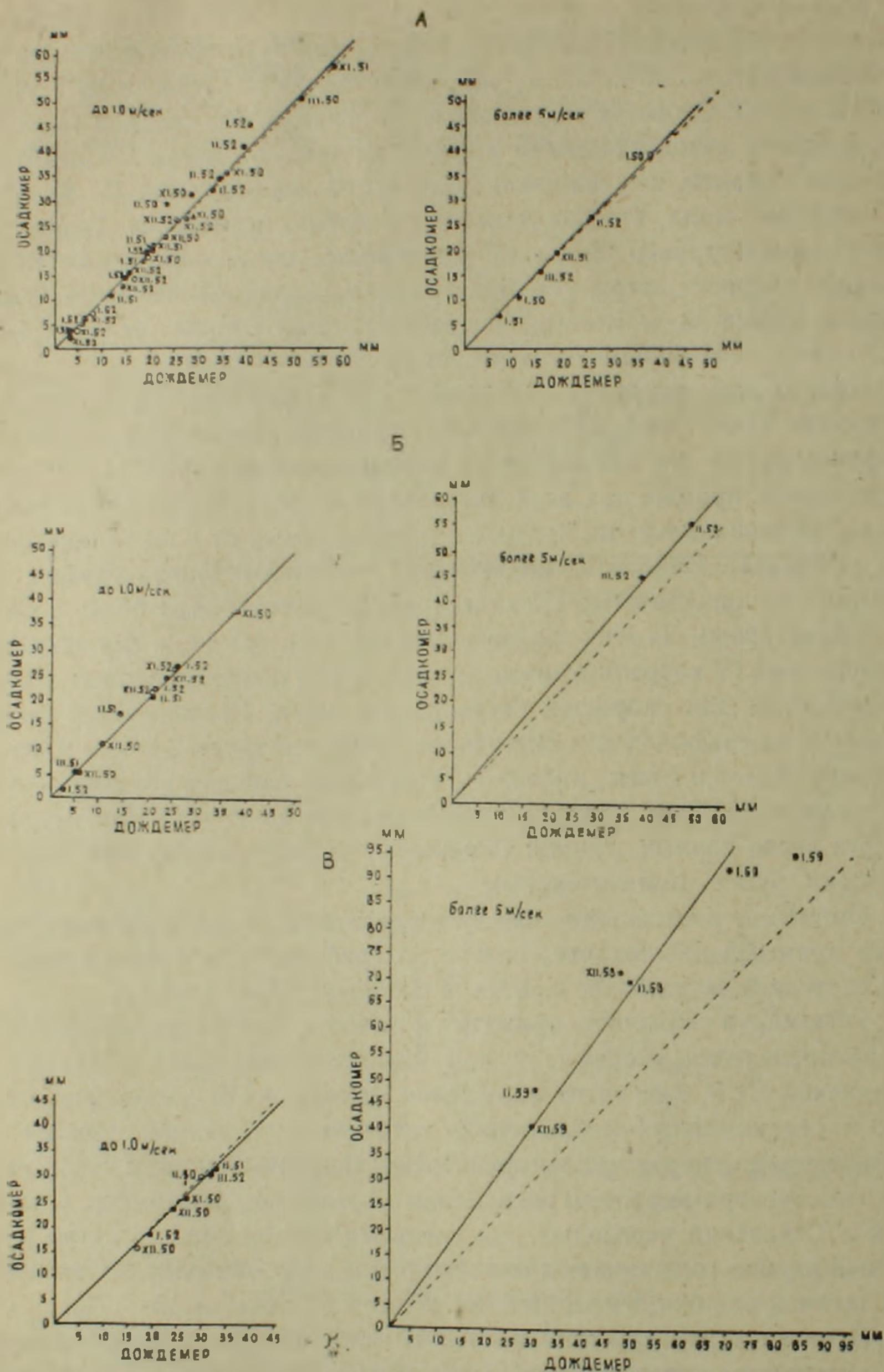
Характерным на этих графиках является то, что даже для открытых станций типа IV корреляционные прямые также почти совпадают с функциональными для скоростей ветра до 4,0 м/сек. Расхождение, наблюдавшееся на графиках для интервалов скоростей ветра 2,1—3,0 м/сек. и, особенно, 3,1—4,0 м/сек., является результатом влияния показаний станции Семеновка. Если корреляционные прямые на этих графиках провести без учета данных станции Семеновка, то расхождение между этими прямыми будет незначительным.

Ощутимое расхождение между корреляционными и функциональными прямыми наблюдается только на графиках для станций типа IV для скоростей ветра более 4 м/сек. и особенно, более 5 м/сек.

Резюмируя сказанное, приходим к выводу, что при составлении карты распределения месячных и, тем более, годовых сумм осадков для Армянской ССР, без учета нарушения однородности рядов дождемерных и осадкомерных наблюдений, величина допущенной ошибки настолько мала, что ею можно пренебречь. Исключение составляют только те высокогорные районы республики (Арагац в/г. Ератумбер, Сисианский и Севанский перевалы), где среднемесячная скорость ветра в холодный период года может превзойти 5 м/сек. В этих районах величина допущенной ошибки, в среднем, колеблется в пределах 12—17%.

В целях характеристики величины относительной ошибки, вызванной в результате неодинаковой улавливаемости осадков, особенно твердых, дождемерами и осадкомерами, мы считаем необходимым сравнить ее с величиной относительной ошибки, допускаемой при измерении самих осадков. Такого сравнения не делалось предшествующими исследователями.

Известно, что дождемерным стаканом можно измерить слой осадков с точностью до целых делений. Принимая во внимание, что одно де-



Фиг. 2. Корреляционные графики осадкомерных и дождемерных наблюдений в зависимости от скорости ветра. а — для станций типа II; б — для станций типа III; в — для станций типа IV.

ление мензурки равно 0,1 мм слоя выпавших осадков, естественно, что абсолютная ошибка измерения осадков равна 0,1 мм [1].

Величина относительной ошибки измерения осадков, при постоянной абсолютной ошибке, будет зависеть от количества выпадающих осадков. Чем меньше количество измеренных осадков, тем больше величина относительной ошибки измерения. С другой стороны, величина относительной ошибки измерения осадков зависит также от частоты измерения. Чем больше число измерений за определенный промежуток времени, тем больше относительная ошибка.

Для определения средней величины относительной ошибки измерения осадков, с учетом влияния их количества, нами было подсчитано число случаев суточных сумм осадков за период 1954—60 гг. для каждого месяца холодного периода по следующим градациям: 0,1—1,0; 1,1—2,0; 2,1—5,0; 5,1—10,0 мм за сутки по всем тем 40 пунктам, где в течение 1950—52 гг. проводились параллельные сравнительные наблюдения дождемерами и осадкомерами. Число случаев количества осадков более 10 мм за сутки на отдельные градации не разбивалось, т. к. мензурка рассчитана на измерение осадков только до 10 мм. Число случаев количества осадков более 10 мм за сутки учитывалось в градации 5,1—10,0 мм, увеличивая соответственно число случаев этой градации.

После этого было подсчитано математическое ожидание суточной суммы осадков по каждому из 40 пунктов, как для каждого месяца холодного периода, так и среднее за весь холодный период года. Зная величину абсолютной ошибки мензурки и математическое ожидание суточной суммы осадков, нами подсчитана относительная ошибка измерения по формуле

$$\pm \sigma = \frac{A}{M} \cdot 100\%$$

где A — абсолютная ошибка мензурки, равная 0,1, а M — математическое ожидание суточной суммы осадков.

Величина относительной ошибки измерения, по приведенной выше формуле, подсчитана в предположении, что математическое ожидание суточной суммы осадков измерялось только один раз. Известно, однако, что количество осадков на метеорологических станциях измеряется в сутки два раза (в 07 и 19 часов), следовательно, количество измерений за определенный промежуток времени всегда должно быть больше, чем число дней с осадками. Только в редких случаях они могут быть равными. Из сказанного следует, что средняя величина относительной ошибки должна быть больше, чем полученная по формуле. Только в редких случаях они могут быть одинаковыми.

Для получения более точной величины средней относительной ошибки необходимо увеличить полученные по формуле средние их значения

на величину равную отношению числа дней с осадками к числу их измерений.

Средняя величина отношения числа дней с осадками к числу их измерений подсчитана по всем 40 пунктам за период параллельных наблюдений (1950—1952 гг.). Принимая во внимание, что средние значения поправочных коэффициентов получены на основе короткого ряда наблюдений, они выборочно (по одному пункту из каждого климатического района и отдельно по Арагацу в/г) сравнены с подобными данными, подсчитанными за период 1954—60 гг. Результаты сравнения показали, что имеет место почти полное совпадение значений, полученных за два различных по продолжительности периода. Расхождение настолько незначительно (в пределах 0,01—0,02), что не может иметь никакого практического значения.

Средние значения уточненной величины относительной ошибки, допускаемой при измерении количества осадков, для всех 40 пунктов республики, сведены в табл. 2. В этой же таблице, для удобства сравнения, приведены средние значения расхождений между показаниями дождемеров и осадкомеров, вызванные разной улавливаемостью твердых осадков ($\bar{K}_m \text{ ‰} - 100 \text{ ‰}$).

Таблица 2

Средняя относительная ошибка, допускаемая при измерении количества осадков

№№ п/п	Пункты	$\pm \bar{\sigma}$	$\bar{K}_m \text{ ‰} - 100 \text{ ‰}$	№№ п/п	Пункты	$\pm \bar{\sigma}$	$\bar{K}_m \text{ ‰} - 100 \text{ ‰}$
1	Мегри	8,8	-3	21	Ленивакан	5,7	3
2	Кафан	5,3	0	22	Артик	7,2	-1
3	В. Хотанан	4,4	-2	23	Гарновит	5,7	-3
4	Сисиан	6,7	-2	24	Калинино	7,3	
5	Базарчай	5,7	3	25	Кировакан	7,2	1
6	Горис	4,7	5	26	Шнох	5,2	1
7	Ехегнадзор	4,8	-3	27	Узунлар	6,0	1
8	Арени	4,5	-1	28	Иджеван	5,7	2
9	Ереван-агромет	7,6	-4	29	Берд	5,5	3
10	Арташат	5,8	-6	30	Айгедзор	4,7	0
11	Октемберян	6,7	1	31	Красносельск	6,0	8
12	Арагац ж/д	8,3	-3	32	Севан—ГМО	8,9	0
13	Егвард	4,4	0	33	Семеновка	4,9	27
14	Кошабулах	3,9	5	34	Шоржа	7,0	1
15	Гарни	4,6	3	35	Севан—город	6,1	4
16	Апаран	5,4	21	36	Камо	5,3	0
17	Арагац в/г	4,2	33	37	Мартуни	6,4	2
18	Шурабад	4,9	-2	38	Мазра	5,3	-4
19	Амасия	5,7	2	39	Яных	4,9	11
20	Джаджур	5,1	0	40	Раздан	4,1	7

Анализ данных табл. 2 показывает, что в абсолютном большинстве пунктов расхождение между показаниями дождемеров и осадкомеров, вызванное разной улавливаемостью твердых осадков ($\bar{K}_m \% - 100\%$), значительно меньше, чем величина относительной ошибки, допускаемой при измерении осадков ($\pm \bar{\sigma}$). Этот факт указывает на то, что в этих пунктах введение поправочного коэффициента для приведения рядов наблюдений к однородности не имеет смысла.

Из анализа данных табл. 2 видно также, что в шести пунктах (Калинино, Красносельск, Раздан, Кошабулах, Арташат и Горис) величина $\bar{K}_m \% - 100\%$ несколько больше, чем относительная ошибка измерения, но меньше, чем двукратное ее значение. Дело в том, что относительная ошибка измерения осадков может иметь как положительный, так и отрицательный знак; следовательно, не исключена возможность, что они могут складываться. Если учесть сказанное, то получается, что расхождение между показаниями дождемеров и осадкомеров, обусловленное разной улавливаемостью твердых осадков, в перечисленных выше шести пунктах по абсолютной величине будет меньше, чем максимально возможная относительная ошибка, допускаемая при измерении осадков. Значит, и в этих пунктах, по сути дела, не имеет смысла введение поправочного коэффициента.

Совершенно иную картину наблюдаем в пунктах Арагац в/г, Семёновка, Апаран и Яных. Здесь величина расхождения между показаниями дождемеров и осадкомеров значительно больше, чем двукратная величина относительной ошибки, допускаемой при измерении осадков. Этот факт говорит о том, что расхождение между показаниями дождемеров и осадкомеров, вызванное разной улавливаемостью твердых осадков, выходит за пределы точности измерения осадков и что в этих пунктах имеет место действительное нарушение однородности рядов дождемерных и осадкомерных наблюдений.

Резюмируя сказанное, можем заключить, что в тех случаях, когда величина расхождения между показаниями дождемеров и осадкомеров, вызванная разной улавливаемостью твердых осадков, меньше или находится в пределах точности измерения осадков, приведение их к однородному ряду не имеет смысла. Иными словами, если исходную величину (в данном случае количество осадков) измеряем какой то определенной точностью, то нет никакого смысла дальнейшие расчеты (в данном случае учет нарушения однородности рядов дождемерных и осадкомерных наблюдений) вести с большей точностью.

Нам кажется поэтому, что отсутствие подобного сравнительного анализа несколько снижает ценность предложенных Главной Геофизической Обсерваторией методических указаний по устранению неоднородностей рядов дождемерных и осадкомерных наблюдений [2].

Գ. Ա. ԱԼԵՔՍԱՆԴՐՅԱՆ

ԱՆՁՐԵՎԱԶԱՓԱՅԻՆ ԵՎ ՏԵՂՈՒՄԱԶԱՓԱՅԻՆ ԴԻՏՈՒՄՆԵՐԻ
ՇԱՐՔԵՐԻ ԱՆՀԱՄԱՍԵՌՈՒԹՅԱՆ ՀԱՇՎԵԱՌՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու ռ մ

Սկսած 1952 թվականից ՍՍՀՄ ջրա-օդերևութաբանական կայանների և պոստերի ամբողջ ցանցում նիֆերի պաշտպանիչով անձրևաչափերը փոխարինվեցին Տրետյակովի սիստեմի տեղումաչափով: Ինչպես է, որ գործիքների փոխումը պետք է առաջ բերեր դիտումների երկար տարիների շարքերի համասեռության խախտում: Որպես շարքերի համասեռության խախտման չափանիշ բոլոր հետազոտողները ընդունում են անձրևաչափով և տեղումաչափով ստացված մթնոլորտային տեղումների ամսեկան գումարների հարաբերությունը:

Գործիքների փոխման հետևանքով առաջացած հարաբերական սխալի մեծությունը բնութագրելու նպատակով հողվածում առաջարկվում է այն համեմատել տեղումների չափման պրոցեսում տեղ գտած, գործիքից անկախ, ընդհանուր հարաբերական սխալի մեծության հետ: Նման համեմատություն այլ հետազոտողներ չեն կատարել: Դա, ըստ երևույթին, բացատրվում է նրանով, որ մինչև այժմ գոյություն չունեն տեղումների չափման պրոցեսում օբյեկտիվորեն տեղ գտած հարաբերական սխալի որոշման մեթոդ:

Տեղումների չափման հարաբերական սխալի մեծությունը որոշելու համար առաջարկված է հետևյալ բանաձևը:

$$\pm \sigma = \frac{A}{M} \cdot 100\%$$

որտեղ A — մենզուրկայի բացարձակ սխալի հաստատուն մեծությունն է, իսկ M — տեղումների օրեկան գումարի մաթեմատիկական սպասողականության մեծությունը:

Հողվածում ցույց է տրված, որ տեղումների չափման հարաբերական սխալի մեծությունը՝ բացարձակ հաստատուն սխալի պայմաններում, անկախ գործիքի տիպից, կախված է ինչպես թափվող տեղումների քանակից, այնպես էլ չափման համախականությունից:

Կոնկրետ հաշվարկումներով ապացուցված է, որ Հայկական ՍՍՀ պայմաններում տեղումների չափման պրոցեսում տեղ գտած հարաբերական սխալը զգալիորեն մեծ է գործիքների փոխման հետևանքով առաջացած անհամասեռության մեծությունից: Ուստի շարքերի համասեռության խախտման մինչև այժմ սգտագործվող չափանիշի անվերապահ գործածումը, համենայն դեպս մեր հանրապետության պայմաններում, անիմաստ է:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кедровливанский В. Н. и Стернзат М. С. Метеорологические приборы. Гидрометеониздат. Л., 1953.
2. Методические указания Управления Гидрометеослужбы. Устранение неоднородности между рядами дождемерных и осадкомерных наблюдений. ГГО, 1964.
3. Швер Ц. А. Исследование результатов наблюдений по дождемеру и осадкомеру. Гидрометеониздат, Л., 1965.