ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

ТРУДЫ
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГЛАВНОЙ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ им. А. И. ВОЕЙКОВА

Выпуск
376

КЛИМАТОГРАФИЯ

Под редакцией
д-ра геогр. наук А. Н. ЛЕБЕДЕВА

Ленинградский
Гидрометеорологический ин-т
БИБЛИОТЕКА
Л-д 197196 Малоохтинский пр., 98

ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ ЛЕНИНГРАД 1976

УДК 551.582

В сборнике содержатся статьи по методике обработки и обобщения параметров климата (осадков, снежного покрова, температуры воздуха, скорости ветра, облачности) по территории СССР и зарубежных стран. Значительный интерес представляют статьи по снежному покрову, в которых впервые дается исследование этого элемента в широком плане. Заслуживает внимания статья по методике обобщения ежечасных наблюдений за температурой воздуха. Предложенная методика может явиться одним из возможных приемов уплотнения метеорологической информации для целей климатологии.

Сборник рассчитан на специалистов климатологов, метеорологов, агроклиматологов и инженерно-технических работников, интересующихся климатическими данными различных районов мира и методикой обобщения метеорологических наблюдений.

The publication contains scientific papers on the procedures for processing and generalizing climate parameters (precipitation, snow cover, air temperature, wind velocity, cloud amount) over the territory of the USSR and for foreign countries. Of a considerable interest are the papers on snow cover which present for the first time an extensive study of this element. The paper on the procedure for generalizing the hourly observations of air temperature is worthy of notice. The suggested procedure could be one of possible ways to condense meteorological information for the purposes of climatology.

The publication is intended for specialistst is climatology, meteorology, agroclimatology and engineers interested in climatic data of different parts of the world and in the procedure for generalizing meteorological observations.

К $\frac{20807\text{-}201}{069(02)\text{-}76}$ 15-76(2)

© Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова (ГГО), 1976 г.

И. Д. КОПАНЕВ

ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Распределение снежного покрова в том или ином районе опре-еляется многими факторами, количественный учет которых вы-олнить далеко не всегда представляется возможным [8].

В гидрометеорологической науке в последнее время при реше-ии многих научных и практических задач широкое применение аряду с физическими получили и статистические методы [1—7, —12].

Опыт показывает, что наиболее эффективным является совмест-ое использование статистических и физических приемов анализа мпирических данных, поскольку они уточняют и дополняют друг руга. Если физические приемы позволяют выявить качественную орону особенностей распределения, то статистические методы озволяют получить количественную оценку.

Изучению распределения снежного покрова на территории на-ей страны посвящена обширная литература, в которой рассмат-иваются главным образом средние и экстремальные характерис-ики. Следует отметить, что в последние годы, после издания Справочника по климату СССР», резко сократилось (до 5%) число абот по снежному покрову равнинных районов страны.

Для удовлетворения запросов многих отраслей народного хо-яйства требуются данные не только средней высоты снежного окрова, а и ее вероятности, или обеспеченности, на соответствую-ей площади. Гидрометеорологическое обеспечение, как известно, существляется управлениями Гидрометслужбы по областям, раям, республикам и экономическим районам.

Данные по распределению снежного покрова на территории на-ей страны помещены в 35 томах «Справочника по климату ССР», причем относятся они к отдельным пунктам. Использование акой обширной и разрозненной информации по снежному покро-у в практических и научных целях является затруднительным.

Существуют различные приемы обобщения исходной информ
ции с применением методов математической статистики как в ги
рологии [1, 11], так и в климатологии [3—7, 9, 10, 12]. Наприме
методы расчета обеспеченностей получили широкое распростран
ние в климатологических исследованиях и в особенности в работ
по климатографии земного шара. В настоящее время выполнен
расчеты обеспеченности многих климатических характерист
[4—7, 9, 10, 12, 13]. Что касается снежного покрова, то, на на
взгляд, его вероятностные характеристики изучены недостаточн

В настоящей статье дается анализ распределения высоты сне
ного покрова с применением методов математической статисти
на территории Северо-Западного УГМС. Для этой цели использ
ваны данные снегомерных съемок за период 1935—1964 гг.
142 станциях [13]; из них на 93 станциях — снегосъемки в пол
на 49 станциях — в лесу и на лесных полянах.

Северо-Западное УГМС включает Карельскую АССР, Лени
градскую, Новгородскую и Псковскую области; общая площад
составляет около 400 тыс. км^2. На большей части территории пр
обладают низменности с абсолютными отметками, не превыша
щими 100 м [13]. Наряду с низменностями встречаются и возвы
шенности: в Карелии (средние высоты 180—250 м), Псковской о
ласти (Лужское взгорье, Судомская и Бежаницкая возвышенн
сти), в восточных частях Ленинградской и Новгородской областе
(Тихвинская гряда, западные отроги Валдайской возвышенности

Важной особенностью всей рассматриваемой территории явл
ется большое количество водных бассейнов (озер и рек) и залесе
ность: более 50% в Карелии, Ленинградской и Новгородской о
ластях, около 30% — в Псковской области.

Почти вся территория относится к зоне избыточного увлажн
ния с наличием больших массивов болот. Осадки холодного п
риода (ноябрь—март), связанные в основном с циклонической дея
тельностью, плавно убывают в пределах территории с юго-запад
на северо-восток, от 200 до 150 мм. Общий характер распределени
осадков в отдельных случаях нарушается воздействием холмисто
го рельефа на циркуляционные процессы.

Число дней со снежным покровом изменяется от 180 (Север
ная Карелия) до 120 дней (юго-западная часть Псковской об
ласти).

Высота снежного покрова в Карелии изменяется с запада н
восток, от 40 до 60 см, а на остальной части территории (с рос
том залесенности) — с юго-запада на северо-восток, от 30 до 40 см

Применение метода изолиний, как известно, не исключает воз
можности проведения их по полю точек, не отражающих действи
тельных изменений высоты снежного покрова, а колебания высоты
могут быть вызваны либо ошибками измерений или расчетов, либо
случайным выбором данных, а чаще всего — совместными причи
нами. Поэтому возникает необходимость привлечения методов
математической статистики, позволяющих выявить пространствен
ную структуру поля снежного покрова.

В последнее время уделяется большое внимание исследованию остранственно-временны́х изменений характеристик климата, торые опираются на теорию однородных и изотропных полей.

В отношении снежного покрова также допускается, что его ля соответственно на полевых и лесных участках являются нородными. Как известно, под однородным районом понимается кой район, в пределах которого характеристики распределения ля метеоэлемента принадлежат к одной и той же общей совопности с учетом климатических особенностей и подстилающей

Таблица 1

Повторяемость (%) высоты снежного покрова на территории Северо-Западного УГМС по месяцам (1 — поле, 2 — лес)

нтервал, см	XI		XII		I		II		III		IV	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1—5	64	46	9								72	49
6—10	34	36	32	27	4						2	
11—20	2	18	52	32	38	18	21	2	17		15	15
21—30			7	32	38	29	23	12	24	4	10	8
31—50				9	20	47	50	43	51	43	1	28
51—75						6	5	43	7	53		

оверхности. Критерии однородности районов разработаны в основном только для независимых величин, не имеющих корреляционных связей [11].

Данные табл. 1 отражают особенности формирования снежного окрова на полевых и лесных участках в течение зимы и в извест-ой мере содержат прогностические рекомендации, необходимые ри планировании ряда хозяйственных мероприятий. Например, дним из важных агротехнических мероприятий, направленных на величение влагозапасов в почве за счет зимних осадков, являет-я снегозадержание. Работы по снегозадержанию ежегодно про-одятся в нашей стране на площади 50—60 млн. га в засушливых айонах ЕТС, Казахстана и Западной Сибири. Стоимость этих абот обходится почти в 100 млн. руб. [14]. Однако эффектив-ость снегозадержания в связи с регулированием влагозапасов почве нуждается в обстоятельном изучении и прежде всего в оп-еделении оптимальных сроков проведения снегозадержания с уче-ом особенностей формирования и распределения снежного по-крова в пределах соответствующей территории.

Обычно за основную характеристику высоты принимают сред-ие декадные высоты снежного покрова. Для решения многих рактических задач наибольший интерес представляет максималь-ая высота, под которой понимается среднее из наибольших де-кадных высот за зиму. При этом для получения ее определяются

максимальные декадные высоты, выбранные из каждой зимы, н
зависимо от того, в какую декаду месяца они отмечались. Данн
распределения средней максимальной высоты снежного покро
на полевых и лесных участках для территории Северо-Западно
УГМС помещены соответственно в табл. 2 и 3.

Таблица

Средняя максимальная высота снежного покрова на полевых участках

Станция	Высота, см	P %	Станция	Высота, см	P %
Данилово	64	0,8	Крестцы	39	55,
Пудож	62	2,8	Волхов	38	57,
Кугановолок	61	5,1	Николаевское	38	59,
Тосно	58	6,2	Будогощь	37	60,
Лоухи	56	7,1	Любань	36	61,
Вяртсиля	56	10,2	Петрозаводск	35	63,
Лужайка	55	11,5	Сумский Посад	34	65,
Калевала	54	12,6	Новгород	34	66,
Подужемье	52	14,7	Идрица	33	68,
Свирица	51	17,8	Тосно	32	70,
Охоны	50	20,1	Пушкин	31	71,
Шугозеро	49	24,3	Холм	31	73,
Сортавала	48	27,6	Боровичи	30	74,
Олонец	47	29,6	Кингисепп	30	77,
Жужмуй	45	35,1	Дно	29	81,
Девкино	44	39,3	Марково	26	84,
Красная Гора	44	40,4	Гдов	26	85,
Белогорка	43	42,5	Псков	26	87,
Окуловка	43	44,7	Опочка	26	88,
Токсово	41	46,8	Новосаратовка	25	89,
Вайдай	41	47,9	Старая Русса	25	91,
Колежма	40	50,0	Сущево	24	94,
Вознесенье	39	52,1	Порхов	23	98,
Тихвин	39	54,3	Пушкинские Горы	23	99,

Для удобства при анализе данные в табл. 2 и 3 размещаютс
в убывающем порядке, от наибольшего к наименьшему значени
высоты снежного покрова. Таблицы дают наглядное представлени
о вкладе различных высот в формировании снежного покрова на
полевых и лесных массивах. Для каждой станции вычислена обес
печенность (P %). Амплитуда, или размах варьирования высоты

ежного покрова, составляет 41 см в поле и 56 см в лесу. На по-вых участках наибольшая высота снежного покрова (64 см) от-ечается на ст. Данилово (Карелия), а наименьшая (23 см) — Порхове (Псковская область). Осадки, выпадающие за холод-ый период (ноябрь—март), составляют на указанных станциях

Таблица 3

Средняя максимальная высота снежного покрова на лесных участках

Станция	Высота, см	P%	Станция	Высота, см	P%
удож	87	1,2	Сосново	55	52,0
яндусельга (лес)	77	3,5	Крестцы	55	53,9
индозеро	76	5,6	Паданы	54	56,2
синъярем	76	7,7	Охоны (лес)	54	58,1
еребовская	75	9,6	Тихвин	53	60,2
едвежьегорск	73	11,6	Будогощь	52	62,0
Іяндусельга (поляна)	72	13,6	Девкино	52	64,2
ридино	70	15,7	Осиповец	51	66,3
Ошкозеро	70	17,7	Новая Ладога	51	68,2
Іильдозеро	67	19,6	Николаевское	49	70,1
Андронова Гора	67	21,8	Выборг	46	72,2
аз-Наволок	66	23,7	Хвойная	46	74,3
умский Посад	66	25,8	Анашкино	43	76,2
уоярви	66	27,9	Приозерск	42	78,3
Іоньгома	64	29,8	Кингисепп (лес)	41	80,2
Калевала	64	31,8	Ляды	41	82,3
Воренжа	64	33,7	Сестрорецк	40	84,4
Кужмуй	63	35,9	Старое Гарколово	39	86,3
Іесогорский	63	37,9	Пыталово	39	88,4
Охоны (поляна)	62	39,8	Дно	38	90,5
Веребья	61	41,9	Кингисепп (поляна)	37	92,4
Вокнаволок	60	43,8	Толмачево	37	94,5
Шахтинполье	60	46,0	Белогорка	36	96,6
Шугозеро	58	48,1	Опочка	31	98,5
Рощино	57	50,0			

оответственно 170 и 156 мм. Однако различия по числу дней с метелями являются существенными (в Данилово — 37, в Порхо-ве — 18). На лесных участках наибольшая высота снежного по-крова (87 см) отмечается на ст. Пудож (Карелия), а наименьшая (31 см) — в Опочке (Псковская область). Количество осадков

на станциях соответственно 194 и 172 мм за холодный период, а чи
ло дней с метелями 34 и 18. Из предварительного анализа следу
что при прочих равных условиях важная роль в распределен
снежного покрова принадлежит метелевой деятельности (сне
переносу).

Полученную амплитуду можно разбить на интервалы, или гр
дации, и подсчитать число попаданий высоты снежного покро
в каждую градацию.Число градаций определяется как объем

Таблица 4

Распределение эмпирических повторяемостей и обеспеченностей средней максимальной высоты снежного покрова на территории Северо-Западного УГМС на полевых участках

Характеристика	Интервал, см				
	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70
Повторяемость (число случаев)	24	23	29	12	5
Повторяемость (%)	25,80	24,73	31,20	12,90	5,37
Обеспеченность (число случаев)	24	47	76	88	93
Обеспеченность (%)	25,80	50,53	81,73	94,63	100

Таблица

Распределение эмпирических повторяемостей и обеспеченностей средней максимальной высоты снежного покрова на территории Северо-Западного УГМС на лесных участках

Характеристика	Интервал, см					
	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—
Повторяемость (число случаев)	8	7	13	14	16	1
Повторяемость (%)	16,33	14,28	26,53	28,60	12,22	2,0
Обеспеченность (число случаев)	8	15	28	42	48	49
Обеспеченность (%)	16,33	30,61	57,14	85,74	97,96	100

данных, так и требованиями, предъявляемыми практикой к инфор
мации о снежном покрове. Например, при высоте снежного по
крова 10 см и более начинается так называемый «санный путь»
а высота снежного покрова на полях 20 см и более гарантируе
защиту озимых от вымерзания и т. д.

Располагая данными высоты снежного покрова (табл. 2 и 3
для полевых и лесных участков, выделим соответственно 5 и
градаций (табл. 4 и 5) определим число попаданий высоты покров
в каждую градацию.

Суммы случаев по всем градациям равны числу станций, гд
производятся снегомерные съемки (поле — 93, лес — 49). Из при

енных данных следует, что наиболее часто на территории Северо-падного УГМС наблюдаются высоты снежного покрова на полевых участках в интервале 41—50 см, а на лесных — 50—70 см. добные таблицы в математической статистике принято называть блицами эмпирического распределения. Зная абсолютные частоты, можно определить распределение относительных частот; последовательное суммирование позволяет получить относительные абсолютные накопленные частоты. Данные, помещенные в табл. 5, можно представить и графически. При этом на оси ординат

Таблица 6

рактеристики распределения средней максимальной высоты снежного покрова на территории Северо-Западного УГМС на полевых и лесных участках

Участок	Число станций	Высота, см			A	σ	μ, см	δ %	c_v	A_s
		средняя	наибольшая	наименьшая						
ле	93	40	64	23	41	11	1,14	3	0,27	+0,23
с	49	56	87	31	56	13	1,85	3	0,23	+0,12

кладывают градации, а на оси абсцисс — соответствующие от-осительные частоты (гистограмма) или относительные накопленные частоты (кумулятивная кривая). Применение даже простейших приемов математической статистики позволяет систематизировать в более наглядную форму исходную обширную информацию снежном покрове и выявлять некоторые особенности его распределения в пределах рассматриваемой территории. Однако при решении многих задач требуются подробные сведения о пространственной структуре поля снежного покрова.

Для описания пространственной структуры поля снежного покрова на территории Северо-Западной УГМС воспользуемся общепринятыми характеристиками распределения: средними, мерами рассеивания и показателями симметричности.

Средние значения, как известно, описывают некоторые свойства распределения снежного покрова, но не являются исчерпывающими характеристиками, так как нередко имеет место случай, когда средние равны между собой, а характер рассеивания относительно средних будет различный.

В табл. 6 помещены характеристики распределения снежного покрова на полевых и лесных участках: A — амплитуда, или размах варьирования; σ — среднее квадратическое отклонение; μ — абсолютная ошибка среднего арифметического; δ — относительная ошибка; c_v — коэффициент вариации; A_s — коэффициент асимметрии.

Методика расчета приведенных выше характеристик распре
ления достаточно подробно изложена в ряде работ [11, 1]. Г
расчетах нами использованы известные формулы:

$$A = h_{\text{макс}} - h_{\text{мин}},$$

где h — высота снежного покрова;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(h_i - \bar{h})^2}{n}},$$

где h_i — высота снежного покрова отдельной станции, $\bar{h}$ — средн
высота, n — число станций;

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}};$$

$$\delta = \frac{\mu}{\bar{h}} \cdot 100\%;$$

$$c_v = \frac{\sigma}{\bar{h}};$$

$$A_s = \frac{\sum(h_i - \bar{h})^3}{n\sigma^3}.$$

Для выявления сомнительных значений высоты снежного п
крова на отдельных станциях было использовано отношение

$$\frac{h_i - \bar{h}}{\sigma}.$$

Для расчетов обеспеченности высоты снежного покрова на кажд
станции (см. табл. 2 и 3) была использована известная форму

$$P = \frac{m - 0{,}3}{n + 0{,}4} \cdot 100\%,$$

где P — процентная обеспеченность (суммарная вероятность
$m = 1, 2, 3 \ldots$ — порядковые номера станций, расположенных в уб
вающем порядке; n — общее число членов ряда (станций).

Таблица 6 дает наглядное представление о характере распр
деления высоты снежного покрова в пределах рассматриваемо
территории. Различия средних квадратических отклонений на п
левых (11) и лесных (13) участках, в отличие от амплитуды, п
своему абсолютному значению невелики. Аналогичная картина о
мечается и при сопоставлении значений безразмерной характери
тики изменчивости, т. е. коэффициента вариации.

Как известно, при нормальном распределении или близко
к нормальному коэффициент асимметрии приближается к нул
В нашем примере (табл. 6) значения коэффициента асимметри
на полевых (+0,23) и лесных (+0,12) участках незначительны
т. е. влияние асимметрии практически не скажется на погрешност
определения средней высоты снежного покрова по площади. Отно

ельная погрешность средней высоты снежного покрова как полевых, так и на лесных участках составляет около , т. е. не превышает возможной погрешности исходных нных.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что в табл. 2 и 3 еспеченность (P), равная 50%, приходится на порядковый но-р, соответственно на полевых участках — 47, а на лесных — 25. ри таком объеме исходных данных (поле — 93 станции, лес — станций) распределение высоты снежного покрова на террито-ии Северо-Западного УГМС можно счи-ть близким к нормальному.

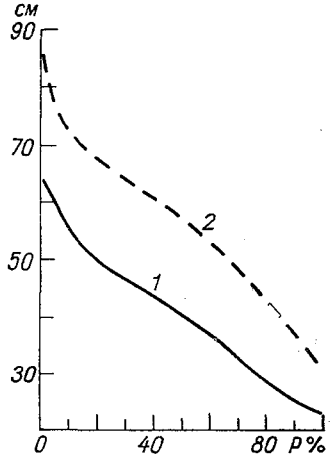


Рис. 1. Кривая распределения высоты снежного покрова.
1 — поле, *2* — лес.

Приведенные выше характеристики ражают пространственную структуру ежного покрова в пределах рассматри-емой территории.

Как известно, в климатологических следованиях при анализе и обобщении рактеристик климата широкое рас-остранение получил метод номограмм , 9, 10].

Метод номографирования, обстоя-льно разработанный А. Н. Лебедевым], включает несколько этапов: анализ ходной информации, расчет обеспечен-ости для каждого члена ряда, построе-ие интегральной кривой, расчет обес-еченностей по соответствующим града-иям и определение характеристик рас-ределения.

Применительно к анализу и обобще-ию исходной информации по снежному окрову этот метод использовался не-остаточно. Воспользуемся методикой расчета вероятностных ха-актеристик [9] при обобщении данных распределения средней аксимальной высоты снежного покрова на примере Северо-За-адного УГМС.

Располагая данными средней многолетней высоты снежного по-рова и суммарной вероятности (обеспеченности) по станциям см. табл. 2 и 3), можно построить эмпирические интегральные ривые отдельно для полевых и лесных районов (рис. 1). С кри-ых снимаются соответственно значения различной обеспеченности 5, 10, 20, ..., 95%) и вписываются в таблицу (табл. 7). Они явля-ются исходным материалом для построения номограммы (рис. 2). При этом по оси ординат откладывается средняя многолетняя высо-а снежного покрова, а по оси абсцисс — возможные ее значения. Наклонные линии — линии, характеризующие одинаковую обеспе-енность. Чем больше изменчивость высоты снежного покрова по ерритории, тем больше наклон линий равной обеспеченности к оси рдинат и тем меньше их плотность (сгущение).

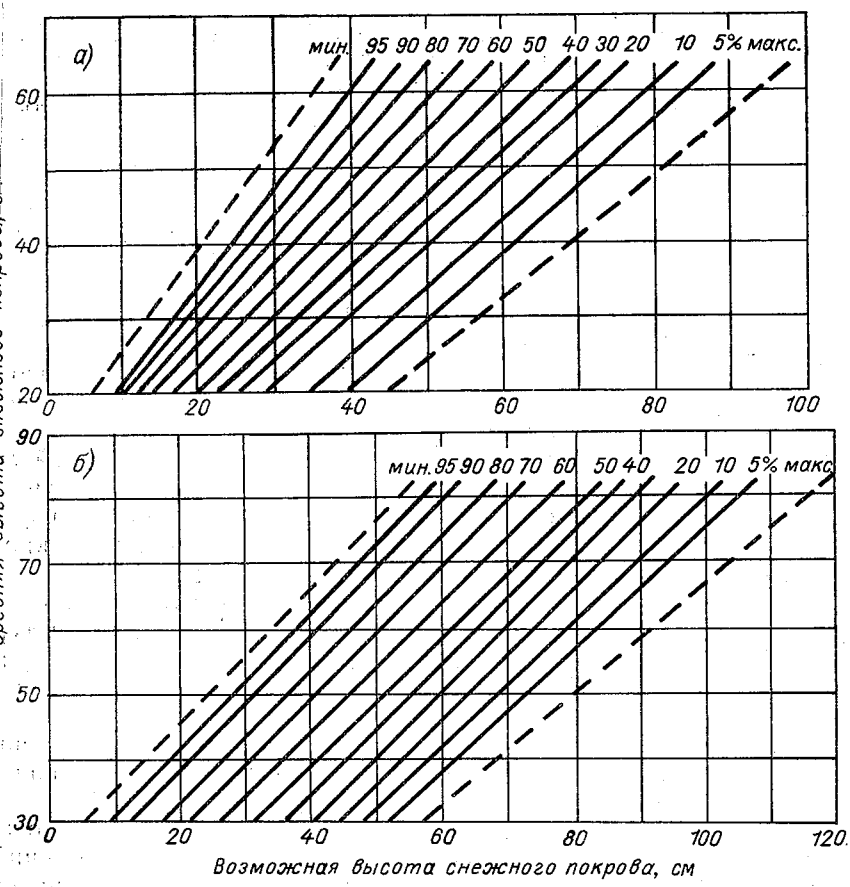
Таблица 7

Средняя максимальная высота снежного покрова (см) различной обеспеченности на территории Северо-Западного УГМС на полевых и лесных участках

Участок	Средняя	Наибольшая	Обеспеченность, %											Наименьшая
			5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	
Поле	40 (Колежма)	64 (Данилово)	60	56	50	47	43	40	37	32	28	25	24	23 (Порхов)
Лес	56 (Рощино)	87 (Пудож)	78	73	68	65	61	57	53	48	43	37	34	31 (Опочка)

Средние высоты снежного покрова в полевых и лесных райо- совпадают соответственно с 50%-ной обеспеченностью, т. е. пределение покрова в поле и в лесу является симметричным риближается к нормальному закону.

Номограммы позволяют получить характеристики распределе- высоты снежного покрова заданной обеспеченности для всех нций Северо-Западного УГМС, если известны их средние мно- летние значения. Для станций, где не проводятся снегомерные блюдения, среднюю многолетнюю высоту можно определить пу- интерполяции между соседними станциями, имеющими необхо- мую информацию. Пользуясь номограммой, можно легко опре- лить характеристики распределения снежного покрова на мест- сти ($\overline{h}$, σ, c_v и др.).



ис. 2. Номограмма для расчета высоты снежного покрова различной обеспеченности.

а — поле, *б* — лес.

Сравнение показывает, что различия между данными, снять с номограмм и вычисленными по соответствующим формулам, являются существенными (табл. 8).

Пространственная изменчивость средней максимальной высо снежного покрова как на полевых, так и на лесных участ и погрешности средних практически одинаковы, что позволяет полнять расчеты различной обеспеченности в целом для всей т ритории Северо-Западного УГМС, используя параметры кри распределения для поля и леса.

Построенные номограммы отражают не только средние усло распределения максимальной высоты снежного покрова по тер тории, но и могут быть использованы при изучении зим люб

Таблиц

Характеристики распределения высоты снежного покрова (см) на территор Северо-Западного УГМС

Участок	По формулам			С интегральной кривой		
	$\overline{h}$	σ	c_v	$\overline{h}$	σ	c_v
Поле	40	11	0,27	40	12	0,30
Лес	56	13	0,23	57	14	0,25

снежности. В малоснежные зимы, когда изменчивость высот снежного покрова сравнительно велика, общая кривая обеспече ности, по-видимому, нуждается в уточнении.

Таким образом, приведенные выше приемы математической ст тистики в виде таблиц, графиков и номограмм позволяют сист матизировать и обобщить в более наглядную и компактную фо му обширную исходную информацию о распределении снежно покрова и выявить закономерности его формирования.

Материалы 142 станций представляется возможным обобщит в виде двух номограмм, отражающих пространственную структур поля снежного покрова в пределах рассматриваемой территори Получены характеритики распределения средней максимально высоты снежного покрова.

Выполненный анализ данных показывает, что распределени снежного покрова в пределах Северо-Западного УГМС подчиняет ся нормальному закону.

В заключение заметим, что метод номографирования може успешно применяться при изучении пространственно-временно структуры поля снежного покрова, при анализе и обобщении об ширной исходной информации о распределении характеристи снежного покрова в других управлениях Гидрометслужбы наше страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Г. А. Методы оценки случайных погрешностей гидрометеорологической информации. Л., Гидрометеоиздат, 1975. 96 с.
2. Вершинина Л. К., Волченко В. Н. Максимальные запасы в снежном покрове в районах Северо-Запада ЕТС.— «Тр. ГГИ», 1974, вып. 214, с. 7—53.
3. Гандин Л. С., Каган Р. Л. О точности определения средней высоты снежного покрова по дискретным данным.— «Тр. ГГО», 1962, вып. 130, с. 3—10.
4. Гольцберг И. А. Составление таблиц вероятностей различных метеорологических элементов.— «Тр. ГГО», 1958, вып. 85, с. 102—112.
5. Дроздов О. А. О свойствах интегрально-разностных кривых.— «Тр. ГГО», 1964, вып. 162, с. 3—17.
6. Иванов Н. Н. Кривые обеспеченности осадками для степной и лесостепной полосы Европейской территории СССР.— «Уч. зап. ЛГПИ», 1948, т. 73, с. 109—128.
7. Кобышева Н. В. Косвенные расчеты климатических характеристик. Л., Гидрометеоиздат, 1971. 191 с.
8. Копанев И. Д. Методы изучения снежного покрова. Л., Гидрометеоиздат, 1971. 228 с.
9. Лебедев А. Н. Обоснованные номограммы климатических элементов.— «Тр. ГГО», 1964, вып. 163, с. 93—103.
10. Логвинов К. Т., Бабиченко В. Н., Кулаковская М. Ю. Опасные явления погоды на Украине. Л., Гидрометеоиздат, 1972. 236 с. («Труды УкрНИГМИ», вып. 110).
11. Рождественский А. В., Чеботарев А. И. Статистические методы в гидрологии. Л., Гидрометеоиздат, 1974. 424 с.
12. Сапожникова С. А. Расчет повторяемости минимальных температур Европейской территории СССР.— «Тр. НИИАК», 1961, вып. 12, с. 16—23.
13. Справочник по климату СССР. Ч. IV, вып. 3. Л., Гидрометеоиздат, 1968. с.
14. Черкавский С. К. Об эффективности гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства.— «Метеорология и гидрология», 1973, № 12, с. 93—97.

И. Д. КОПАН

МАКСИМАЛЬНАЯ ВЫСОТА СНЕЖНОГО ПОКРОВА В РАЙОНАХ ЕТС, ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И КАЗАХСТАНА

Из всех существующих методов измерения характеристик сне ного покрова широкое распространение получил метод снегоме ных съемок, который много лет используется на сети и оправд себя, так как обеспечивает в основном запросы практики необх димой информацией о снежном покрове.

В настоящее время в практику научно-исследовательских р боот прочно входят аэрометоды (аэрофотосъемки, гамма-съем и др.) и космические методы, в том числе и метеорологическ спутники.

Метод самолетной гамма-съемки, разработанный Институт прикладной геофизики [4], основан на учете эффекта поглощен снегом естественного гамма-излучения Земли, измеренного аппар турой, установленной на самолете, на исследуемом маршруте в п риоды залегания снежного покрова и при его отсутствии. Эффе естественного ослабления гамма-излучения Земли зависит не тол ко от количества воды, содержащейся в снежном покрове, а и влагозапасов верхних слоев почвогрунтов. Метод позволяет двухкратных измерений в определенный момент времени опред лять приращение снегозапасов за соответствующий отрезок врем ни. При этом полученный результат измерений является осредне ным в некоторой полосе, ширина которой определяется высот полета. Например, при высоте полета 25—75 м ширина съемо ной полосы составляет 100—250 м [4].

Одним из важных источников получения глобальной информ ции являются метеорологические спутники. Накопленные данны позволили выполнить важные обобщения по распределению обла ности, построить карты планетарного облачного покрова, а такж получить характеристики радиационного баланса Земли [5]. На чаты работы в различных направлениях по использованию теле визионных космических снимков для изучения снежного покров

Космические съемки позволяют с наибольшей оперативностью тавлять карты границ распространения снежного покрова поч- в единый физический момент в планетарном масштабе. Анализ евизионных снимков позволяет выделить районы с устойчивым еустойчивым залеганием снежного покрова. Определить высоту жного покрова в том или ином районе по снимкам пока не пред- вляется возможным [7].

Таблица 1

Повторяемость (%) высоты снежного покрова на полевых участках

УГМС	Число станций	Интервал, см								
		⩽10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	⩾81
рманское	14				2	4	6	2		
веро-Западное	93			24	23	29	12	5		
верное	115		1	4	20	27	32	22	8	1
твийской ССР	81		15	38	21	6	1			
тонской ССР	65		9	44	11	1				
товской ССР	78		42	45	1					
лорусской ССР	155		60	83	12					
рхне-Волжское	187			16	44	42	61	20	4	
ральское	124			18	38	36	17	11	3	1
раинской ССР	379	14	283	51	19	8	3	1		
нтрально-Черноземных областей	59		8	48	3					
риволжское	149		1	46	71	23	7	1		
веро-Кавказское	96	2	83	11						
ское	70		3	21	19	18	7	2		
падно-Сибирское	172	1	10	49	46	29	2	7	2	8
захской ССР	208	8	84	77	16	8	6	1	5	3

Имеются основания надеяться, что совершенствование методов осмических съемок позволит значительно расширить возможности спользования телевизионных снимков при исследовании снежного крова, его пространственно-временной динамики в глобальных спектах.

В дальнейшем при обработке и анализе результатов самолетной мма-съемки и космических съемок в качестве эталона, по-видимому, будут широко использоваться данные площадных наземных негомерных наблюдений.

В настоящей статье представлены результаты расчетов вероятностных площадных характеристик снежного покрова для 17 ГМС, расположенных в пределах ЕТС, Западной Сибири и Ка-

289935

Ленинградский Гидрометеорологический ин-т

Таблиц

Повторяемость (%) высоты снежного покрова на лесных участках

УГМС	Число станций	Интервал, см							
		20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90
Мурманское	29					2	11	11	3
Северо-Западное	49			8	7	13	14	6	1
Северное	50						12	16	12
Латвийской ССР	37	1	18	17	1				
Эстонской ССР	33		9	22	2				
Литовской ССР	9	1	7	1					
Белорусской ССР	64		22	27	14	1			
Верхне-Волжское	53				5	7	18	18	2
Уральское	53				5	28	13	5	6
Украинской ССР	51	5	34	10	1	1			
Центрально-Черноземных областей	15		1	10	4				
Приволжское	15				1	2	9	1	2
Северо-Кавказское	8	2		2	3	1			
Омское	52			1	3	12	17	11	7
Западно-Сибирское	64			5	2	10	21	17	5
Казахской ССР	5			1	1	1	2		

захстана. При этом были использованы средние многолетние да ные о максимальной высоте снежного покрова за период 1935- 1964 гг., помещенные в «Справочнике по климату СССР» [12].

Поскольку распределение снежного покрова существенным о разом зависит от особенностей подстилающей поверхности (усл вий защищенности), то оценка вероятностных характеристик в соты покрова на полевых и лесных участках производилась ра дельно для каждого УГМС.

При расчетах использовался материал снегомерных съем на полевых участках по 2138 станциям, на лесных — по 613 ста циям. При обработке, анализе и обобщении данных о высоте сне ного покрова был применен вероятностный метод математическ статистики, подробно изложенный в ряде работ [9—11]. Чтоб иметь общее представление о характере распределения снежно покрова на рассматриваемой территории, можно для большей н глядности всю обширную информацию (2751 станция) представи в виде повторяемостей раздельно для полевых и лесных участк соответствующего УГМС.

На основании данных табл. 1 и 2 представляется возможны определить обеспеченность ($P\%$) распределения высоты снежно

рова на Европейской территории СССР на полевых и лесных стках по данным станций 14 УГМС (табл. 3).

Таблица 3

Обеспеченность (%) распределения высоты снежного покрова на ЕТС

часток	Число станций	Интервал, см										
		101—110	91—100	81—90	71—80	61—70	51—60	41—50	31—40	21—30	11—20	⩽10
е	1688		0,1	0,2	1,1	4,8	13,1	24,5	43,5	69,4	99,1	100
	492	1,8	4,6	9,4	21,1	38,6	49,6	59,6	79,5	98,2	100	

Таблица 4

Вероятностные характеристики распределения высоты снежного покрова на полевых участках

УГМС	Средняя	Наибольшая	Обеспеченность, %							Наименьшая
			5	10	25	50	75	90	95	
рманское	51	70	70	65	56	51	45	38	35	35
еро-Западное	40	64	60	56	48	40	30	25	24	23
ерное	52	77	73	69	61	52	42	35	31	20
твийской ССР	28	46	45	40	33	58	22	19	17	14
онской ССР	26	37	35	33	30	26	23	19	17	16
товской ССР	20	36	29	26	23	20	28	15	14	12
орусской ССР	23	37	32	30	27	23	18	16	15	14
рхне-Волжское	48	77	66	62	57	48	38	31	28	25
альское	44	77	68	62	52	43	34	29	26	22
раинской ССР	18	62	37	28	20	17	15	13	11	8
нтрально-Черноземных областей	24	33	31	29	26	24	22	21	19	16
иволжское	35	58	51	47	39	34	29	26	25	20
веро-Кавказское	16	26	25	22	19	16	14	12	11	10
ское	37	61	55	52	45	38	28	24	21	18
падно-Сибирское	40	88	80	60	48	40	26	21	17	10
захской ССР	24	55	54	42	25	23	16	12	11	7

Процентная обеспеченность (суммарная вероятность) P рассчитывалась по известной формуле

$$P = \frac{m - 0{,}3}{n + 0{,}4} \cdot 100\%,$$

где m — порядковый номер числа ряда, n — число наблюдений (станций) в ряду.

Таблица

Вероятностные характеристики распределения высоты снежного покрова на лесных участках

УГМС	Средняя	Наибольшая	Обеспеченность, %							Наименьш
			5	10	25	50	75	90	95	
Мурманское	73	92	91	88	79	72	66	62	57	5
Северо-Западное	56	87	78	73	66	57	45	37	34	3
Северное	81	104	103	97	88	79	70	66	64	6
Латвийской ССР	30	50	39	36	33	29	26	22	21	2
Эстонской ССР	32	43	41	38	34	32	29	26	24	2
Литовской ССР	26	40	39	36	27	26	22	20	19	1
Белорусской ССР	34	51	48	46	40	34	27	23	22	2
Верхне-Волжское	68	92	89	84	75	68	61	50	45	4
Уральское	69	102	110	95	77	68	57	50	46	4
Украинской ССР	27	42	40	38	30	26	21	20	18	1
Центрально-Черноземных областей	38	48	47	45	41	38	33	29	27	2
Приволжское	68	93	91	84	73	68	62	54	49	4
Северо-Кавказское	40	69	68	66	50	40	28	18	18	1
Омское	67	92	89	85	72	66	60	51	46	3
Западно-Сибирское	69	122	96	85	72	68	59	47	37	3

Не вдаваясь в анализ данных табл. 1, 2 и 3, отметим, что приведенные характеристики отражают фоновую пространственную структуру распределения снежного покрова на огромной территории. Применение даже простейших приемов математической статистики позволяет систематизировать в более наглядную и компактную форму исходную обширную информацию о снежном покрове и выявить некоторые особенности его распределения.

Для решения многих практических и научных задач требуются ализированные и обстоятельные сведения о пространственной уктуре поля снежного покрова.

Располагая данными о суммарной вероятности, вычисленной по рмуле (1), и о средней многолетней высоте снежного покрова по нциям каждого УГМС, можно построить эмпирические инте-альные кривые раздельно для полевых и лесных участков. С по-роенных кривых снимаются соответственно значения различной еспеченности и вписываются в табл. 4 и 5.

Таблицы 4 и 5 содержат сведения о вероятностных характери-ках снежного покрова для различных элементов ландшафта. роятностная (прогностическая) информация может быть полез-й при планировании многих хозяйственных мероприятий (снего-лиоративных, снегозадержания на автомобильных и железных рогах и т. д.).

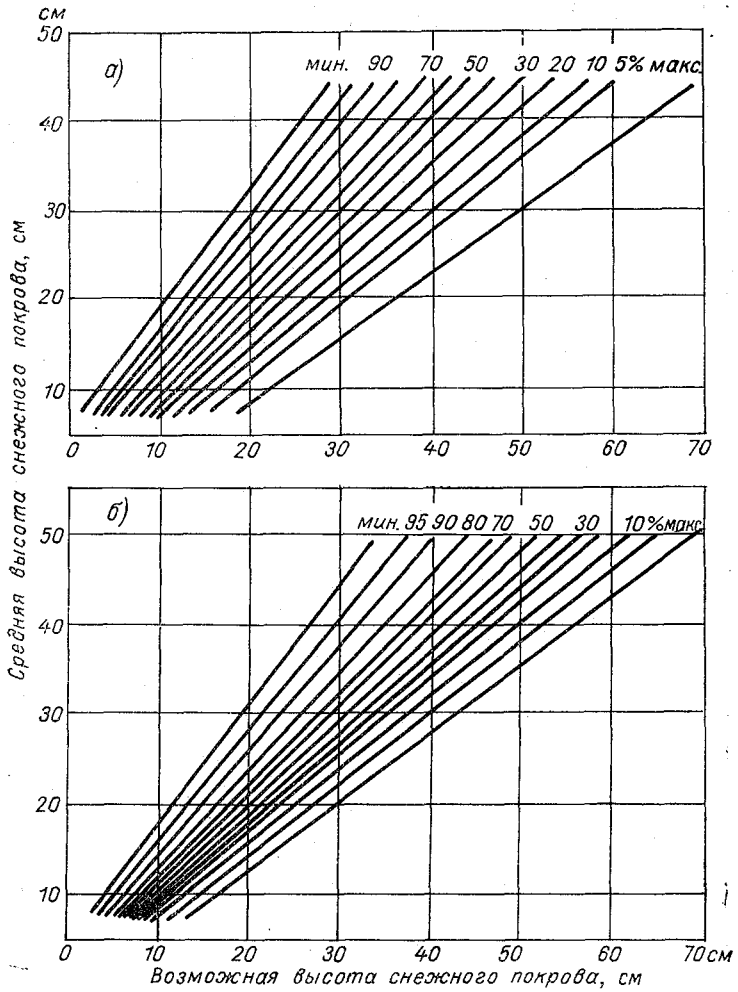
Обращает на себя внимание то обстоятельство, что на рассма-иваемой территории как на полевых, так и на лесных участках ждого УГМС (табл. 4 и 5) средняя высота снежного покрова впадает с 50%-ной обеспеченностью, т. е. распределение снеж-го покрова является почти симметричным и приближается к нор-льному. Это в известной мере подтверждает вывод [1], получен-й на основе обработки и анализа большого материала площад-х снегосъемок, выполненных во время экспедиционных работ, том, что распределение снежного покрова в подавляющем боль-инстве случаев подчиняется нормальному закону.

Для большей наглядности данные, помещенные в табл. 4 и 5, жно представить графически, т. е. в виде номограмм [9]. ри этом по оси ординат откладывается средняя многолетняя вы-та снежного покрова, а по оси абсцисс — возможные ее зна-ения.

В качестве примера на рис. 1 приведены номограммы, построен-ые для полевых участков УГМС Белорусской ССР, УГМС Цент-ально-Черноземных областей и Омского УГМС.

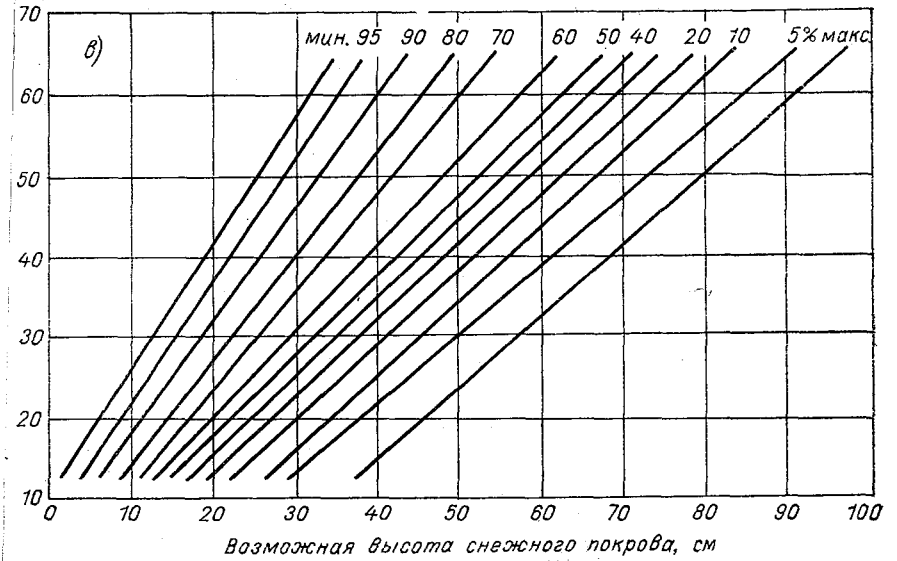
Однотипность распределения вероятностных характеристик вы-оты снежного покрова позволяет построить обобщенную номо-рамму, например для Европейской территории СССР, на основе анных соответствующих УГМС. На рис. 2 приведена обобщенная омограмма распределения высоты снежного покрова на ЕТС для олевых участков. Сравнительно невысокое сгущение линий одина-овой обеспеченности обусловлено большой пространственной из-енчивостью высоты снежного покрова на рассматриваемой терри-ории.

Основанием для построения обобщенной номограммы может лужить в какой-то мере то обстоятельство, что в северных райо-ах ЕТС имеет место раннее формирование снежного покрова и позднее его разрушение, а в южных районах — позднее форми-ование и раннее разрушение. На значительной территории ЕТС максимальная высота снежного покрова приходится на март. В районах с продолжительным холодным периодом максимум



отмечается в апреле, а на юге ЕТС — в феврале. Например, сред няя максимальная высота снежного покрова в Ростовской и Воро шиловградской областях составляет 16—18 см. Такая же высот наблюдается в Мурманской и Архангельской областях в декабре а в Московской области в январе. Средняя максимальная высот снежного покрова (24 см) в Центральном Казахстане соответст вует средней за январь высоте в Ленинградской области, а мак симальная высота (37 см) в Омской области соответствует средней за январь в Мурманской области.

Изменения высоты снежного покрова в северных районах ЕТС в течение зимы отражают как бы динамику снежного покрова в пределах всей рассматриваемой территории.



ис. 1. Номограмма для расчета высоты снежного покрова различной обеспечен-ости на территории УГМС Белорусской ССР (*а*), УГМС Центрально-Черноземных областей (*б*) и Омского УГМС (*в*). Поле.

Номограммы позволяют получить характеристики распределения высоты снежного покрова заданной обеспеченности для всех танций соответствующих УГМС, если известны средние многолетние значения высоты. В табл. 4 и 5 приведены данные о высоте нежного покрова, полученные в результате осреднения для каждого УГМС, раздельно для полевых и лесных участков. В связи этим возникает необходимость в оценке погрешности определения средней высоты снежного покрова по площади.

Как известно, общая ошибка определения средней на соответствующей площади слагается из ошибок в отдельных пунктах (станциях) и ошибок обобщения ее значений для всего района. Зачастую ошибки измерения в разных пунктах могут компенсироваться и при достаточно большом числе пунктов наблюдений в пределах рассматриваемого района не достигать большой величины [11].

Используя приемы математической статистики, ряд авторов имели возможность оценить погрешность данных снегомерных наблюдений по постоянным рейкам: на снегомерном маршруте и на некоторой площади.

Так, например, на Европейской территории СССР относительная погрешность измерения высоты снежного покрова по постоянным рейкам на защищенных участках возрастает с севера на юг от 3—4% в лесной зоне до 7% в степных районах [3].

Ошибки измерения высоты снежного покрова посредством сне
съемок на большей части ЕТС при средних значениях коэффи
ента вариации 0,40—0,60 составляют 4—6% при $n=100$ и 3—4
при $n=200$ [8], где n — число промерных точек. Ошибки опреде
ния максимальных снегозапасов на маршруте для северных ра
нов ЕТС составляют 5—6%, а для центральных и южных —
7—8% [1, 2]. При этом коэффициент вариации колеблется на
левых участках в северных районах от 0,20 до 0,40 в центральн
и южных районах — от 0,30 до 0,60. На лесных участках коэфф
циент вариации изменяется от 0,10 до 0,20 [1].

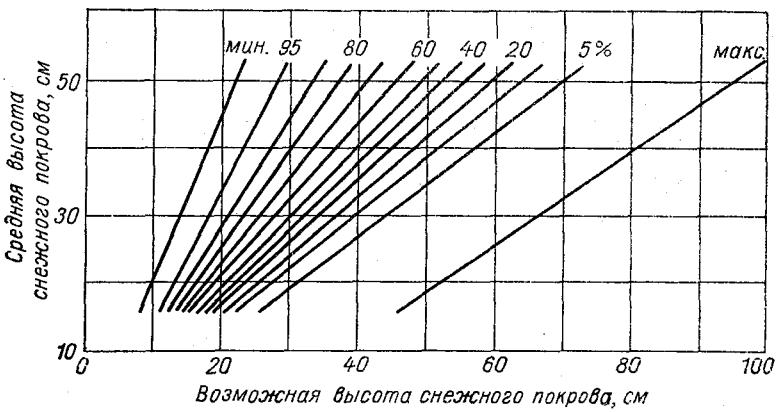


Рис. 2. Номограмма для расчета высоты снежного покрова разли
ной обеспеченности на территории ЕТС. Поле.

Точность определения средней высоты в пределах некоторо
площади также зависит от числа промерных точек (пункто
наблюдений), равномерности их размещения и степени изменчи
вости характеристик снежного покрова по территории.

В связи с определением погрешности средней высоты снежног
покрова на площади соответствующей УГМС раздельно для поле
вых и лесных участков были выполнены расчеты, результаты кото
рых помещены в табл. 6 и 7, где n — число станций; h — средня
высота снежного покрова; A — амплитуда, т. е. разность межд
наибольшим и наименьшим значениями высоты снежного покрова
σ — среднее квадратическое отклонение; c_v и A_s — соответственн
коэффициенты вариации и асимметрии; μ и σ — стандартная (см
и относительная (%) ошибки средней. В табл. 7 приведено такж
соотношение между высотой снежного покрова на лесных ($h_л$
и полевых ($h_п$) участках.

Методика расчета приведенных характеристик распределения
достаточно подробно изложена в ряде работ [10, 11], и, по-види
мому, нет надобности приводить здесь расчетные формулы. Вс

Таблица 6

Характеристики распределения высоты снежного покрова на полевых участках

УГМС	Площадь, тыс. км²	n	h	A	σ	c_v	A_S	μ	σ %
рманское	139,1	14	51	35	9	0,18	0,07	2,0	4
зеро-Западное	393,3	93	40	41	11	0,27	0,23	1,1	3
зерное	1146,2	115	52	57	13	0,25	0,04	1,3	2
гвийской ССР	64,5	81	28	32	8	0,29	0,16	0,9	3
гонской ССР	45,1	65	26	21	5	0,19	0,05	0,6	2
товской ССР	65,2	78	20	24	4	0,20	0,48	0,4	2
лорусской ССР	207,6	155	23	23	5	0,22	0,28	0,4	2
рхне-Волжское	359,8	187	48	52	12	0,26	0,09	0,8	2
альское	666,4	124	44	55	13	0,30	0,17	1,2	3
раинской ССР	602,6	379	18	54	6	0,30	—	0,3	2
нтрально-Черноземных областей	204,9	59	24	17	4	0,17	0,35	0,5	2
иволжское	413,2	149	35	38	8	0,23	0,34	0,7	2
веро-Кавказское	574,9	96	16	16	4	0,34	0,38	0,4	3
ское	1502,3	70	37	43	12	0,28	0,12	1,5	4
падно-Сибирское	850,2	172	40	78	15	0,38	0,18	1,1	3
захской ССР	2753,2	208	24	48	9	0,38	0,37	0,7	3

и трудоемкие расчеты были выполнены вручную, хотя характеристики распределения (h, σ и c_v) можно легко получить с помощью интегральных кривых или номограмм. Для сравнения были вычислены характеристики распределения высоты снежного покрова с помощью расчетных формул и интегральных кривых (номограмм).

Из данных, приведенных в табл. 6 и 7, следует, что как на полях, так и на лесных участках высота снежного покрова убывает с севера на юг от 50—70 до 15—25 см и возрастает с запада на восток от 25—35 до 50—70 см. Как и следовало ожидать, повсюду высота снежного покрова на лесных массивах больше, чем в поле, в среднем в 1,5 раза. Исключением является Прибалтика и Северный Кавказ. Различия между полевыми и лесными участками тем больше, чем меньше абсолютная высота снежного покрова, характерная для данного района.

Если на открытой местности при прочих равных условиях важная роль в распределении снежного покрова принадлежит метелевому снегопереносу, ветру и турбулентному трению, то в лесных

Таблица

Характеристики распределения высоты снежного покрова на лесных участк

УГМС	n	h	A	σ	c_v	A_s	μ	σ %	$\frac{h}{h_1}$
Мурманское	29	73	37	10	0,13	0,05	1,5	2	1,4
Северо-Западное	49	56	56	13	0,23	0,12	1,8	3	1,4
Северное	50	81	43	14	0,17	0,02	1,4	2	1,5
Латвийской ССР	37	30	30	5	0,17	0,20	0,8	3	1,0
Эстонской ССР	33	32	19	4	0,12	0,27	0,6	2	1,1
Литовской ССР	9	26	21	—	—	—	—	—	1,2
Белорусской ССР	64	34	30	10	0,28	0,10	1,2	3	1,4
Верхне-Волжское	53	68	51	12	0,25	0,12	1,6	3	1,4
Уральское	53	69	68	15	0,22	0,10	1,6	3	1,5
Украинской ССР	51	27	26	7	0,26	0,28	1,0	3	1,3
Центрально-Черноземных областей	15	38	21	5	0,13	0,27	0,9	3	1,3
Приволжское	15	68	44	10	0,15	—	2,5	3	1,9
Северо-Кавказское	8	40	41	16	0,40	—	—	—	2,3
Омское	52	67	53	12	0,18	0,14	1,6	2	1,8
Западно-Сибирское	64	69	86	14	0,20	0,19	1,7	3	1,7

районах важным фактором, определяющим формирование сне ного покрова, являются полнота и состав леса.

В северных районах ЕТС, характеризующихся большим метел вым переносом, процессы переноса и отложения снега приблиз тельно уравновешивают друг друга благодаря относительно одн образной подстилающей поверхности. Наибольшие значен амплитуды (размаха варьирования) приурочены в основном к ра онам с интенсивным метелевым снегопереносом [6].

Существующие карты снежного покрова СССР построены ли по данным снегомерных съемок станций, расположенных в уел виях открытой местности, либо по данным постоянных реек, уст новленных на защищенных участках.

В большинстве выполненных работ отмечается четко выраже ное закономерное распределение снежного покрова, его изменен как в широтном, так и в меридиональном направлениях. В дей вительности же вследствие большого разнообразия природн условий распределение снежного покрова носит довольно сло ный характер.

Картирование, основанное на использовании материалов толь по защищенным участкам или по полевым в отдельности, да лишь одностороннее представление о распределении снежно

крова по территории, т. е. при таком картировании не представ-
ется возможным учесть все особенности пространственной струк-
ры поля снежного покрова. Это можно осуществить при исполь-
зании вероятностного метода анализа и обобщения данных. Пре-
ущества вероятностного метода заключаются в том, что при
общении он включает в себя всю статистическую совокупность
ходной информации, отдельные значения даются в увязке со сре-
ей многолетней величиной. Приведенные выше номограммы и
рактеристики распределения в табл. 6 и 7 содержат полную инфор-
цию о пространственной структуре поля снежного покрова в пре-
лах рассматриваемой территории. Они позволяют выявить одно-
пность в распределении высоты снежного покрова как на поле-
х, так и на лесных участках, а также позволяют судить,
сколько существующая плотность снегомерной сети станций и
стов обеспечивает получение средних площадных характеристик
заданной погрешностью. Вероятностный метод вполне приемлем
и разработке рекомендаций, связанных с рационализацией и оп-
мизацией размещения снегомерной сети.

Таблицы 6 и 7 показывают, что средние квадратические откло-
ния (σ) поле — лес имеют незначительные различия, причем σ
полевых участках зачастую меньше по своему абсолютному
ачению σ в лесу. Зато значения коэффициента вариации (c_v) на
левых участках, как правило, больше, чем в лесу. Значения
эффициента вариации высоты снежного покрова изменяются
больших пределах в зависимости от типа ландшафта (залесен-
сти) и условий формирования покрова. С увеличением высоты
ежного покрова коэффициент вариации убывает, что соответст-
ет равномерному распределению снежного покрова на мест-
сти.

Значения коэффициента асимметрии (A_s) как на полевых, так
на лесных массивах по своему абсолютному значению малы. Это
зляется важным признаком того, что распределение снежного по-
рова по территории всех рассматриваемых УГМС приближается
нормальному.

Погрешности определения средней высоты снежного покрова
и δ) по площади как на полевых, так и на лесных участках
ассматриваемой территории невелики и не превышают возможной
огрешности определения исходной средней, полученной путем
негомерных съемок [8].

Выполненные расчеты показывают, что существующая плотность
негомерной сети во всех УГМС обеспечивает достаточную точ-
сть определения средней высоты снежного покрова по площади
ля удовлетворения многих практических запросов. Следует отме-
ить, что, пользуясь кривыми обеспеченности или номограммой,
ожно легко определить h, σ и c_v. Сравнение показывает, что
азличия между данными, снятыми с номограммы и вычисленными
о соответствующим расчетным формулам, практически одинако-
ы, что исключает трудоемкие расчеты характеристик распределе-
ия снежного покрова.

Пространственная изменчивость максимальной высоты сне ного покрова, погрешности определения средних как на полев так и на лесных участках повсюду почти одинаковы, что позволя выполнять расчеты различной обеспеченности в целом на тер тории каждого УГМС, используя параметры кривых распреде ния, полученные для полевых и лесных участков.

Как известно, ежедневные наблюдения над высотой снежно покрова по постоянным рейкам на гидрометеорологической се в нашей стране были начаты с 1891 г. В «Справочнике по клима СССР» помещены средние многолетние значения высоты снежно покрова на защищенных и открытых участках за период 1891

Таблиц

Характеристики распределения высоты снежного покрова по данным постоянн реек (Р) и снегосъемок (С)

УГМС		n	h	A	σ	cv	μ	σ
Открытые участки (поле)								
Белорусской ССР	Р	210	22	23	5	0,22	0,4	
	С	155	23	23	5	0,22	0,4	
Омское	Р	70	33	42	10	0,30	1,2	
	С	70	37	43	12	0,28	1,5	
Защищенные участки (лес)								
Белорусской ССР	Р	70	31	28	7	0,22	0,8	
	С	64	34	30	10	0,28	1,2	
Омское	Р	39	62	48	12	0,19	2,0	
	С	52	67	53	12	0,18	1,6	

1964 гг. Возникает вопрос о возможностях использования эт данных при расчетах площадных характеристик снежного покро Вычисленные характеристики распределения максимальной высо снежного покрова по площади по данным постоянных реек д УГМС Белорусской ССР, УГМС Центрально-Черноземных обл стей и Омского УГМС помещены в табл. 8, где для сравнен приведены данные снегосъемок.

Из таблицы следует, что для больших территорий данные сне съемок и постоянных реек хорошо согласуются между собой и да удовлетворительные результаты вследствие осреднения данн большого числа станций и постов.

Начиная с зимы 1965—66 г. был осуществлен переход на нов методику, основой которой является ландшафтно-маршрутн принцип производства снегосъемок на гидрометеорологическ сети. При этом возникает вопрос о связи данных наблюдений новой методике с данными наблюдений по старой методи

1963—1966 гг. в ряде УГМС были проведены параллельные снеъемки по методике, разработанной в ГГИ.

Расчеты показали, что треугольный маршрут (с периметром км) по сравнению с ландшафтным маршрутом, как правило, ет заниженные характеристики снежного покрова в среднем на -7% для значительной части равнинной территории страны, погрешности исходных данных максимальных снегозапасов еньшились по новой методике в 1,5—2 раза [1]. Например, для верных и северо-западных районов ЕТС однородность рядов по ксимальным снегозапасам не нарушена, т. е. не требуется введея поправок к снегозапасам, измеренным до 1966 г. [2].

Климатические характеристики (средние многолетние) по снежму покрову помещены в «Справочнике по климату СССР» [12]. ими характеристиками следует пользоваться при климатологических обобщениях. Для совместного использования рядов снегорных наблюдений до и после введения новой методики целесоразно использовать вероятностный метод, который исключает обходимость приведения и увязки рядов наблюдений различной одолжительности. Для этого нужно построить номограмму для рритории каждого УГМС по данным средних многолетних высот ежного покрова, помещенных в «Справочнике по климату СССР». ероятностный метод позволяет использовать всю имеющуюся ходную информацию о снежном покрове независимо от продолительности снегомерных наблюдений.

Полученные результаты представляют практический и методический интерес в связи с рациональным использованием снежного окрова как важного природного фактора и оптимизацией стемы снегомерных наблюдений на гидрометеорологической ти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вершинина Л. К. Оценка точности определения запасов воды в снежом покрове на площади.— Тр. ГГИ», 1969, вып. 178, с. 123—154.

2. Вершинина Л. К. К вопросу об увязке рядов наблюдений по снегорным съемкам.— «Тр. ГГИ», 1974, вып. 214, с. 30—36.

3. Дроздов О. А. О принципах рационализации сети метеорологических анций.— «Тр. ГГО», 1961, вып. 123, с. 33—47.

4. Коган Р. М. и др. Определение влагозапасов в снежном покрове методом самолетной гамма-съемки.— «Метеорология и гидрология», 1965, № 4, 27—34.

5. Кондратьев К. Я. Спутниковая климатология.— В кн.: Труды V Всесоюзного метеорологического съезда. Т. 3. Л., Гидрометеоиздат, 1972, с. 107—123.

6. Копанев И. Д. Методы изучения снежного покрова. Л., Гидрометеоздат, 1971. 227 с.

7. Кравцова В. И., Лабутина И. А. Использование космических снимков для гляциологического изучения горных районов. В кн.: Исследование природной среды космическими средствами. Т. 3. М., Изд-во АН СССР, 1974, 57—68.

8. Кузьмин П. П. Формирование снежного покрова и методы определения негозапасов. Л., Гидрометеоиздат, 1960. 167 с.

9. Лебедев А. Н. Современные методы исследования климатов земно шара. В кн.: Труды V Всесоюзного метеорологического съезда. Т. 3. Л., Гидр метеоиздат, 1972, с. 94—107.

10. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М «Наука», 1971. 576 с.

11. Рождественский А. В., Чеботарев А. И. Статистические мет ды в гидрологии. Л., Гидрометеоиздат, 1974. 423 с.

12. Справочник по климату СССР. Ч. IV, вып. 1—10, 12, 13, 17, 18, 20, 2 29. Л., Гидрометеоиздат, 1967—1968.

А. Н. ЛЕБЕДЕВ, А. С. ЕГОРОВА, А. Д. ЛОЖКОМОЕВА,
Т. А. ПУСАН, А. А. ФАН

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПАСНЫХ И ОСОБО ОПАСНЫХ ПОЛУСУТОЧНЫХ И СУТОЧНЫХ СУММ ОСАДКОВ

В каждом уголке земного шара население привыкло к опре-ленному метеорологическому режиму. Применительно к нему жился весь уклад его жизни. Любые значительные отклонения обычного режима погоды воспринимаются уже как необычные ления, которые по своему характеру всюду весьма различны. к, в конце января 1974 г. газеты сообщали о сильных снегопадах морозах во всех странах Восточного Средиземноморья, как о не-ычайном явлении для этих субтропических районов северного лушария. Указывалось, что такие явления местами здесь наблю-лись впервые или не отмечались уже в течение многих десяти-тий. Вместе с тем такие погодные ситуации во многих странах еренной зоны представляют собой обычное зимнее явление. Зна-т, все определяется географией климатов.

Научный и практический смысл особых явлений погоды состоит только в том, что они наблюдались, но и в том, какой урон при-сли они народам, населяющим эти районы, какие нарушения звали в обычном ритме их производственной деятельности. По-едние определяются интенсивностью и продолжительностью су-ествования явлений и степенью их агрессивности.

Испокон веков человечество испытывает значительное влияние обых метеорологических условий. Они проявляются в виде силь-ых продолжительных морозов, сильных продолжительных снего-адов, высоких температур в условиях засушливой погоды и дли-льного бездождия, сильных продолжительных ливней и т. д. частности, катастрофический продолжительный дождь наблю-лся 12—13 сентября 1966 г. в Ленкорани, где за 23 ч 31 мин пало 441 мм осадков; это больше, чем две месячные нормы. уточный максимум осадков 400 мм вообще представляет собой дкое явление не только в субтропиках СССР, но и во влажных

тропических и экваториальных районах мира. Конечно, этот м
симум еще далек от мировых рекордов.

Для сравнения напомним, что в самом дождливом месте ми
(Черапунджи) суточный максимум составляет 974 мм, в Ба
(Филиппины) — 1168 мм, а на о. Реюньон — 1970 мм. В клима
ческих условиях СССР суточные максимумы осадков на поряд
меньше этих значений, но они тоже считаются весьма редк
явлением.

В связи с исключительным разнообразием климата нель
выбрать единого критерия опасности явления ни по одному э
менту. Это относится и к территории СССР, где наряду с геогр
фическими особенностями большое значение имеет сезонный х
метеорологических процессов. Между тем в методических пособи
по сбору данных об опасных и особо опасных явлениях пого
эти климатические закономерности учитываются очень слабо. Зн
чит сами критерии опасности явления, рекомендованные в метод
ческих пособиях, в научном отношении недостаточно обоснова
и поэтому не могут служить характерными показателями д
выявления пространственно-временны́х закономерностей каки
либо опасных метеорологических условий.

Исходя из опыта изучения климатов СССР и зарубежных стр
нам представляется, что исследование опасных и особо опасны
явлений должно идти по линии выявления взаимосвязи между ра
личными метеорологическими элементами и явлениями, посколь
ни одно из них не может существовать изолированно. Извест
что многие опасные и особо опасные явления связаны с параме
рами осадков или с большими скоростями ветра, или с исключ
тельно низкими или исключительно высокими температурами во
духа в данной местности. Если каждый из этих элементов взя
в качестве главного (лидирующего) показателя, то автоматичес
получим три вида комплексов опасных и особо опасных явлени
комплекс по атмосферным осадкам, ветровой и температурны
Комплекс будет полным, если в каждый из них включить хара
теристики по другим элементам и явлениям, которые сопутству
основному (лидирующему) элементу.

Этой идеей мы и руководствовались при рассмотрении опасны
и особо опасных осадков в северо-западных районах Европейск
территории СССР, взяв в качестве лидирующего показателя
полусуточные и суточные суммы. Но здесь пока рассматривают
лишь одни характеристики осадков вне взаимосвязи с другими п
казателями климата.

Исходными материалами для исследования послужили ежедне
ные данные наблюдений метеорологических станций Невская, Гдо
Западная Двина, Рославль, Смоленск, Окуловка, Сортавала, Пе
розаводск, Пудож, Ругозеро, Лоухи, Мыс Микулкин, Архангельс
Тотьма и Петрунь (15 станций) за период 1936—1973 гг. О
обработаны по методу, предложенному в секторе климатограф
ГГО [1—4], в ГМО Северо-Западного и Северного УГМ
А. Д. Ложкомоевой, Т. А. Пусан и А. С. Егоровой.

Расчеты произведены по полной выборке. Это значит, что были тены все полусуточные и суточные суммы осадков по месяцам за год за весь обработанный период наблюдений. Примером гут служить табл. 1—3, в которых приведена вероятность числа учаев с суммами осадков по градациям за каждый месяц и год даны годовые их повторяемость ($П\%$) и обеспеченость ($Р\%$).

Таблица 1

Вероятность числа случаев с суммами осадков за день по градациям. Невская, 1936—1973 гг.

сяц	0,1—1,0	1,1—2,0	2,1—5,0	5,1—10,0	10,1—20,0	20,1—30,0	30,1—40,0	40,1—50,0	50,1—60,0	60,1—80,0	Сумма
I	373	73	71	10	3						530
II	321	71	50	12							454
III	214	53	45	12	3						327
IV	161	57	69	26	6						319
V	123	44	65	42	9						283
VI	136	40	87	34	18	6					321
VII	131	56	85	46	31	10	4				363
III	127	55	98	51	23	2	1				357
IX	164	66	99	57	7						393
X	193	85	90	26	15						409
XI	285	61	87	24	4						461
XII	350	87	81	19	I						538
Год	2578	748	927	359	120	18	6				4755
7 %	54,2	15,7	19,5	7,6	2,5	0,4	0,1				
Р %	100,0	45,8	30,1	10,6	3,0	0,5	0,1				

Как видно из табл. 1—2, в течение 38 лет днем осадки на Невская отмечались 4755 раз, а ночью — 4401 раз. Превышение вторяемости дневных осадков над ночными незначительное. суточном цикле осадки выпадали 6617 раз. Значит, некоторые учаи выпадения осадков фиксировались в ночные и дневные сы. Но самое интересное, что из всех случаев рассматриваемого ления на долю суточных сумм осадков $\geqslant 20$ мм приходится лишь % и то преимущественно за счет летних дождей.

В зимнюю половину года (с ноября по март) на осадки с суточными суммами менее 10 мм приходится 99%, на осадки с суммами менее 5 мм—около 88% и на осадки с суммами менее 2 мм—оло 60%. Причем по частоте выпадения небольшие осадки являся господствующими. В то же время видно, что в летние месяцы оисходит заметное увеличение числа случаев с суточными сум-

Таблиц

Вероятность числа случаев с суммами осадков за ночь по градациям. Невская, 1936—1973 гг.

Месяц	0,1—1,0	1,1—2,0	2,1—5,0	5,1—10,0	10,1—20,0	20,1—30,0	30,1—40,0	40,1—50,0	50,1—60,0	60,1—80,0	Сум
I	345	77	58	13	3						4
II	277	63	68	13							4
III	235	50	43	11	2						3
IV	178	47	65	23	4						3
V	123	42	43	30	5	2					2
VI	107	44	63	27	13	1					2
VII	116	54	66	40	19	2	3				3
VIII	118	49	47	49	27	5	1	1	1		2
IX	170	71	73	44	9	3					3
X	204	75	92	32	15	1					4
XI	248	74	88	29	3						4
XII	308	97	76	15	1						4
Год	2429	743	782	326	101	14	4	1	1		44
П %	55,2	16,9	17,8	7,4	2,3	0,3	0,1	0,02	0,02		
Р %	100,0	44,8	27,9	10,1	2,7	0,44	0,14	0,04	0,02		

мами осадков более крупных градаций. Однако вероятность поя ления суточных сумм осадков более 50 мм остается очень незнач тельной: один случай из 6617, что составляет 0,015%. Даже на сл чаи с суммами более 30 мм приходится только около 0,25%. Зн чит, для Ленинграда и его окрестностей суточные суммы бол 30 мм маловероятны и в исключительно редких случаях возмо ны суммы более 50 мм.

В зимние, ранние весенние и поздние осенние месяцы суточн суммы осадков редко превышают 2 мм, очень редко 5 мм и е реже 10 мм. Суточные суммы более 20 мм практически не вст чаются. За 38 лет на ст. Невская было только 5 случаев с сут ными суммами в пределах 20—30 мм, что составляет 0,12% 4230 случаев. Даже на долю всех случаев с суточными сумма более 10 мм приходится только 2%.

Анализ полученных данных показывает, что характеристики, вх дящие в понятие особо опасных явлений, в Ленинграде и его окр стностях бывают исключительно редко. Каждый из этих случа можно подробно исследовать по аэросиноптическим материала Вместе с тем можно и по этим данным заключить, что критер особо опасных явлений по полусуточным суммам $\geqslant$50 мм лет и $\geqslant$20 мм зимой для климатических закономерностей Ленингра

ют определенное обоснование. Фактически народное хозяйство ода и области значительно чаще встречается со сложными ме-ологическими условиями, вызываемыми осадками, чем это екает из формальных критериев опасности.

Результаты расчетов по остальным рассматриваемым станциям ке приводят к такому выводу. Не загружая текст статистиче-ми выводами, можно ограничиться приведением некоторых при-ов.

Таблица 3

Вероятность числа случаев с суммами осадков за сутки по градациям. Невская, 1936—1973 гг.

	0,1—1,0	1,1—2,0	2,1—5,0	5,1—10,0	10,1—20,0	20,1—30,0	30,1—40,0	40,1—50,0	50,1—60,0	60,1—80,0	Сумма
I	410	134	129	28	8	1					710
I	333	95	131	31	4						595
I	290	77	97	25	7	1					497
V	206	74	122	50	18						470
V	173	59	86	71	23	3					415
I	161	59	111	58	40	8	1				438
I	147	72	125	75	60	16	6	1			502
I	146	70	114	86	59	11	3	1		1	491
X	189	93	118	100	37	3	1				541
X	228	90	158	74	37	2					589
I	301	97	162	62	11	1					634
I	403	125	151	43	13						735
ı	2987	1046	1504	703	317	46	11	2		1	6617
%	45,1	15,8	22,7	11,6	4,8	0,7	0,2	0,03		0,02	
%	100,0	9,54	39,1	16,4	5,8	0,95	0,25	0,05		0,02	

Как и на ст. Невская, по одному случаю с суточными суммами дков более 50 мм было отмечено на станциях Тотьма, Архан-ск, Лоухи, Ругозеро и Пудож и по два случая — на станциях адная Двина и Окуловка. В течение обработанного периода людений не было зарегистрировано ни одного случая с суточ-ми суммами осадков более 50 мм на станциях Сортавала, Пет-аводск, Петрунь и на Мысе Микулкин. Из 14 станций 13 дали лне сходные результаты по географическому распределению оятностей особо опасных осадков в северных и северо-западных онах Европейской территории СССР. Лишь в Смоленске, кото-лежит южнее северо-западных районов, суточные суммы осад-$\geqslant$50 мм отмечались 6 раз. Все они приходились на летние яцы, из них три случая — на август.

Смоленск находится не только южнее рассматриваемых с
ций, но и лежит на западной окраине Смоленской возвышенно
Очевидно, эти два фактора — широтный и орографический — в
вестной мере способствовали сравнительно более частому выпа
нию особо опасных дождей. Тем не менее общие закономерно

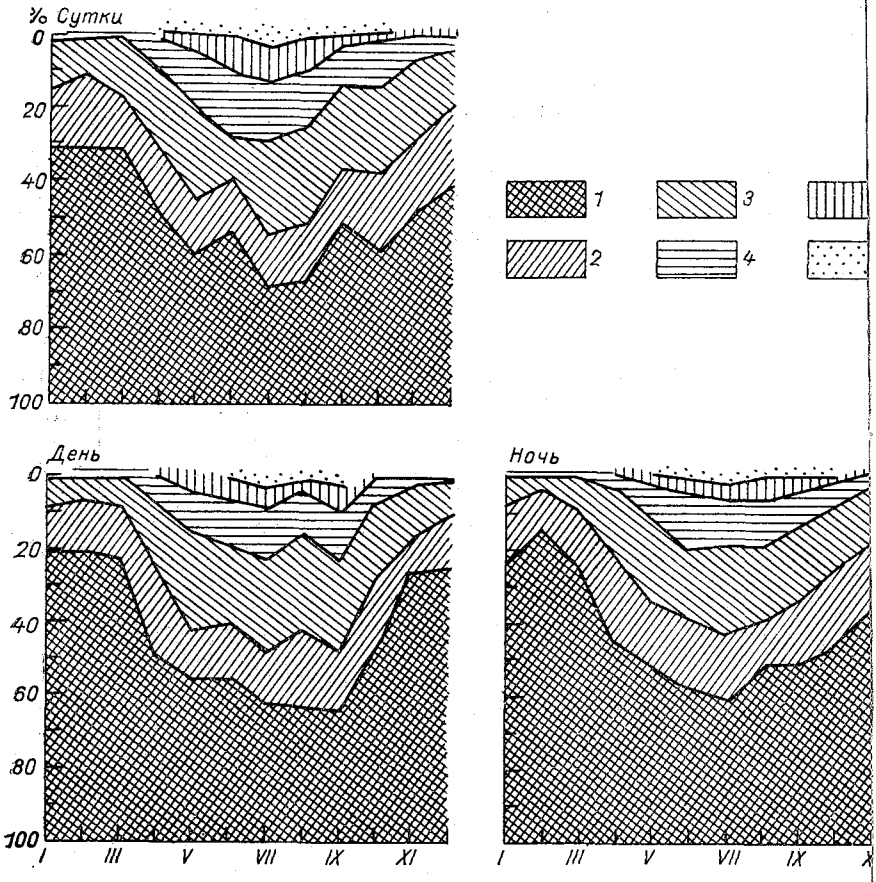


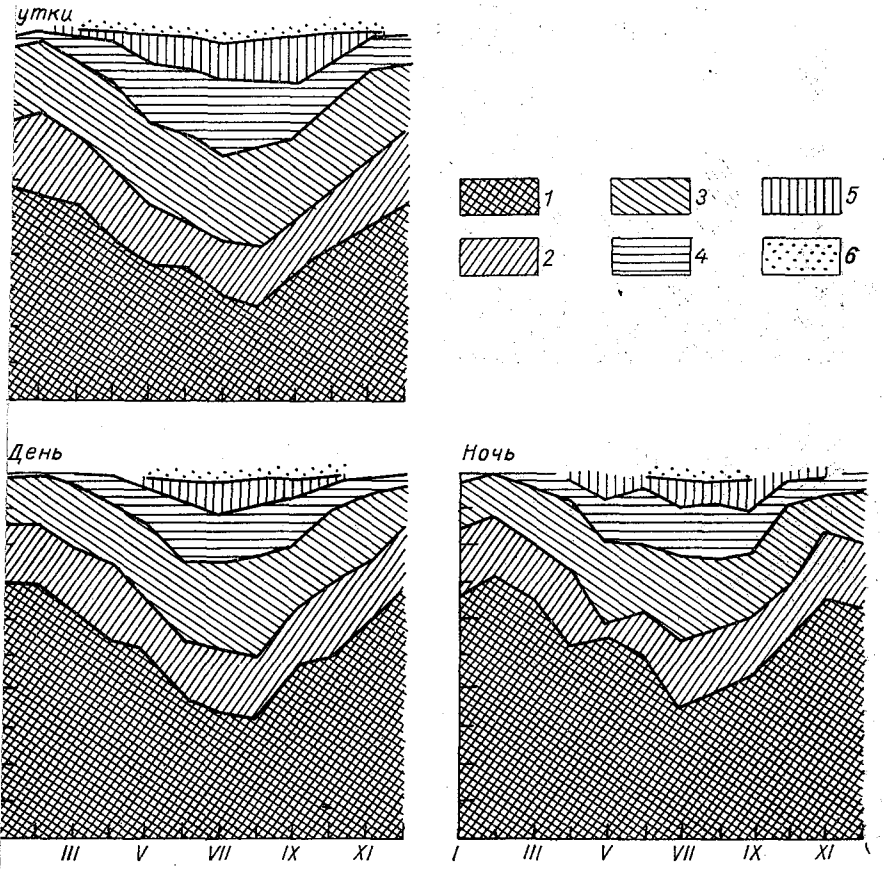
Рис. 1. Вероятность (%) числа случаев с полусуточными и суточными сумм
осадков по градациям. Архангельск.
1) сумма 0,1—1,0 мм; *2)* 1,1—2,0 мм; *3)* 2,1—5,0 мм; *4)* 5,1—10,0 мм; *5)* 10,1—20,0
6) >20,0 мм.

распределения осадков по градациям здесь такие же, как и в р
оне Ленинграда. На долю осадков с суточными суммами бо
20—25 мм приходится тоже около 1%, а на долю осадков с с
мами менее 2 мм — около 60%.

Распределение полусуточных сумм осадков, как показыва
данные, подчиняется тому же закону, что и распределение сут
ных сумм. Нет существенных различий и между ночными и дн

ии суммами осадков. Единственное различие состоит лишь в том, дневные осадки бывают чаще, чем ночные. Этот вывод получен данным повторяемости выпадения осадков по многим пунктам людений.

На рис. 1—4 приведены вероятности числа случаев с полусуточ-ии и суточными суммами осадков для станций Смоленск, Оку-



ис. 2. Вероятность числа случаев с полусуточными и суточными суммами осадков в различных пределах. Петрозаводск.

Усл. обозн. см. рис. 1.

овка, Петрозаводск и Архангельск. Они вычислены из расчета бщего числа случаев с осадками за день (7—19 ч), ночь (19—7 ч) сутки за весь обработанный период наблюдений. Общее число лучаев с осадками по месяцам варьирует от 250—300 летом до 50—700 зимой. Эти числа случаев с осадками в каждом месяце ринимались за 100%. По числу случаев с осадками в той

или иной градации определялась и их процентная по
ряемость.

Анализируя графики, нетрудно видеть, что в холодную по
вину года полусуточные и суточные суммы твердых осадков ли
в исключительных случаях превышают 20 мм. По данным Арх

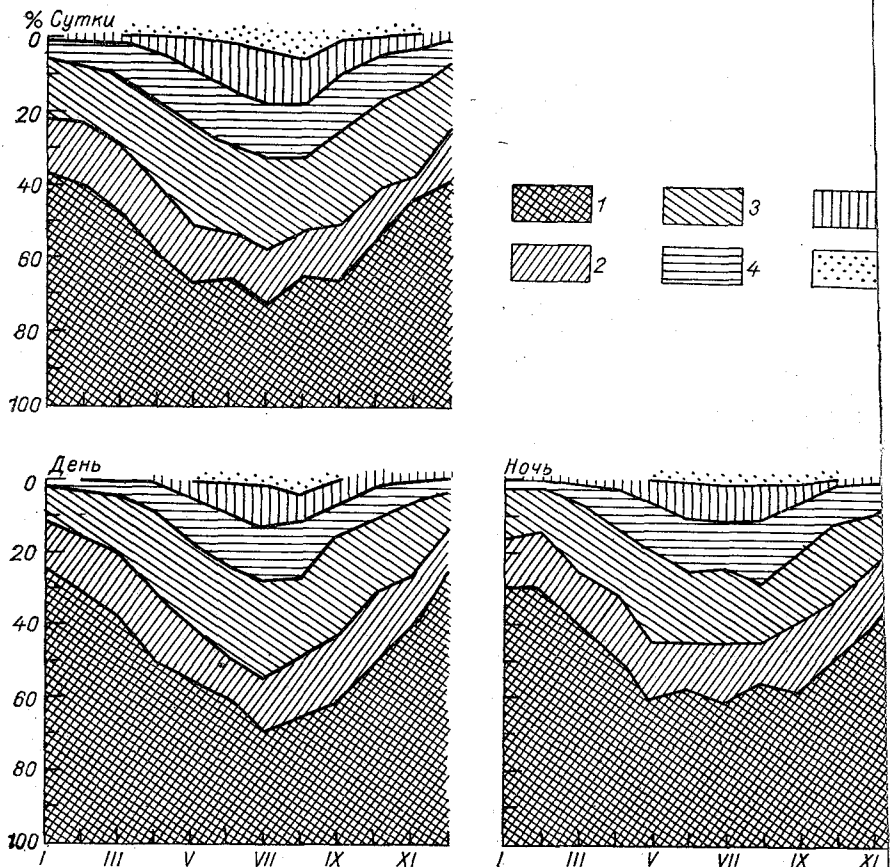


Рис. 3. Вероятность числа случаев с полусуточными и суточными суммам
осадков в различных пределах. Смоленск.
Усл. обозн. см. рис. 1.

гельска, такие обильные твердые осадки вообще отсутствуют. М
полагаем, что они не бывают и в северо-восточных районах Евр
пейской территории СССР. В редкие годы они появляются здес
лишь в мае, но более обычны с июля по август, когда все осадк
выпадают только в виде дождя.

Летом вероятность крупных осадков возрастает, что заметн
в сдвиге всех кривых годового хода. Если зимой на суточны

полусуточные суммы осадков менее 1 мм приходится до 65—75% учаев и более, то летом — только 30—40%. Зато летом чаще падают осадки более 30 мм, а в отдельных случаях и более мм. Один раз в 30—40 лет полусуточные и суточные суммы стами достигают 60—65 мм, имеются примеры даже с осадками и 95 мм.

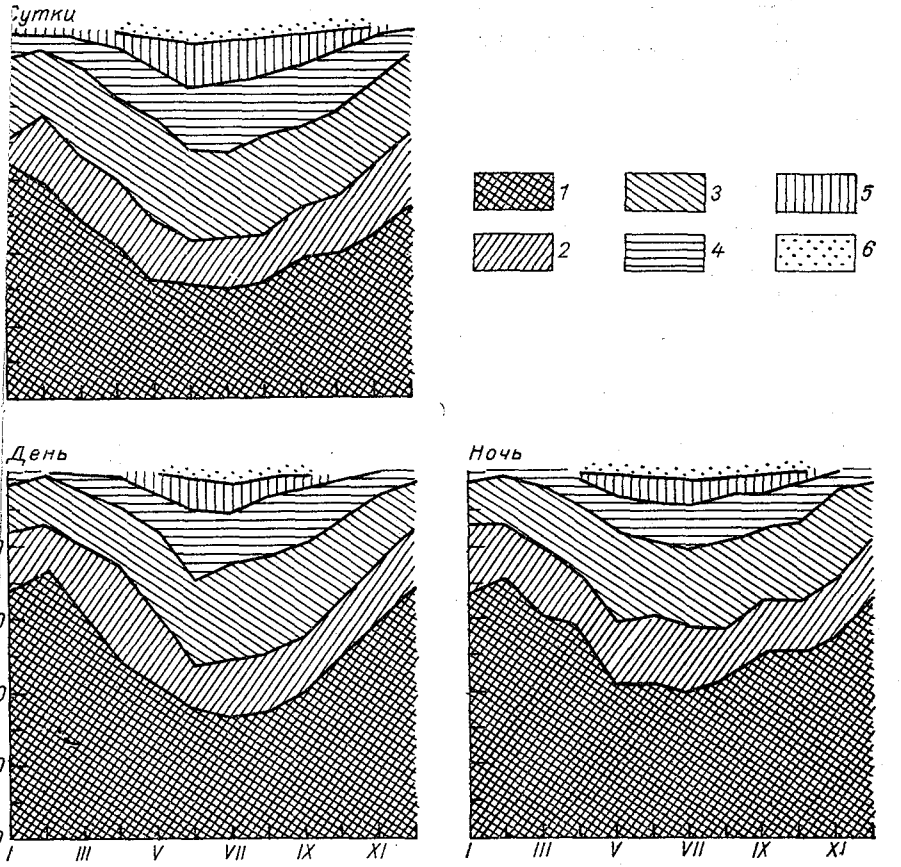


Рис. 4. Вероятность числа случаев с полусуточными и суточными суммами осадков в различных пределах. Окуловка.

Усл. обозн. см. рис. 1.

Хотя данные, приведенные на рисунках, относятся к пунктам, сравнительно далеко отстоящим друг от друга, тем не менее годовой ход осадков по принятым градациям имеет согласованный характер. Это позволяет заключить, что исследование опасных и особо опасных полусуточных и суточных сумм осадков может быть ограничено выборочной сетью станций. Сплошная обработка данных по всем имеющимся станциям вряд ли приведет к каким-

Таблица 4

Вероятность суточных сумм осадков (мм)

Станция	Максимум, мм	Обеспеченность, %						Один раз в						
		1	2	5	10	20	50	год	5	10	20	30	40	50
Январь														
Рославль	17,9	10	8	6	5	3	1	6	10	11	14	16	18	21
Смоленск	26,0	9	7	5	4	2	1	5	8	10	13	16	26	32
Западная Двина	17,3	11	9	7	5	3	1	7	11	13	15	17	18	19
Гдов	15,6	11	9	6	4	2	1	6	10	12	14	15	16	16
Окуловка	21,2	9	7	5	4	3	1	6	9	11	16	19	22	23
Невская	20,4	10	8	5	4	2	1	5	10	13	16	19	20	22
Сортавала	15,8	10	8	6	4	3	1	6	10	12	14	16	16	17
Пудож	14,0	9	8	6	4	3	1	6	9	10	12	12	14	15
Петрозаводск	16,7	10	8	5	4	2	1	5	10	12	16	17	18	19
Ругозеро	12,2	9	7	5	3	2	1	4	8	10	12	12	12	12
Лоухи	17,5	9	7	5	4	2	1	5	9	11	14	16	16	18
Мыс Микулкин	42,9	7	5	3	2	1	1	3	7	9	14	—	—	—
Архангельск	15,4	8	6	4	2	2	1	4	8	10	13	15	16	17
Петрунь	8,5	6	5	4	2	2	1	3	6	7	8	8	9	9
Тотьма	11,1	7	6	5	4	3	1	5	7	8	9	10	10	11
Апрель														
Рославль	28,7	17	14	10	8	5	2	9	15	18	23	28	30	32
Смоленск	26,0	16	13	10	7	4	2	8	14	18	22	26	29	33
Западная Двина	31,0	17	14	10	7	5	2	8	16	19	24	28	31	33

Невская	17,6	14	12	9	7	4	1	8	13	14	17	18	18	19
Сортавала	17,4	13	12	9	6	4	2	7	12	14	16	18	18	19
Пудож	18,6	12	11	8	6	5	2	7	11	13	16	17	19	20
Петрозаводск	20,5	18	14	9	7	4	2	8	16	19	20	21	22	22
Ругозеро	22,1	15	12	8	5	3	1	6	13	16	21	22	24	25
Лоухи	18,9	11	9	7	5	3	1	6	10	12	16	18	19	20
Мыс Микулкин	36,3	9	6	4	3	2	1	3	7	10	14	36	37	40
Архангельск	21,0	12	9	6	5	3	1	5	10	13	16	18	20	22
Петрунь	9,9	7	6	4	3	2	1	4	7	8	9	10	10	11
Тотьма	18,9	14	12	9	7	5	2	1	13	15	17	18	19	20
						Июль								
Рославль	65,2	40	30	19	14	9	2	17	35	46	59	66	70	74
Смоленск	63,5	30	25	18	14	9	3	16	27	34	49	58	64	68
Западная Двина	61,6	37	29	20	14	9	3	18	34	44	54	59	64	67
Гдов	40,7	31	26	17	12	8	2	14	28	34	39	41	42	43
Окуловка	59,0	37	29	19	13	9	2	17	34	43	51	55	59	60
Невская	40,9	31	26	19	14	9	3	16	28	29	38	40	42	43
Сортавала	48,6	27	23	17	12	8	3	13	25	28	37	50	51	53
Пудож	94,7	31	26	19	13	8	2	15	28	33	40	44	60	95
Петрозаводск	45,5	35	30	20	14	9	3	17	32	38	41	45	47	48
Ругозеро	37,4	29	23	16	11	7	1	14	25	31	35	37	38	39
Лоухи	47,1	31	25	17	13	8	3	15	27	34	41	45	48	50
Мыс Микулкин	48,6	23	18	13	9	5	2	9	19	24	31	49	50	52

Станция	Максимум, мм	Обеспеченность, %						Один раз в						
		1	2	5	10	20	50	год	5	10	20	30	40	50
Архангельск	72,3	32	26	19	14	9	3	15	28	33	38	40	44	72
Петрунь	37,7	22	18	14	10	7	2	11	20	23	27	29	31	38
Тотьма	47,5	32	26	19	14	9	3	16	29	35	43	46	48	50
					Октябрь									
Рославль	33,0	21	17	12	9	5	2	12	19	24	30	34	35	38
Смоленск	44,0	20	16	11	8	5	2	10	18	23	31	38	44	47
Западная Двина	35,3	16	14	11	9	6	2	10	15	17	21	24	32	42
Гдов	25,8	19	16	11	8	5	2	10	18	21	24	26	27	28
Окуловка	32,1	18	15	11	9	6	2	11	19	22	26	30	33	35
Невская	26,6	16	14	10	8	5	2	10	16	19	22	26	29	30
Сортавала	30,5	20	18	14	10	6	2	13	20	23	27	30	33	33
Пудож	29,6	20	16	12	10	6	2	12	19	22	25	27	30	31
Петрозаводск	26,0	19	16	12	8	5	2	11	18	21	25	27	28	29
Ругозеро	25,2	16	14	9	7	4	1	9	16	19	23	25	25	26

Архангельск	24,4	14	11	8	6	4	1	8	14	18	21	24	26	26
Петрунь	17,0	12	10	8	6	3	1	8	12	14	15	16	17	18
Тотьма	32,7	17	14	10	8	5	2	10	16	20	25	29	31	35
					Год									
Рославль	65,2	23	18	12	8	5	1	27	42	50	62	71	75	80
Смоленск	63,5	24	19	12	8	4	1	69	46	54	60	64	67	69
Западная Двина	61,6	22	18	12	8	5	2	27	40	47	58	60	66	68
Гдов	47,5	21	16	10	7	4	1	25	35	39	44	48	50	51
Окуловка	59,0	22	18	12	8	5	1	28	40	46	55	56	59	61
Невская	62,1	20	16	11	8	5	1	24	34	39	46	52	59	63
Сортавала	48,6	19	15	11	8	5	2	22	35	46	50	51	53	53
Пудож	94,7	20	17	12	8	5	1	25	34	38	42	45	50	95
Петрозаводск	46,6	23	18	12	8	5	1	25	39	42	45	47	47	48
Ругозеро	50,7	20	16	10	7	4	1	23	31	35	38	41	42	53
Лоухи	59,6	21	16	11	7	3	1	25	34	39	43	45	50	60

нибудь существенным изменениям в результатах таких расчет
Если Смоленск, Петрозаводск, Архангельск и Окуловка харак
ризуются однотипным распределением всех возможных полусут
ных и суточных характеристик, то вряд ли можно ожидать, ч
эта закономерность будет нарушена данными наблюдений дру
метеорологических станций исследуемого района. Нам представл
ется, что излишнее уплотнение сети станций ничего нового не да
В этом легко убедиться и по данным наблюдений станций Сор
вала, Тотьма и других (табл. 4).

Что касается некоторых деталей распределения осадков по гр
дациям на приведенных рисунках, то на них нет необходимос
останавливаться. Читатель сам может свободно в них разобрать
Некоторые нарушения в ходе кривых не имеют принципиальн
характера. В частности, это относится к некоторым резким из
мам кривых годового хода, но это объясняется не климатически
закономерностями, а скорее качеством наблюдений и недостаточ
большим объемом выборок.

Для получения более ясного представления о количественн
характеристиках суточных сумм осадков были вычислены их о
спеченности (1, 2, 5, 10, 20, 30, 40 и 50%) и вероятности сум
встречающихся один раз в год, один раз в 5, 10, 20, 30, 40 и 50 л
Расчеты выполнены для всех месяцев и года. Здесь же пр
ведены лишь данные для января, апреля, июля, октября и го
(табл. 4).

Анализ полученных результатов показывает, что в распреде
нии суточных сумм осадков по градациям обеспеченностей 1, 2,
10, 20, 30, 40 и 50%, а также по вероятностям осуществления
значений, наблюдающихся один раз в год, один раз в течение 5,
20, 30, 40 и 50 лет, существует достаточно строгая закономернос
Она находится в тесной зависимости от термического режима се
ро-западных районов, широты и орографии местности. Ни од
из 15 станций, вошедших в расчеты, не привела к каким-ли
необъяснимым результатам. Все они подчинены известным ус
виям климата и циркуляционным особенностям. В первую очере
нам хотелось бы отметить, что в течение всего года преобладае
мелкие осадки — они создают общий фон дождливости. Зим
в 50% всех случаев, суточные суммы осадков составляют ме
0,8—1,4 мм, а летом — менее 2—3 мм. Эта особенность почти од
наково характерна для всех северных и северо-западных райо
Европейской территории СССР.

Получается исключительно большая асимметрия в распреде
нии числа случаев с осадками по градациям. В холодный пери
года половина всех суточных сумм осадков лежит в пределах 0
1 мм, а в теплый период колеблется от 0 до 2—3 мм. Таким обр
зом, общий вес мелких осадков по частоте их выпадения во в
сезоны остается без существенных изменений и в то же время с
точные суммы осадков по восходящей ветви кривой достига
20—40 мм зимой и 60—90 мм летом.

Почти из 10 000 рассмотренных месяцев ни в одном из н

ни на одной из рассматриваемых станций не было случая с суточной суммой осадков 100 мм и более. Лишь в Пудоже в один июльских дней было зарегистрировано 94,7 мм (14 июля 65 г.), и больше нигде не встретилась близкая к ней сумма адков. Другой, сравнительно большой суточный максимум 2,3 мм), наблюдался в Архангельске. Очевидно, эти максимумы или обусловлены прохождением фронта. Местоположением этих анций они не объяснимы. Такие суточные максимальные значея были бы более характерны для районов Рославля, Смолена и Западной Двины. Однако там они не превышают 62—65 мм. се остальные суточные максимумы, которые отмечались в период 36—1973 гг., заметно меньше 60 мм в теплое полугодие и меньше —20 мм в холодное полугодие.

Хорошая согласованность между данными по градациям обеспенностей и данными, наблюдающимися один раз в течение опреленного периода лет, позволяет заключить, что по ним нетрудно ыбрать показатели опасных и особо опасных полусуточных суточных сумм осадков. Они могут быть выбраны в зависимости закономерностей климата или от потребностей самой практики. оказатели первого типа будут изменяться в связи с распределеием осадков по территории, а показатели второго типа — в связи задачами обеспечения запросов народного хозяйства; последние огут оставаться постоянными на территории больших физико-еографических районов страны.

По данным обеспеченностей, критериями опасности полусуточных и суточных сумм осадков могут служить параметры сумм осадов 1, 2 и 5%. Это значит, что из каждой тысячи случаев 10, 20 ли 50 случаев будут иметь суммы, входящие в понятие опасности вления. Для января при 1%-ной обеспеченности опасными суточными суммами осадков на юге северо-западных районов будут арактеристики $\geqslant$10 мм, а на севере $\geqslant$ 6 мм. Эти критерии находят полное подтверждение в распределении характеристик, встречающихся один раз в 5 лет. Особо опасные явления, очевидно, ежат около максимумов из периода 30—40 лет, а в обеспеченностях должны лежать в пределах менее 0,5%. В числовых показателях это будут суточные суммы осадков $\geqslant$20 мм в южных районах территории и $\geqslant$10 мм в северных.

Летом критерии опасных явлений на юге исследуемой территории определяются суммами осадков $\geqslant$30 мм, а на севере — суммами $\geqslant$20 мм. Они находят свое подтверждение в сумме осадков %-ной обеспеченности и вероятности явлений, встречающихся один раз в 5 лет. Особо опасными явлениями будут суточные суммы осадков, наблюдающихся один раз в 30—40 лет; в южных районах за их числовые показатели можно принять $\geqslant$50 мм а в северных районах $\geqslant$40 мм.

Весной и осенью (апрель и октябрь) суточные суммы, отмечающиеся один раз в 30—40 лет, на юге территории (Рославль, Западная Двина, Окуловка) составляют около 30 мм, а на севере (Пудож, Петрозаводск, Архангельск) — около 20 мм.

Если степень опасности явлений определять однозначным кр
терием для всей территории, например величиной $\geqslant 50$ мм, то
многих районах особо опасных явлений, связанных с полусуто
ными и суточными осадками, не будет вообще. При обобщен
материалов в общеклиматологическом плане такие районы следу
выделить особо.

Как видно из анализа данных, примененный метод обработ
позволяет обоснованно определить критерии опасности явлен
не только по физико-географическим условиям, в зависимости
сезонного хода элемента, но и по условиям требований совреме
ной социалистической практики.

Выводы

1. Метод номограмм дает прочную основу для исследовани
опасных и особо опасных метеорологических явлений, так как н
их фундаменте легко выявляются специфические особенности ра
пределения любого элемента. С помощью этого метода дает
четкая структура частоты появления полусуточных и суточны
сумм осадков по месяцам, сезонам и за год, а также по исследуемо
территории. Географичность климата очевидна в распределени
критериев опасности по сезонам и районам.

2. Степень опасности явлений может определяться различным
критериями по своей численной значимости. Все находится в зави
симости от конкретных задач практики. Метод номограмм позво
ляет просто и с высокой надежностью отвечать на подобные вопро
сы. В частности, для крупных промышленных и административны
центров страны в зимние месяцы критериями опасных явлени
могут служить полусуточные и суточные суммы осадков (твердые
начиная с 5—6 мм, а критериями особо опасных явлений — полусу
точные суммы осадков начиная с 10—11 мм. При таких сумма
осадков, выпавших менее чем за 12—24 ч, в крупных города
расстраивается нормальный ритм работы транспорта, нарушает
нормальная жизнь во многих звеньях городского хозяйства.

3. Критерии опасности явлений однозначны и в зависимости о
общих закономерностей климата и физико-географических условий
Известно, что эрозия почв и любые другие разрушительные дей
ствия осадков в значительной мере предопределяются характером
подстилающей поверхности, ее физико-механическими свой
ствами.

4. Результаты расчетов показывают, что исследования опасны
и особо опасных метеорологических явлений должны осуществлять
ся с позиций общей климатологии, что позволит глубже понят
закономерности погодных процессов, с которыми связаны эти
явления.

5. По имеющимся данным, обработанным нами и содержащим
ся в климатическом справочнике, в северо-западных районах Евро
пейской территории СССР возможный суточный максимум осадков

авляет около 120 мм. Наибольшим зарегистрированным максиом пока можно считать суточную сумму осадков на ст. Вере— 112 мм (12 июля 1953 г.).

5. Особенности распределения опасных и особо опасных полуочных и суточных сумм осадков в равнинных районах Европейй территории СССР могут быть выявлены по наблюдениям -100 станций. Для климатологических целей нет необходимости вить» опасные явления по полусуточным суммам осадков по метеорологической сети. Достаточно воспользоваться выборочсетью станций, имеющих периоды наблюдений более 30—ет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дунаева А. В. Выборочный метод как основа для правильной организации стационарных снегосъемок.— «Тр. ГГО», 1964, вып. 163, с. 122—155.
2. Климаты Африки. Под ред. А. Н. Лебедева и О. Г. Сорочан. Л., Гидрометеоиздат, 1967. 488 с.
3. Логвинов К. Т., Бабиченко В. Н., Кулаковская М. Ю. Опасные явления погоды на Украине. Л., Гидрометеоиздат, 1972. 236 с. (Тр. УкрНИГМИ, вып. 110).
4. Лебедев А. Н. Современные методы исследования климатов земного шара. — «Тр. V Всесоюзного метеорологического съезда», Т. III. Л., Гидрометеоиздат, 1972, с. 94—106.

А. Н. ЛЕБЕДЕВ, А. Г. КАДЫР

О МЕТОДИКЕ ОБОБЩЕНИЯ ЕЖЕЧАСНЫХ НАБЛЮДЕН ЗА ТЕМПЕРАТУРОЙ ВОЗДУХА

Век технического прогресса в области метеорологии характе зуется интенсивным развитием средств производства многочисл ных наблюдений. Расширяется сеть метеорологических станц учащаются сроки наблюдений, расширяется программа самих блюдений. Все это ведет к интенсивному увеличению объе информации. Общий объем метеорологической информации быс увеличивается и за счет многочисленных крупных, в том чи и международных гидрометеорологических экспедиций. При та больших масштабах накопления информации вопросы методи обработки и обобщения имеющейся метеорологической инфор ции приобретают особую актуальность. Это тем более важно, в наше время почему-то ослабло внимание к вопросам самой ме дики обработки данных и к получению новых показателей к мата.

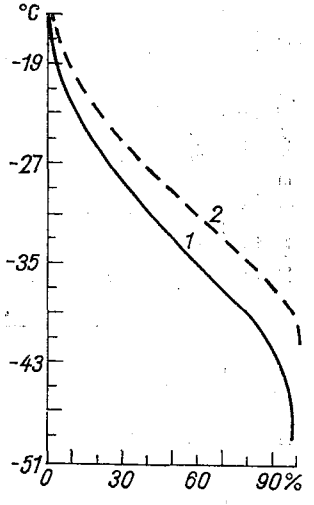
Представляется целесообразным изложить некоторые сообра ния относительно обобщения ежечасных наблюдений за темпера рой воздуха. Эти соображения появились в результате исследо ний климатов различных частей мира. При работе над климата зарубежных стран неоднократно возникала необходимость да характеристику климата по разрозненным и неполным сведения В этом случае приходилось прибегать к поиску ежедневных да ных наблюдений. При наличии даже кратковременных и подч разрозненных наблюдений всегда удавалось получить больше с дений по климату, чем по средним данным за отдельные год если последние имелись и за более длительный период лет.

В настоящей статье обобщение, обработка и анализ ежедне ных данных показаны на примере январских ежечасных наблюд ний за температурой воздуха на ст. Кызыл (Тувинская АССР) период 1963—1972 гг. Таким образом, исходным материалом явл ются данные 7440 измерений, которые необходимо климатичес осмыслить и выполнить нужные расчеты.

Эти данные распределены по градациям через 2°С, поскольку ций размах колебаний температуры очень велик. При меньших ебаниях распределение наблюденных значений можно (в неко- ых случаях нужно) произвести по градациям через 1°С. Рас- деление наблюденных значений через 2°С произведено по часам ок (1, 2, ... 24 ч) и по дням месяца (1, 2, ... 31 день). Эти формы борки исходных данных в сокращенном виде приведены в табл. 1 , где r — число случаев, w — повторяемость по каждой града- отдельно (%), P — обеспеченность (суммирование повторяемо- температур по градациям от самых высоких до крайних низких чений) (%).

В табл. 1 в последней графе («Сумма») $r=310$ для каждого сро- измерений. Эта цифра составляет сумму дней в январе за 10 лет. габл. 2 в графе «Сумма» $r=240$. Эта ора складывается из 24 сроков наблю- ий за каждый день за 10 лет. В этой фе даны итоговые суммы повторяемо- й и обеспеченностей, составляющие)%.

Эти таблицы имеют не только вспо- гательное значение для выборки исход- х значений, но и для анализа резуль- тов расчета по градациям. Последние ют возможность исследователю сде- ть первоначальный анализ закономер- стей распределения температуры в рас- атриваемом районе. В табл. 1—2 рель-



. 1. Интегральные кривые распределения температуры воздуха. Кызыл.
1 — 1 ч, *2* — 15 января.

но выступают краевые значения и их вероятности, четко проявля- ся наиболее часто наблюдающиеся значения, которые предопреде- ют многолетний режим температуры и, наконец, по ходу распреде- ния повторяемостей по градациям легко просматривается степень имметричности распределения исследуемого элемента. Данные бл. 1—2 являются основой для построения интегральных кривых мпературы по срокам и по каждому дню. С них затем снима- ся значения температуры 1, 5, 10, 20, ..., 90, 95 и 99%-ной обе- еченности. Одновременно по ним определяются максимальные минимальные величины, а также средние значения по данной борке. Таким образом, подготавливаются табл. 3—4, в которых ны температуры воздуха по 24 срокам и по каждому дню месяца дельно различной обеспеченности. Здесь в качестве примера при- дены интегральные кривые температуры воздуха для 01 ч и для января (рис. 1).

Таблица 1

Выборка температуры воздуха по часам. Январь, Кызыл, 1963—1972 гг.

Часы	Параметр	Градация температуры, °С										Сумма
		−12,0; −13,9	−14,0; −15,8	−16,0; −17,9	−18,0; −19,9	−20,0; −21,9	−22,0; −23,9	...	−46,0; −47,9	−48,0; −49,9	−50,0; −51,9	
	r		1	4	4	15	7		2	3	4	310
1	*W*		0,4	1,4	1,4	4,9	2,4		0,6	0,9	1,4	100 %
	P		0,4	1,8	3,2	8,1	10,5		97,7	98,6	100	100 %
. . . . .												
	r	1	—	3	6	15	8		4	2	4	310
24	*P*	0,3	—	0,9	1,9	4,8	2,6		1,4	0,6	1,3	100 %
	W	0,3	—	1,2	3,1	7,9	10,5		98,1	98,7		100 %
Общее число случаев		3	22	89	218	366	445		69	49	31	7440
Повторяемость по градациям		0,04	0,3	1,2	2,9	4,9	6,0		0,9	0,7	0,4	100 %

Выборка температуры воздуха по дням. Январь, Кызыл, 1963—1972 гг.

Дата	Параметры	Градация температуры, °С										Сумма
		−16,0; −17,9	−18,0; −19,9	−20,0; −21,9	−22,0; −23,9	−24,0; −25,9	−26,0; −27,9	...	−46,0; −47,9	−48,0; −49,9	−50,0; −51,9	
	r			16	25	33	25		10	2	—	240
1	*W*			6,6	10,4	13,8	10,4		4,1	1,0	—	100 %
	P			6,6	17,0	30,8	41,2		99,0	100	—	100 %
. . . . .												
	r	4	6	13	20	24	30		2	7	8	240
31	*W*	1,7	2,5	5,3	8,4	10,0	12,5		0,8	2,9	3,3	100 %
	P	1,7	4,2	9,5	17,9	27,9	40,4		93,8	86,7	100	100 %
Общее число случаев		88	217	361	449	618	785		69	47	34	7440
Повторяемость по градациям		1,2	2,9	4,8	6,0	8,3	10,6		0,9	0,6	0,5	100 %
Обеспеченность		1,6	4,5	9,3	15,3	23,6	34,2		98,9	99,5	100	100 %

Температура воздуха (°С) в различи

Часы	Средняя	Макси-мальная	Обеспече					
			1	5	10	20	30	40
1	—33,1	—14,2	—15,0	—19,8	—22,7	—26,0	—28,3	—31
2	—33,2	—14,0	—15,6	—19,4	—22,0	—22,5	—27,8	—30
3	—33,3	—15,2	—16,4	—19,9	—21,9	—26,0	—28,4	—30
4	—33,3	—16,4	—17,2	—20,2	—22,7	—25,6	—28,0	—30
5	—33,3	—16,1	—17,3	—20,1	—22,7	—25,6	—28,0	—30
6	—33,0	—17,7	—18,2	—20,4	—22,7	—25,7	—27,9	—30
7	—31,9	—17,3	—17,6	—19,8	—22,1	—24,8	—26,6	—28
8	—30,8	—16,6	—17,3	—19,5	—21,4	—23,7	—25,8	—27
9	—29,7	—15,6	—16,6	—18,1	—20,3	—22,4	—25,0	—26
10	—28,7	—16,8	—16,9	—17,8	—18,9	—22,2	—23,8	—25
11	—27,6	—16,2	—16,3	—17,3	—19,3	—21,5	—23,3	—25
12	—27,6	—15,3	—15,4	—17,2	—18,7	—21,1	—23,2	—24
13	—28,2	—14,9	—16,2	—18,2	—19,6	—22,3	—23,8	—25
14	—29,2	—14,3	—17,2	—18,9	—20,4	—22,6	—24,5	—25,
15	—30,7	—14,7	—17,2	—19,6	—21,2	—23,7	—25,6	—26
16	—30,8	—14,9	—17,2	—19,9	—21,5	—24,3	—26,2	—28
17	—31,4	—14,2	—17,2	—20,0	—21,9	—24,5	—26,4	—27
18	—31,9	—9,1	—17,0	—19,9	—22,2	—25,2	—27,0	—29,
19	—32,2	—10,3	—17,0	—20,2	—22,1	—25,5	—27,4	—29,
20	—32,4	—11,2	—17,4	—20,2	—22,4	—25,6	—28,2	—30,
21	—32,6	—11,6	—17,6	—20,2	—22,6	—25,4	—27,6	—30,
22	—32,7	—13,1	—17,5	—20,1	—22,5	—26,0	—27,8	—30,
23	—32,8	—12,8	—17,4	—20,2	—23,0	—25,5	—28,0	—30,
24	—33,0	—13,6	—17,5	—20,4	—22,6	—25,7	—28,2	—30,
Сумма	753,7	—346,1	—406,2	—467,3	—517,5	—583,4	—636,8	—682,
Среднее	—31,4	—14,4	—16,9	—19,4	—21,5	—24,3	—26,5	—28,

В табл. 3 приведены данные о температуре воздуха различно обеспеченности для каждого часа суток, одновременно указывают ся средние, максимальные и минимальные значения. Таким обра зом, можно получить исчерпывающую характеристику термиче ского режима для каждого часа суток отдельно и для всех случае в целом. По данным этой таблицы весьма четко в количественно форме прослеживается суточный ход температуры. Разность межд наибольшим и наименьшим значениями минимальной температуры составляет 10°С, а максимальной температуры — 8,6°С. Если ж

Таблица 3

сы суток. Январь, Кызыл, 1963—1972 гг.

сть, %							Минималь-ная
50	60	70	80	90	95	99	
-33,0	—35,0	—36,9	—39,0	—41,0	—43,2	—49,0	—51,2
-32,4	—34,2	—36,2	—38,4	—41,5	—44,0	—48,0	—51,2
-32,3	—34,2	—36,2	—38,2	—41,3	—43,5	—47,0	—51,7
-32,1	—34,0	—36,1	—38,5	—41,7	—44,2	—48,2	—51,6
-32,0	—33,8	—35,9	—38,5	—41,7	—44,1	—48,0	—51,4
-31,9	—33,7	—35,6	—38,1	—41,1	—43,8	—48,2	—50,5
-30,7	—32,6	—34,8	—37,2	—40,2	—43,0	—46,4	—48,6
-29,4	—31,5	—33,6	—36,5	—39,3	—41,0	—46,2	—46,4
-28,6	—30,5	—32,5	—34,8	—37,6	—39,5	—42,4	—45,7
-27,6	—29,3	—31,5	—33,5	—36,1	—38,5	—41,4	—43,8
-26,8	—28,5	—30,6	—32,6	—35,3	—37,8	—40,0	—42,1
-26,2	—28,1	—30,0	—32,4	—35,4	—37,5	—39,4	—41,7
-26,7	—28,6	—30,3	—32,5	—36,0	—38,0	—41,0	—42,5
-27,3	—28,9	—31,2	—33,6	—37,0	—40,0	—43,1	—44,6
-28,3	—30,1	—31,9	—34,4	—37,5	—41,1	—45,8	—46,9
-29,6	—31,8	—34,1	—36,1	—39,0	—41,0	—46,0	—47,5
-30,1	—31,7	—33,5	—35,3	—38,9	—40,5	—42,6	—48,1
-30,9	—33,1	—34,7	—36,6	—39,7	—41,7	—46,4	—48,4
-31,5	—33,4	—35,0	—37,0	—40,3	—42,5	—47,4	—49,2
-31,6	—34,0	—35,5	—37,4	—40,5	—43,3	—48,0	—49,8
-32,0	—33,8	—35,6	—38,1	—40,9	—43,0	—48,0	—50,3
-32,1	—33,9	—35,6	—37,9	—39,9	—41,0	—48,0	—50,4
-31,7	—33,8	—35,6	—38,1	—40,9	—43,1	—47,4	—50,7
-32,4	—34,3	—36,3	—38,5	—41,0	—44,0	—47,4	—50,6
-727,2	—772,8	—819,2	—873,2	—943,8	—999,3	—1049,8	—1154,9
-30,3	—32,2	—34,1	—36,4	—39,3	—41,6	—45,6	—48,1

в таблице указать годы, на которые приходятся соответствующие максимумы и минимумы, тогда каждый синоптик, климатолог или метеоролог в состоянии ответить потребителю, где, когда и в какое время суток было зафиксировано то или иное экстремальное значение температуры. Это то, чего не хватает не только в оперативном обслуживании, но и в кратких ответах и докладах руководящих работников службы.

В табл. 4 дана температура воздуха различной обеспеченности по каждому дню месяца за обработанный период наблюдений.

Дни	Средняя	Максимальная	Обеспе					
			1	5	10	20	30	40
1	—30,7	—20,6	—20,8	—21,0	—21,6	—23,2	—24,8	—26,2
2	—30,1	—20,0	—20,2	—21,0	—21,2	—23,0	—24,6	—26,5
3	—29,6	—16,6	—17,2	—18,5	—19,9	—22,0	—24,0	—25,8
4	—30,1	—15,6	—15,5	—17,0	—18,5	—20,3	—22,3	—24,7
5	—30,4	—17,9	—18,0	—19,0	—19,7	—22,1	—23,8	—26,7
6	—32,1	—17,3	—17,6	—18,8	—21,0	—24,6	—27,1	—29,0
7	—31,4	—17,3	—17,5	—18,5	—20,3	—23,5	—25,8	—28,1
8	—31,3	—13,0	—15,0	—16,1	—19,0	—24,1	—27,3	—28,9
9	—32,0	—18,2	—18,6	—20,4	—21,9	—24,4	—26,6	—28,6
10	—30,7	—20,2	—20,6	—21,3	—22,7	—24,8	—25,7	—26,6
11	—28,7	—16,8	—17,2	—19,5	—21,1	—23,0	—24,5	—26,0
12	—30,0	—16,1	—17,4	—19,6	—21,0	—24,3	—26,3	—27,6
13	—31,3	—19,6	—19,8	—21,0	—22,2	—24,5	—27,1	—29,2
14	—31,9	—18,1	—18,3	—19,2	—21,0	—25,0	—27,4	—29,6
15	—30,2	—13,1	—15,0	—17,3	—20,0	—23,4	—25,6	—27,6
16	—30,0	—9,1	—10,1	—17,0	—21,0	—24,0	—26,4	—28,2
17	—30,1	—17,6	—17,8	—18,5	—20,2	—23,8	—25,9	—27,6
18	—29,0	—17,2	—17,2	—17,8	—18,7	—22,1	—25,1	—27,0
19	—31,8	—14,0	—14,2	—15,7	—19,0	—25,1	—27,7	—30,0
20	—32,2	—16,8	—17,5	—20,8	—22,2	—24,3	—26,0	—27,6
21	—33,4	—18,8	—19,1	—21,5	—23,5	—25,5	—27,2	—29,2
22	—32,6	—15,5	—16,5	—19,6	—22,0	—25,6	—28,5	—31,3
23	—33,8	—16,9	—19,2	—19,8	—23,0	—28,2	—30,3	—32,0
24	—33,0	—16,7	—17,1	—21,4	—24,6	—27,7	—29,4	—30,9
25	—33,4	—17,2	—17,5	—22,0	—24,0	—26,4	—28,6	—31,0
26	—32,0	—14,6	—15,2	—20,3	—22,5	—24,6	—26,0	—27,4
27	—32,5	—21,6	—21,8	—22,5	—23,4	—25,8	—27,6	—29,5
28	—33,6	—19,0	—19,4	—22,0	—24,1	—27,0	—28,9	—30,7
29	—32,6	—19,0	—19,2	—21,0	—22,8	—24,6	—26,6	—28,6
30	—31,9	—17,4	—17,6	—19,0	—20,6	—23,2	—25,6	—27,2
31	—31,8	—16,8	—17,4	—19,2	—21,1	—23,4	—25,4	—27,0
Сумма	974,2	528,8	545,6	606,3	661,8	742,3	818,1	876,3
Среднее	31,4	17,0	17,6	19,6	21,3	23,9	26,4	28,3

Таблица 4

л. Январь, Кызыл, 1963—1972 гг.

ть, %							
50	60	70	80	90	95	99	Минимальная
27,6	—29,4	—32,2	—37,0	—42,9	—45,0	—47,0	—48,6
28,2	—30,4	—32,8	—35,7	—38,6	—40,2	—42,4	—44,2
27,6	—29,9	—33,2	—36,3	—39,6	—41,0	—42,5	—43,6
27,3	—31,6	—35,2	—38,7	—41,6	—43,1	—44,5	—45,3
28,3	—30,8	—34,0	—37,7	—41,8	—43,4	—44,6	—45,3
30,8	—32,7	—34,7	—38,0	—41,8	—43,0	—45,0	—45,8
30,1	—32,5	—35,3	—38,7	—41,8	—43,5	—45,6	—47,3
30,4	—32,1	—34,3	—36,7	—40,0	—41,6	—42,9	—44,3
30,5	—32,5	—34,1	—35,4	—37,7	—40,7	—42,8	—44,5
29,9	—32,3	—33,4	—35,4	—38,0	—39,4	—41,4	—42,5
27,6	—29,5	—31,1	—32,3	—33,5	—36,2	—41,2	—41,8
28,8	—30,4	—32,5	—34,3	—35,9	—37,3	—39,2	—39,7
31,3	—33,3	—34,4	—35,5	—36,6	—38,0	—39,6	—40,6
31,8	—33,6	—35,3	—36,6	—38,3	—39,8	—41,4	—43,8
29,5	—31,4	—33,4	—35,1	—36,9	—38,0	—38,2	—42,3
29,6	—30,7	—32,2	—35,0	—37,7	—39,0	—40,7	—42,0
29,2	—31,0	—33,0	—35,0	—37,8	—39,0	—40,5	—40,8
29,0	—30,6	—32,2	—33,7	—35,7	—37,4	—39,4	—41,1
31,5	—33,1	—34,5	—36,0	—40,3	—43,0	—45,0	—47,6
29,4	—32,3	—35,5	—38,5	—43,0	—45,6	—48,5	—49,7
31,4	—33,7	—36,3	—38,7	—42,1	—46,0	—48,2	—48,5
32,3	—34,0	—35,7	—37,5	—39,3	—40,6	—42,3	—44,8
33,5	—35,1	—36,6	—38,0	—39,7	—41,6	—45,0	—46,3
32,2	—33,4	—34,8	—37,0	—39,4	—40,8	—43,0	—44,8
32,9	—34,4	—36,2	—38,7	—40,8	—41,9	—43,0	—43,8
29,1	—31,5	—35,5	—39,7	—43,0	—45,0	—46,6	—50,3
31,1	—32,6	—34,2	—36,5	—41,0	—46,1	—49,4	—50,8
32,2	—33,4	—35,0	—37,0	—43,0	—48,0	—50,4	—52,1
30,6	—32,8	—35,2	—38,0	—41,0	—47,5	—47,9	—51,7
29,4	—33,0	—36,2	—38,6	—42,0	—47,0	—47,5	—50,8
28,9	—32,5	—36,6	—39,2	—42,2	—47,0	—50,4	—51,4
932,2	996,5	1065,6	440,5	1232,9	1305,7	1327,9	1416,1
30,1	32,1	34,3	36,7	39,7	42,1	44,3	45,7

Суммарная продолжительность (ч) температур воздуха по двух
Январь, Кыз

Срок, ч	Градация										
	−8,0; −9,9	−10,0; −11,9	−12,0; −13,9	−14,0; −15,9	−16,0; −17,9	−18,0; −19,9	−20,0; −21,9	−22,0; −23,9	−24,0; −25,9	−26,0; −27,9	−2 −2
4		2	1	2	5	20	37	43	58	80	6
8	0,3	0,3	0,3	3	9	23	37	42	62	76	7
24	0,1	0,3	0,3	2	9	22	37	44	62	78	7

Эти данные характеризуют термический режим каждого дня и в
го месяца в целом. Если же в таблице указать годы, на котор
приходятся соответствующие максимумы и минимумы, то тог
станет известно о днях наиболее высоких и наиболее низких те
ператур.

Вряд ли следует подробно останавливаться на практическ
и научной целесообразности подобной обработки данных. Их
могут заменить, тем более превзойти по содержанию, никакие др
гие известные формы и способы представления данных. При так
способе представления данных исследователю нетрудно выявить и
установить закономерности в характере термического режим
Здесь все представлено точно и ясно, без искажения натуральны
данных.

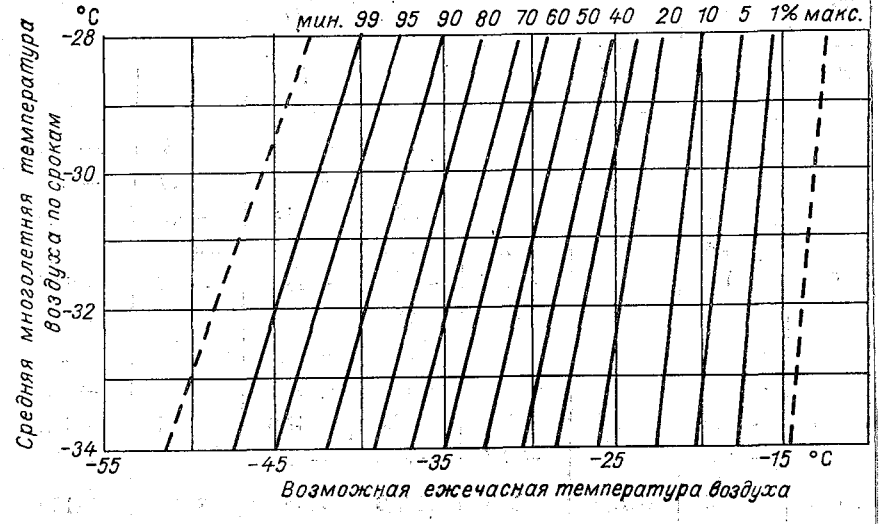


Рис. 2. Номограмма для расчета ежечасных температур воздуха различной обеспеченности. Январь, Кызыл.

Таблица 5

ным интервалам, вычисленных по данным за 4, 8 и 24 срока. 3—1972 гг.

атуры, °С											Сумма
,0; ,9	−32,0; −33,9	−34,0; −35,9	−36,0; −37,9	−38,0; −39,9	−40,0; −41,9	−42,0; −43,9	−44,0; −45,9	−46,0; −47,9	−48,0; −49,9	−50,0; −51,9	
3	70	73	64	55	42	30	11	5	5	4	744
7	71	74	54	55	34	24	13	7	5	4	744
3	72	73	56	51	37	24	12	7	3	5	744

В конечном счете можно перейти к еще более сжатому виду едставления — номограмме. На рис. 2 представлены в виде номо-ммы ежечасные данные о температуре воздуха. На вертикаль-й оси показаны средние ежечасные значения за 10 лет, по гори-тальной оси — фактические значения, которые встречались граниченные дни. Поле номограммы занято линиями обеспечен-стей 1, 5, 10, 20, ... 90, 95 и 99%. Имея средние по срокам, омощью номограммы легко вычислить характеристики темпера-ы различной обеспеченности. Опыт показывает, что при наличии ограммы и средних по срокам раскрывается вся структура л. 3. Значит нет необходимости хранить всю информацию в виде ных таблиц. Достаточно знать средние по срокам и иметь номо-мму, чтобы можно было вычислить любые вероятностные харак-истики.

Таким образом, номографирование климатических данных жет считаться одним из наиболее надежных методов обобщения льших объемов информации. При этом средние и вероятностные казатели элемента даются в непосредственной взаимосвязи. Эта имосвязь достаточно тесная, она проверялась на примере всех новных элементов климата и всегда давала вполне положитель-е результаты.

По материалам ежедневных наблюдений нетрудно вычислить характеристики продолжительности температуры. Такие расчеты ли сделаны нами для двухградусных интервалов, поскольку по ким градациям производилась выборка исходных данных для х вариантов. В первом случае принимались во внимание лишь нные за 1, 7, 13 и 19 ч (четыре срока), во втором случае — дан-е за 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 и 21 ч (восемь сроков), а в третьем учае в расчетах использовались данные ежечасных наблюдений 4 срока). Результаты расчетов представлены в табл. 5.

Получилось идеальное согласование данных продолжительности ператур по двухградусным интервалам, вычисленных по дан-м за 8 и 24 срока. Даже результаты расчетов по данным за срока удовлетворительно согласуются с данными за 8 и 24 ока. По ним можно заключить, что при расчете временных рактеристик термического режима нет необходимости принимать

в расчет весь объем информации ежечасных наблюдений. Уме
шив объем информации в 3—4 раза, можно получить те же ок
чательные результаты.

Выводы

1. Предложены новые формы и способы обобщения ежедневн
данных, которые раскрывают всю структуру термического режи
2. Методика обеспеченности и номографирования позволи
существенно сжать большой объем текущей информации, не ис
жая истинной картины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климаты Африки. Под ред. А. Н. Лебедева и О. Г. Сорочан. Л., Гид
метеоиздат, 1967. 488 с.
2. Параметры тропического климата для технических целей. Под
А. Н. Лебедева и В. Н. Лашкова. Л., Гидрометеоиздат, 1973. 515 с.
3. Лебедев А. Н. Временные характеристики температуры воздуха.— «
ГГО», 1960, вып. 113, с. 71—84.
4. Лебедев А. Н. Графики и карты для расчета климатических харак
ристик различной обеспеченности на территории СССР. Л., Гидрометеоизд
1960. 116 с.
5. Лебедев А. Н. Средние месячные температуры воздуха различ
обеспеченности на Европейской территории СССР.— «Тр. ГГО», 1961, вып.
с. 93—109.
6. Лебедев А. Н. Продолжительность дождей на территории СССР.
Гидрометеоиздат, 1964. 510 с.
7. Лебедев А. Н. Атлас карт и номограмм для расчета характерис
продолжительности осадков, периодов с дождями и без дождей на террито
СССР. Л., Гидрометеоиздат, 1964. 88 с.
8. Лебедев А. Н. Приложение метода номограмм к исследованию кли
тических закономерностей в тропических и экваториальных широтах.— «Тр. ГГ
1965, вып. 182, с. 113—142.
9. Лебедев А. Н. Об изменчивости суммарной радиации в Африке.— «
ГГО», 1966, вып. 192, с. 44—52.
10. Лебедев А. Н. Обеспеченность суточных величин суммарной рад
ции на островах Индонезии и океана.— «Тр. ГГО», 1969, вып. 247, с. 59—63.
11. Лебедев А. Н. Методы исследования климатов земного шара.— В
Метеорология и климатология. Т. 2. М., изд. ВИНИТИ, 1974, с. 191—220.
12. Кадырова А. Г. и др. Закономерности температурно-влажностн
режима тропической зоны.— «Тр. ГГО», 1972, вып. 284, с. 3—17.

А. Г. КАДЫРОВА

ОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ МНР

Природные ресурсы МНР вообще и ее климат в частности инте-ют исследователей уже давно. Исследованию растительности лимата Монголии посвящены работы А. А. Каминского, К. Козлова, А. А. Юнатова, Е. П. Архиповой, А. Н. Лебедева . Однако круг прикладных задач постоянно расширяется и для ешения необходимы более подробные сведения о климате.

Сложный рельеф страны, сравнительно высокое положение ее уровнем моря, защищенность от влияния морей и океанов соз-т специфические условия для формирования резко континен-ного климата. Последний характеризуется холодной, относи-но малоснежной зимой и жарким сухим летом. В таких при-ных районах параметры атмосферных осадков приобретают бое значение.

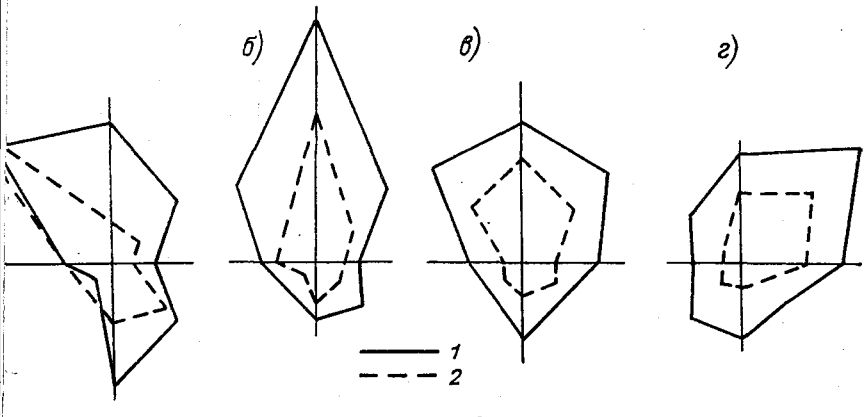


Рис. 1. Розы ветров в дни с осадками (*2*) и в среднем за июль (*1*).
а — Далан-Дзадгад, *б* — Сайн-Шанд, *в* — Мандал-Гоби, *г* — Хонгор.

В предложенной статье наибольшее внимание уделено рас
трению продолжительности выпадения осадков и их интенсивн
Эти сведения представляют исключительный интерес для реш
многих практических задач.

Режим осадков над Зарубежной Азией исследован в опубл
ванной монографии [1]. Известно, что на территории Монголии
ки теплого периода года являются основными. С мая по окт
выпадает 80—90% осадков от общей годовой суммы. Это пр
всего циклонические осадки фронтального происхождения, а та
конвективные осадки, возникающие вследствие полуденного
грева. Заметим, что вопросы циркуляции и осадкообразования

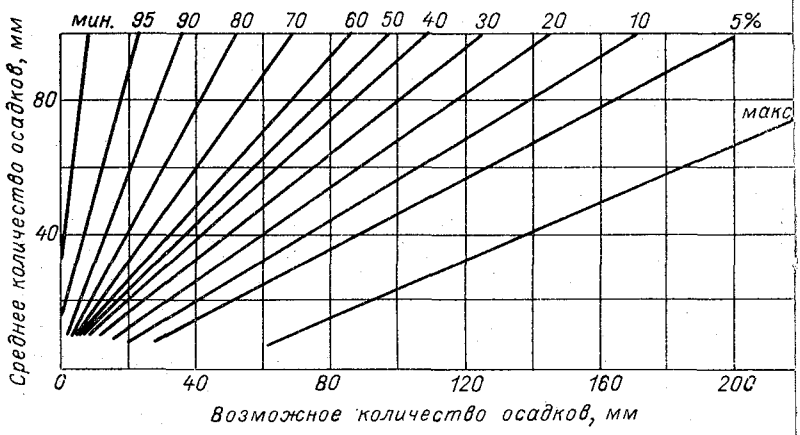


Рис. 2. Номограмма для расчета месячных сумм осадков за теплый период (май—октябрь).

Зарубежной Азией, особенно над ее пустынной частью, до нас
щего времени изучены недостаточно и требуют дальнейших ис
дований.

На рис. 1 приведены розы ветров в дни с осадками и в сред
за июль, построенные для пустынных станций Монголии (Дал
Дзадгад, Сайн-Шанд, Мандал-Гоби, Хонгор). Преобладающ
повторяемость северных румбов свидетельствует о том, что оса
чаще всего выпадают при северных, северо-восточных и северо
падных ветрах.

Общая картина распределения осадков хорошо согласуе
с физико-географическими районами, выделенными на террито
Монголии А. А. Юнатовым [5]. С увеличением осадков с юга
север на смену скудному Гобийскому ландшафту приходят ст
и далее, в горных районах Хангая и Хэнтея, богатое разнотра
и леса. Здесь выпадают самые большие годовые суммы осадко
300—400 мм, а в отдельные годы до 550 мм. В степной зоне
уменьшаются до 240—280 мм и в Монгольской Гоби до 10

мм. В Заалтайской Гоби, особенно в замкнутых котловинах, вые суммы не превышают 50 мм. Это самые сухие места на итории МНР. Таким образом, влияние осадков на растительь четко проявляется как в широтной зональности, так и в верльной поясности. Перечисленные количественные критерии сятся к годовым многолетним нормам.

Месячные суммы осадков изменяются по территории аналогичодовым суммам. В самый дождливый месяц (июль) в предях Хангая, на его северо-восточном склоне, выпадает в средоколо 100 мм осадков. еверной части Гоби июльнормы уменьшаются в 3—за, а в засушливые годы —25 раз.

На рис. 2 приведена номома месячных сумм осадза теплый период года. На ертикальной оси даны меые суммы осадков, осредные с мая по октябрь за голетний период. По гориали отложены возможные ячные суммы осадков при ветствующих средних знаиях за период. Нетрудно ть, что при изменении них значений от 10 до мм, которые наиболее хатерны для засушливых ажных районов Монголии, ожное количество осадков месяц может изменяться) до 210 мм. С помощью ой номограммы можно поить не только месячную изменчивость данного элемента, но и оце- с определенной точностью вероятность выпадения осадков е и ниже определенных пределов.

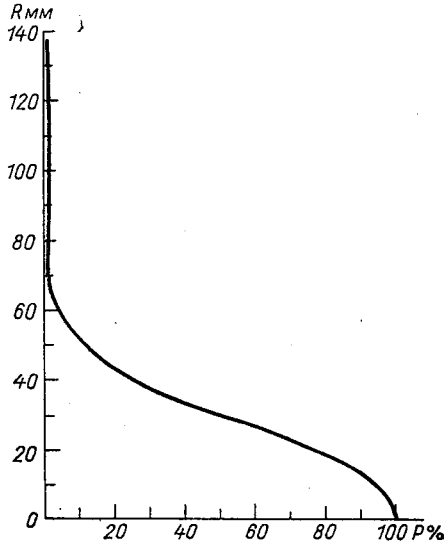


Рис. 3. Интегральная кривая распределения экстремальных значений суточных сумм осадков за теплый период (май—октябрь).

Суточное количество осадков в известной степени связано с их ячными и годовыми суммами. Однако на некоторые особенности пределения этой характеристики следует обратить внимание. ример, рекордное количество осадков за сутки отмечено не ождливых районах страны, а в ее пустынной части. В Далангаде 6 августа 1956 г. выпало 138 мм осадков за 23,5 ч при ме 36 мм. Не всегда абсолютный суточный максимум прихося на самые дождливые месяцы (июль и август). На некоторых нциях он может наблюдаться в июне или октябре (Кобдо, Му, Улан-Батор, Сайн-Шанд и т. д.).

На рис. 3 дана интегральная кривая распределения экстремальсуточных сумм осадков. Выборка последних производилась за

месяцы теплого периода из 20—25-летнего ряда наблюдений. данным графика можно заключить, что вероятности экстрем ных осадков за сутки больше 30 мм и меньше 30 мм одинак и составляют 50%. Значения суточного максимума более 10 встречаются с обеспеченностью 95%, т. е. практически каждый а больше 60 мм — всего лишь с обеспеченностью 5%. В эти же вошел абсолютный суточный максимум — 138 мм, о котором миналось выше. Нижний предел интегральной кривой свидет ствует о наличии с мая по октябрь суточных максимумов, близ к нулю.

Таблица 1

Средняя продолжительность осадков в день с осадками (часы)

Станция	I	IV	VII	X
Монгольская Народная Республика				
Мурэн	6,6	4,6	4,6	4,9
Кобдо	6,9	5,9	3,3	6,6
Сайн-Шанд	5,2	5,8	3,0	4,6
Китайская Народная Республика				
Хайлар	5,7	4,8	2,9	5,0
Харбин	5,8	4,0	3,9	5,5
Урумчи	8,6	4,9	2,6	7,3

Благодаря высокому уровню конденсации водяного пара оса над Монголией часто испаряются, не достигая земли. Такие не чительные дожди измеряются в десятых долях миллиметра отмечаются наблюдателями как следы осадков. Количество называемых «сеющих дождей» практически неизмеримо, но сопровождаются увеличением облачности, повышением влажно и приносят, как правило, прохладу. Немаловажную роль игр при этом продолжительность осадков.

Исходными данными для расчета продолжительности и инт сивности осадков послужили ежедневные наблюдения (табл. ТМ за 10-летний период (1949—1958 гг.) и готовые материалы кли тического справочника МНР [2]. Продолжительность осадков бы получена для 12 станций путем подсчета фактической суммар продолжительности дождя за сутки, месяц и далее за теплый пер (май — октябрь). Наиболее подробно методика расчетов излож в работах [3, 4]. Интенсивность осадков была получена за тот период и для тех же станций по формуле $I=R/S$, где R — коли ство осадков за сутки в миллиметрах, S — продолжительно осадков в течение суток в часах. К сожалению, мы не располага данными лент самописцев для расчета интенсивности за бо

Продолжительность (ч) осадков различной обеспеченности

Станция	Средняя	Максимальная	Год	Обеспеченность, %											Минимальная	Год
				5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95		
Улангом	19	120	1955	94	82	66	57	52	47	41	34	26	19	15	14	1953
Кобдо	22	59	1952 1956	43	39	35	31	25	19	15	11	7	3	0	0	1947; 48; 49; 51; 52
Сайн-Шаид	24	68	1950	56	47	36	31	26	21	16	12	8	4	1	1	1953; 55; 56
Хонгор	26	74	1954	59	47	38	31	27	24	22	17	12	4	1	1	1953; 55
Мандал-Гоби	26	73	1950	56	45	38	33	28	23	19	15	12	10	9	6	1957
Далан-Дзадгад	30	70	1956	66	54	45	40	35	28	22	16	12	10	5	4	1954
Тамеаг-Булак	31	65	1953	57	51	45	40	36	32	26	22	15	10	7	5	1950; 56
Арбай-Хэрэ	34	78	1953	65	57	48	42	36	29	25	23	18	11	10	10	1949
Улясутай	37	164	1950	80	70	54	42	36	28	25	22	17	12	9	7	1956; 57
Мурэн	43	101	1950	93	83	66	55	44	36	31	26	19	13	9	6	1949; 50
Улан-Батор	49	120	1955	94	82	66	57	52	47	41	34	26	19	15	14	1953
Цэцэрлэг	59	139	1955	110	100	82	72	63	54	49	43	35	24	17	11	1950; 56

короткие интервалы времени (от часа к часу и в течение ча
Такие расчеты особенно интересны для анализа кратковремен
ливневых осадков большой интенсивности.

В табл. 1 даны средние значения продолжительности осад
в день с осадками для станций, расположенных в различных к
матических районах Монголии и Китая.

Из содержания приведенной таблицы и других обработан
материалов следует общая закономерность распределения дан
характеристики по сезонам. От зимы к лету она уменьшается п
мерно в 1,5—2 раза.

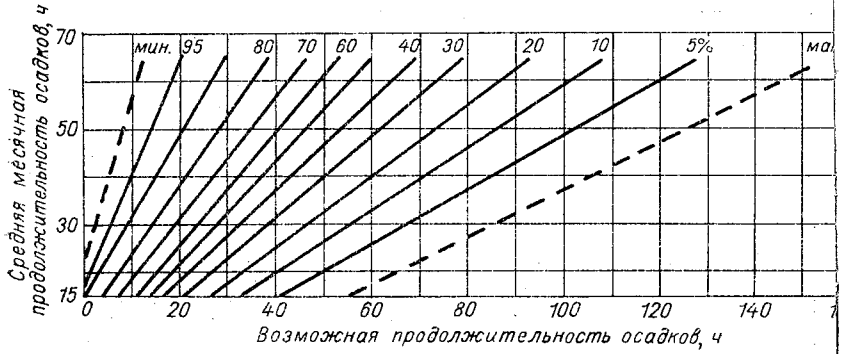


Рис. 4. Номограмма для расчета месячной продолжительности осадков
теплый период (май—октябрь).

Месячная суммарная продолжительность осадков распреде
ется от января к июлю совершенно иначе, так как число дн
с дождем в 3—4 раза превышает число дней со снегом. Так
образом, средняя месячная продолжительность осадков след
в годовом ходе за количеством осадков, а средняя продолжите
ность в день с осадками имеет обратный годовой ход. В эт
заключается одна из особенностей климата с летним максимум
осадков.

Для анализа приведена табл. 2 обеспеченности суммарной п
должительности за месяцы теплого периода. С учетом этих д
ных построена номограмма (рис. 4). Станции в таблице распо
жены в порядке увеличения средних значений месячной продол
тельности. Поэтому хорошо видно, что самые кратковременн
осадки выпадают в котловине больших озер, на северо-запа
Монголии. Продолжительность осадков, осредненная с мая по
тябрь, составляет здесь 19—22 ч (Улангом, Кобдо). На юге стра
продолжительность осадков несколько выше — 24—30 ч (Дал
Дзадгад, Сайн-Шанд). На наветренных склонах Хангая, данные
которым соответствуют верхней части вертикальной оси номогра
мы, средняя месячная продолжительность осадков наибольшая
59 ч (Цэцэрлэг).

Возможные значения месячной продолжительности при указан-
средних изменяются по территории от 0 до 164 ч. Следует обра-
особое внимание на ст. Улясутай, где в июле 1950 г. при срав-
ельно небольшой месячной норме (65 мм) осадки выпадали
ечение 164 ч. Однако продолжительные осадки наблюдаются
ольшей обеспеченностью в Цэцэрлэге, чем в Улясутае. Напри-
, осадки продолжительностью выше 35 ч составляют в Цэцэрлэге
, а в Улясутае — 40%. Наветренные склоны Хангая по срав-
ию с другими районами Монголии наименее континентальны.
наилучшим образом увлажнены и за счет более высоких зим-
температур воздуха имеют наименьшую в стране годовую

Таблица 3

Повторяемость (%) интенсивности осадков в различных пределах

Станция	Градации интенсивности, мм/ч			
	<2	3—5,9	6—14,9	>15
Улан-Батор	88	11	0,8	0,2
Улясутай	84	15	1	—
Мурэн	83	16	0,6	0,4
Сайн-Шанд	89	8	3	—
Тамсаг-Булак	83	14	2,8	0,2
Цэцэрлэг	81	15	4	—
Далан-Дзадгад	85	10	5	—
Мандал-Гоби	81	14	4,8	0,2
Арбай-Хэрэ	76	20	3,6	0,4
Хонгор	75	20	4,2	0,8
Улангом	73	22	5	—

плитуду температуры воздуха (31°С). Например, в Цэцэрлэге
олодное время года средняя месячная температура воздуха на
-10°С выше средней широтной и равна январской темпера-
ре Далан-Дзадгада, который расположен по широте на 4°
жнее.

Интенсивность осадков представлена в статье в виде повторяе-
сти: слабых — менее 2 мм/ч; средних — 3—5 мм/ч; сильных дож-
й — 6—15 мм/ч; ливней — более 15 мм/ч (табл. 3). Таблица
ставлена в порядке возрастания дождей большой интен-
вности.

По повторяемости первой градации можно заключить, что дож-
малой интенсивности (от 0 до 1,99 мм/ч) являются основными
режиме увлажнения страны. Они составляют 70—90% всех
ждей.

Наибольший процент (20—28%) повторяемости средних и си
ных дождей соответствует в основном пустынным станциям,
количество и продолжительность осадков незначительны. Оса
интенсивностью более 15 мм/ч большей частью отсутствуют
составляют десятые доли процента.

Выводы

1. В условиях засушливого климата Монголии даже незна
тельные осадки сопровождаются увеличением облачности и вла
ности воздуха.

2. Дожди малой интенсивности (от 0 до 1,99 мм/ч) являю
основными в режиме увлажнения страны. Они составляют 70—9
всех дождей.

3. Наибольший процент (20—28%) повторяемости средн
(3—5 мм/ч) и сильных (6—15 мм/ч и более) дождей наблюдае
в пустынных районах страны, где продолжительность и количе
во осадков незначительны. При годовой норме меньше 150 мм в
можны осадки более 100 мм в сутки.

4. Продолжительность осадков, осредненная за теплый пери
(май — октябрь), изменяется по территории страны от 20—22
(котловина Больших озер) до 60 ч (наветренные склоны Ханга
В июле и августе продолжительность может составлять 120—170

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климаты Зарубежной Азии. Под ред. А. Н. Лебедева, И. Д. Копане
Л., Гидрометеоиздат, 1975. 448 с.

2. Климатический справочник Монгольской Народной Республики. Т.
Улан-Батор, 1971. 339 с.

3. Лебедев А. Н. Продолжительность дождей на территории СССР.
Гидрометеоиздат, 1964. 510 с.

4. Сорочан О. Г. О методике расчета интенсивности атмосферных ос
ков.— «Тр. ГГО», 1969, вып. 247, с. 71—75.

5. Юнатов А. А. Основные черты растительного покрова МНР. М.—
Изд-во АН СССР, 1950.— «Тр. Монгольской комиссии АН СССР», 1950, вып.
М.—Л., Изд-во АН СССР, с. 25—40.

А. Ю. ЕГОРОВА

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА В ЮЖНОЙ АМЕРИКЕ

При исследовании относительной влажности воздуха всегда ходится иметь в виду, что ее распределение по земному шару ределяется многочисленными факторами. К их числу относятся сто физико-географические, циркуляционные и собственно кли-тологические. Под последними мы подразумеваем взаимосвязь следуемого элемента с температурой воздуха, облачностью, осад-ми, циркуляционными процессами, периодическими и непериоческими их изменениями. И, конечно, во всех случаях, рассма-ивая эти взаимосвязи, следует помнить о физико-географических ловиях исследуемого материка.

Южная Америка расположена в основном в тропических и экваториальных широтах. Субтропики и умеренные широты занимают авнительно небольшие участки суши. Весьма существенное знание имеет меридиональное положение Анд, простирающихся вдоль ей прибрежной полосы — от крайней северной до крайней южй точки материка. Анды фактически служат неприступным барьом для всех циркуляционных систем, движущихся в восточном правлении. Немалое значение для географического распределея относительной влажности воздуха имеют циркуляционные ханизмы, в частности западный перенос в умеренных широтах северо-восточный пассат, приносящий влажные экваториальные ссы воздуха в бассейн Амазонской низменности и к восточным лонам тропической части Анд. Нельзя также не упомянуть форме самого материка в виде треугольника, острием наавленного в холодные районы умеренной зоны южного полуария.

Все эти и многие другие факторы имеют решающее значение я формирования суточного хода элемента, распределения его по зонам и отдельным климатическим областям, изменения его от да к году. В результате взаимодействия многих факторов

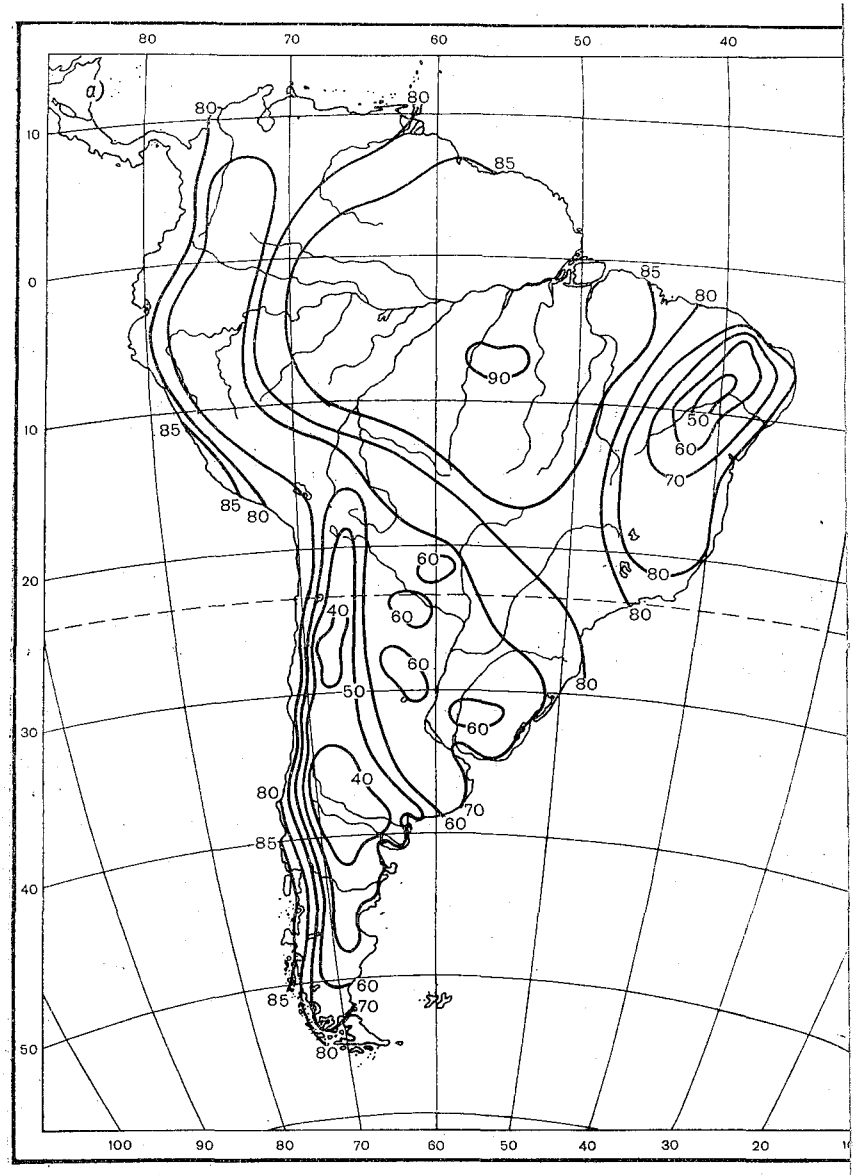
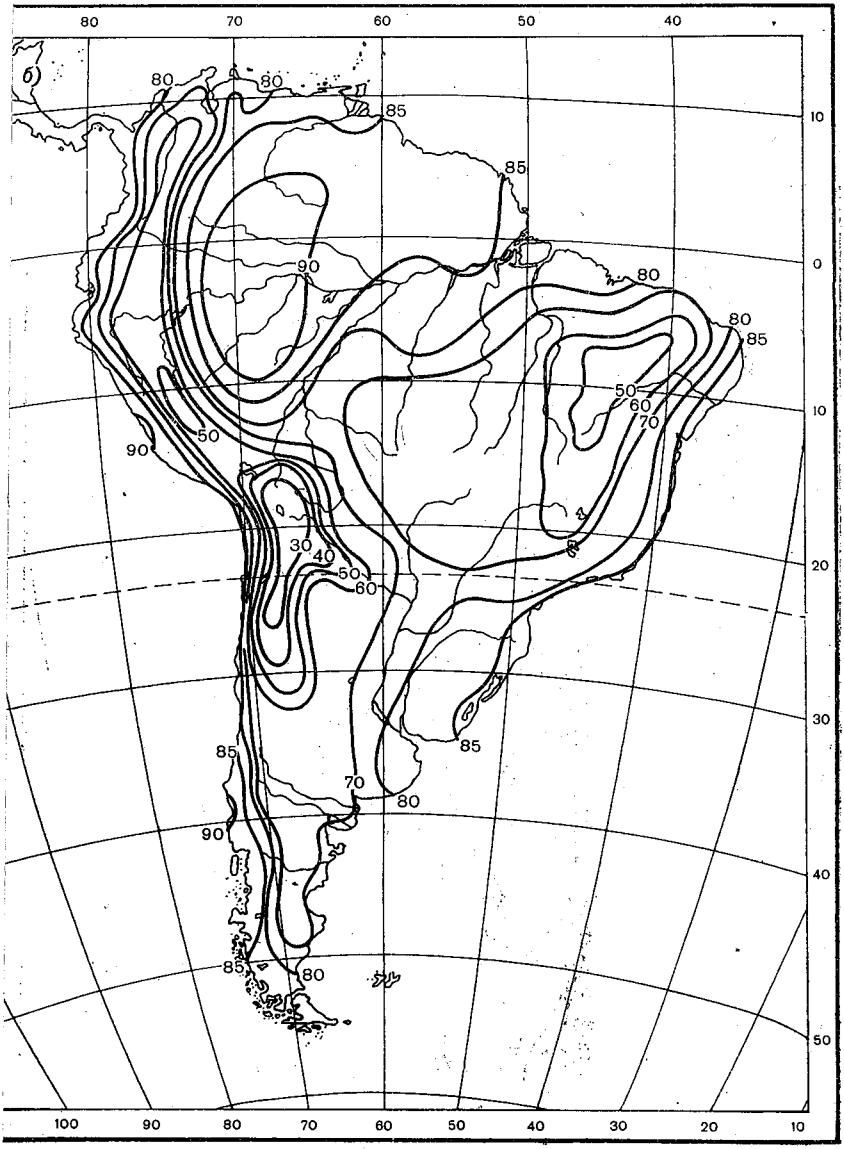


Рис. 1. Средняя относитель
а — янв

в одних районах постоянно влажно, в других — постоянно су
Такая устойчивость прослеживается по средним месячным зна
ниям в различные сезоны (рис. 1).

Известно, что средние месячные значения дают только ф
и с точки зрения прикладных задач вряд ли имеют самостоятельн



ажность воздуха.
· июль.

ачение. Вместе с тем с их помощью удается в общих чертах разить многие особенности влажности воздуха.

Анализ карт показывает, что на протяжении всех морских побежий относительная влажность воздуха всегда высокая — 75—%. Во внутренних районах Бразилии испарение исключительно

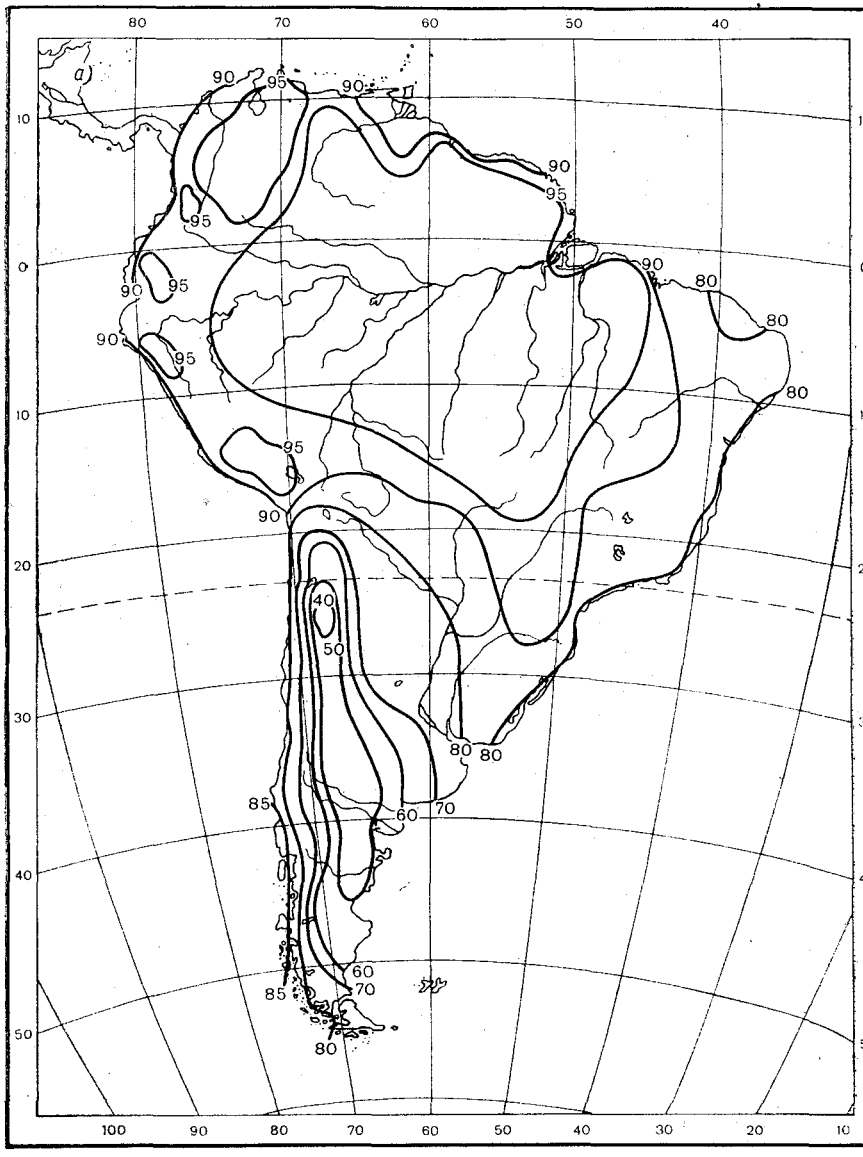
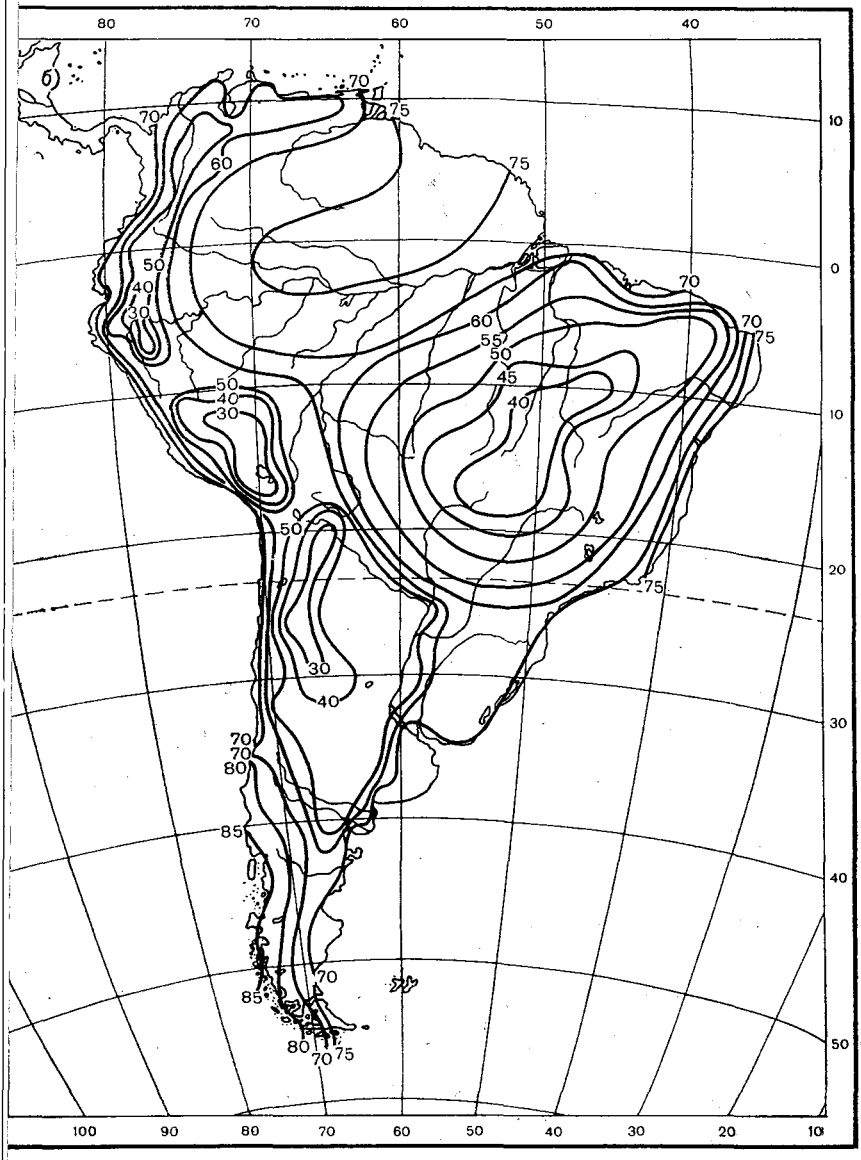


Рис. 2. Распределение относительн

а — январь, ут



лажности воздуха.

— июль, день.

велико (1250—1500 мм в год) — средняя относительная влажно воздуха даже превышает 90%. По обширности территории и географическому положению это самое влажное место в м Летом эта область занимает более значительную часть суши, зимой. Во всех остальных районах материка средняя относите ная влажность меньше. Самыми засушливыми являются тропи ские районы высокогорных склонов Анд и восточный выступ ма рика на широте около 5—10°. В этих засушливых областях ср ние значения влажности варьируют в пределах 30—50%. Пониж ная относительная влажность воздуха наблюдается вдоль вс восточного склона Анд. Этот «желоб» пониженной влажности оч чивается изолинией 70% с центрами 30 и 40%. Пониженная ср няя влажность весьма характерна для летних месяцев в Чи Перу, Аргентине. На юге страны, даже на побережье Атланти средняя относительная влажность в январе не превыш 50—60%.

Так выглядит распределение относительной влажности в духа, вычисленной без учета времени суток. Те же средние мес ные величины, но взятые за определенные части суток, дают сов шенно другое представление о режиме относительной влажно воздуха. Ранние утренние значения относительной влажно еще не сильно измененные утренним солнечным тепл дают совершенно иное распределение ее на матери (рис. 2).

В ранние летние часы на обширнейшей территории севе восточной части материка относительная влажность в средн составляет 90—95%. Фактически это почти вся Амазонская н менность. Исключением являются лишь самые верховья прито Амазонки. На тихоокеанском побережье, на побережье Атлантич ского океана (севернее 35° ю. ш.) и на побережье Карибско моря в утренние часы относительная влажность тоже всюду вы кая — 80—85%. Сравнительно сухо утром только к востоку от А начиная от 20° ю. ш. и далее на юг до 45° ю. ш. Это преимуще венно районы Аргентины. Здесь относительная влажность не пр вышает 50—60%, местами составляет даже 40%. В горах, очев дно, за счет сильных ночных понижений температуры влажно такая же высокая, как и на побережье (рис. 2).

Совершенно иное распределение относительной влажности во духа наблюдается днем. На побережьях океанов и морей и на Ам зонской низменности средняя относительная влажность в 13 ч поч всюду равна 70—80%, но при некотором удалении от моря о сразу понижается до 60—50%. Во внутренних районах суши, ос бенно вдоль восточных склонов Анд и у их подножий, относител ная влажность составляет 30—40%, и редко где она повышает до 50%. Особенно малы значения дневной относительной вла ности южнее параллели 20°.

Общая картина географического распределения относительно влажности воздуха в зимнее время (июль) существенно отличает от распределения в летнее время (январь), особенно в дневны

сы. Характер же распределения рассматриваемого элемента утренние часы зимой примерно такой же, как и летом. Отдельные особенности незначительны, поэтому мы остановимся на рассмотрении дневной карты (рис. 2 *б*).

Зимой, когда все циркуляционно-климатические зоны занимают айне северное положение, влияние северо-восточного пассата на азонскую низменность ослаблено. Не чувствуется в это время действия экваториальных муссонов. Таким образом, вся или чти вся территория Южной Америки находится в наиболее зашливых условиях. На Амазонской низменности относительная ажность уменьшается до 65—75%, на Бразильском плоскорье — до 40—50%, у восточных подножий Анд и на их восточных лонах — до 40—30%, а местами и того меньше. Низкие значения ажности воздуха наблюдаются на высокогорных плато и в межрных долинах (20—30%). В целом почти на всей территории терика в дневные часы июля сухо. То же наблюдается и в друе зимние месяцы. Однако в юго-западной части материка, юже 35° ю. ш., находящейся под воздействием господствующего задного переноса, дождливо, облачно и влажно. Здесь и дневная ажность сохраняется выше 70—80%, местами выше 85%, особенна прибрежных островах.

Из анализа данных видно, как существенно отличаются средне месячные величины относительной влажности, вычисленные по едним суточным величинам, от средних месячных величин, высленных по срокам наблюдений. Особенно большая разница почается при сопоставлении дневных данных со средними суточми величинами.

Опыт исследования климатов Африки, Зарубежной Азии и тропических климатов вообще показывает, что нельзя глубоко познать щность климата, если не привлекать ежедневных наблюдений. лько при обобщении последних можно полнее раскрыть структу как отдельного элемента, так и климата в целом. Ежедневные нные позволяют также раскрыть взаимосвязь между отдельны метеорологическими элементами. При исследовании относительй влажности воздуха на территории Южной Америки использолись данные только ежедневных наблюдений. К сожалению, кой путь исследования климатов зарубежных стран, как прало, связан с ограниченным выбором данных. Чаще приходится ивлекать к обработке сведения не за те годы и сроки, которые лее интересны. Это замечание относится и к выбору самих пунков наблюдений. Как правило, берутся такие пункты, по которым еются данные, а не те, которые представляли бы больший научй и практический интерес, но по ним отсутствует информация. исто приходится писать об этом потому, что многие из читателей практиков даже не представляют, как плохо обстоит дело с реимной информацией по зарубежным странам.

Параметры относительной влажности различной обеспеченности ежедневным наблюдениям вычислены большей частью для прижных станций, но с разделением на дневной и утренний сроки.

Таблица 1

Относительная влажность воздуха (%) различной обеспеченности. Утро (по ежедневным данным)

Станция	Месяц	Средняя	Максимальная	Обеспеченность, %											Минимальная
				5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	
Богота	I	78	95	93	90	87	83	81	79	77	75	73	67	60	48
	IV	76	95	90	87	84	81	79	76	74	71	68	63	59	52
	VII	74	92	89	86	84	81	78	75	72	69	67	63	59	46
	X	76	94	89	87	84	82	80	78	76	73	70	65	61	50
Джорджтаун	I	87	100	96	95	93	92	90	88	87	84	82	78	74	69
	IV	86	100	97	95	93	90	89	87	85	84	82	79	76	68
	VII	93	100	100	100	98	96	95	94	93	91	89	86	83	74
	X	88	100	97	95	93	92	91	89	88	86	84	82	80	77
Кито	I	92	98	98	98	97	96	95	93	92	91	88	80	75	66
	IV	91	99	99	98	97	96	95	94	92	90	87	83	80	67
	VII	83	99	97	95	92	89	86	83	81	77	74	70	66	62
	X	88	98	98	97	95	94	93	91	89	87	83	77	73	67
Лима	I	95	99	99	98	97	97	96	95	94	94	93	92	92	90
	IV	93	100	100	99	97	96	94	93	92	91	91	90	89	88
	VII	96	100	100	99	99	98	98	97	97	96	94	90	88	86
	X	97	100	100	100	99	99	98	97	97	96	95	94	94	92
Уанкайо	I	88	100	98	96	94	93	92	90	88	86	83	77	71	63
	IV	93	98	98	97	97	96	95	94	93	93	91	87	84	79
	VII	76	98	96	93	88	85	81	77	74	70	65	60	56	52
	X	83	100	97	95	92	90	88	85	81	78	74	68	64	45

	VII	75	87	87	83	80	79	78	77	75	74	70	65	59	58
	X	68	74	74	72	71	70	70	69	68	66	64	61	59	59
Рио-де-Жанейро	I	83	99	93	92	91	89	87	85	84	82	78	72	62	50
	IV	87	96	94	93	91	90	89	88	87	85	83	80	77	50
	VII	85	99	96	94	91	90	89	87	86	83	81	75	69	40
	X	82	95	93	92	89	88	86	84	82	79	77	71	66	57
Монтевидео	I	78	100	94	92	88	84	82	79	77	74	70	63	56	40
	IV	87	100	99	98	96	94	92	90	87	84	81	72	66	50
	VII	89	100	100	99	97	95	94	92	89	87	83	75	70	52
	X	84	100	98	97	95	92	90	86	83	79	73	66	61	51
Арика	I	74	87	84	83	80	78	76	74	73	71	68	66	64	58
	IV	72	88	84	82	79	77	75	73	71	69	67	64	62	55
	VII	74	90	87	84	81	79	76	74	73	71	69	67	66	47
	X	72	85	81	80	78	76	74	72	71	70	68	66	64	61
Сантьяго	I	69	96	92	88	82	77	72	69	65	61	57	53	50	44
	IV	90	99	99	98	97	95	94	92	91	88	85	79	74	43
	VII	92	100	98	98	97	96	95	94	93	90	87	83	79	63
	X	79	98	98	93	89	86	83	80	77	75	71	65	58	44
Сан-Педро	I	91	96	96	95	95	94	94	93	92	89	87	84	83	83
	IV	91	97	97	97	96	94	93	92	90	88	86	83	82	82
	VII	89	95	96	95	94	93	92	90	88	86	84	80	78	78
	X	90	96	96	96	94	93	92	91	89	88	85	83	82	82
Серес	I	75	100	100	97	88	83	78	74	70	67	62	56	49	35
	IV	90	100	100	100	99	96	94	91	89	86	83	77	73	50
	VII	87	100	100	100	100	97	92	89	86	82	78	71	65	53
	X	72	100	100	100	90	83	77	72	66	61	55	49	43	25
Буэнос-Айрес	I	69	98	98	91	82	77	74	72	70	66	63	57	51	39
	IV	81	95	96	95	93	90	88	85	83	81	79	75	69	52
	VII	84	100	100	100	100	100	95	90	87	83	78	72	67	57
	X	75	100	100	100	95	88	83	79	76	72	67	60	55	46

Таблица 2

Относительная влажность воздуха (%) различной обеспеченности. День (по ежедневным данным)

Станция	Месяц	Средняя	Максимальная	Обеспеченность, %											Минимальная
				5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	
Богота	I	49	83	78	69	60	56	53	50	47	44	38	32	27	14
	IV	57	93	85	76	68	62	59	56	53	50	46	40	36	29
	VII	55	87	76	69	60	57	55	53	52	50	48	45	43	38
	X	57	89	84	79	69	63	58	54	51	49	47	42	39	36
Джорджтаун	I	75	95	92	88	83	79	77	74	72	71	69	67	65	62
	IV	73	100	91	86	79	76	75	73	71	69	67	64	62	54
	VII	75	100	92	87	83	79	76	74	72	71	70	67	65	57
	X	67	100	85	77	71	69	67	66	65	65	64	62	61	56
Кито	I	56	85	77	71	66	62	59	56	54	52	49	46	43	34
	IV	63	96	83	77	72	69	66	63	50	58	54	51	48	42
	VII	49	82	72	63	56	52	50	49	47	45	42	39	37	32
	X	56	82	75	71	65	61	58	55	53	50	47	43	41	35
Лима	I	63	86	74	70	68	67	65	63	62	61	59	56	52	46
	IV	59	75	70	67	64	63	62	61	60	58	56	53	50	47
	VII	73	94	84	82	80	77	76	74	72	70	67	63	61	46
	X	65	88	79	75	70	68	66	64	63	62	61	58	55	50
Уанкайо	I	45	80	71	66	57	52	48	44	40	36	33	29	25	12
	IV	43	70	60	56	51	48	45	43	41	38	36	32	30	15
	VII	34	51	46	44	41	39	38	36	34	31	28	24	21	17
	X	39	76	58	53	47	43	40	37	35	33	31	27	22	12
Кишерамобин	I	44	60	60	58	46	46								

	VII	47	61	61	59	55	53	50	48	46	43	39	33	30	30
	X	35	43	43	41	38	37	36	35	34	32	30	28	27	27
Рио-де-Жанейро	I	71	95	91	88	84	81	77	73	70	65	58	51	47	34
	IV	71	93	88	85	82	79	76	73	71	67	62	56	51	39
	VII	67	95	89	85	80	76	72	68	63	59	54	49	45	38
	X	72	94	92	89	83	80	77	73	70	67	63	55	49	37
Монтевидео	I	53	100	93	79	69	63	58	54	51	45	37	29	23	13
	IV	58	98	92	83	74	67	61	58	54	50	45	38	33	19
	VII	70	97	95	90	83	78	74	70	66	61	57	52	48	40
	X	62	100	95	90	81	73	67	62	57	52	45	37	32	25
Арика	I	68	82	79	77	74	72	70	69	67	66	65	61	58	47
	IV	70	91	82	80	77	75	73	71	69	67	65	63	60	55
	VII	73	90	83	81	78	76	75	73	72	71	69	67	64	50
	X	71	80	79	78	76	74	73	72	71	70	67	65	64	62
Сантьяго	I	36	71	52	47	42	39	37	35	34	32	29	27	25	18
	IV	48	96	83	76	66	59	53	48	43	39	35	29	24	13
	VII	59	97	93	87	75	67	62	57	53	47	42	35	32	23
	X	44	83	72	68	61	52	46	42	38	35	31	27	24	22
Сан-Педро	I	88	94	94	94	94	93	92	90	88	85	81	76	74	74
	IV	89	97	97	96	94	93	92	91	90	87	81	78	78	78
	VII	87	94	94	94	93	91	89	88	86	83	81	80	79	79
	X	87	95	95	95	94	93	91	88	85	83	80	76	72	72
Серес	I	43	100	87	77	62	51	44	38	34	30	27	23	20	14
	IV	57	100	93	86	76	69	62	56	50	45	40	35	32	21
	VII	51	100	90	84	74	63	55	48	43	38	33	26	20	14
	X	42	100	92	84	69	55	43	35	30	25	21	18	15	6
Буэнос-Айрес	I	57	91	85	80	73	68	64	60	56	53	48	42	36	25
	IV	70	100	100	96	87	81	78	74	71	68	62	53	45	28
	VII	74	99	99	99	95	89	84	79	74	70	66	58	52	36
	X	64	100	100	93	83	78	73	69	65	60	54	45	38	17

Результаты этих расчетов приведены в табл. 1 и 2. Для кратко данные приводятся только для месяцев — представителей сезо (январь, апрель, июль, октябрь).

Данные табл. 1 и 2 показывают, что всюду в утренние ча изменчивость относительной влажности меньше, чем в дневн часы. Эту закономерность легко проследить по данным наблю ний горных, прибрежных и равнинных станций. Особенно больш изменчивостью отличаются характеристики относительной вла ности высокогорных станций в сухой период года, когда суточн вариации температуры воздуха наибольшие, а месячные сум осадков минимальные в году. Но поскольку в дождливое вре года встречаются отдельные ясные бездождные дни, в которые диационные условия мало отличаются от подобных условий в хое время, то общая амплитуда колебаний влажности в обоих с чаях оказывается почти одинаковой. Поэтому по годовому хо осадков, представленному по одним многолетним средним зна ниям, вряд ли можно судить об изменчивости относительной вла ности, рассчитанной по ежедневным данным. Так, в Боготе в ию при норме осадков 45 мм относительная влажность воздуха обработанным данным варьирует от 46 до 92%, а в апреле п норме осадков 118 мм — от 52 до 95%. По дневным данным свя между значениями осадков в июле и апреле и экстремальными зн чениями относительной влажности воздуха еще более неопредел на. Такое несогласие в закономерностях распределения ежедне ной относительной влажности воздуха и месячных норм осадк объясняется следующими причинами. Годовое количество осадк составляет 975 мм, причем между сухими и дождливыми месяца нет особенно большой разницы. И в дождливые месяцы в го нередко сохраняется сравнительно сухая погода, характеризующа ся большими внутрисуточными колебаниями температуры и отн сительной влажности воздуха. Такие дни сглаживают основн различия в распределении ежедневных значений относительн влажности между сравнительно дождливыми и сухими периода года. В районах, где годовой ход осадков по сезонам выступа более резко, обнаруживается определенная связь между вла ностью воздуха и осадками. В частности, в Уанкайо (Перу) в ию при норме осадков 5 мм средняя дневная относительная влажнос воздуха варьирует в пределах 15—50%, а в январе при нор 137 мм осадков — в пределах 10—80%. Эти различия проявляют и в значениях относительной влажности различной обеспеченност В январе, в 50% дневных часов относительная влажность на 10 выше, чем в июле.

На морских и океанических побережьях, особенно на тихоокеа ском, где влияние Перуанского течения проявляется особенно з метно, в утренние часы относительная влажность воздуха всег очень высока, ее изменения от одного дня к другому незначител ны. Классическим примером могут служить результаты расчет в Лиме (столица Перу). Утром здесь почти никогда влажнос не опускается ниже 85%, большей частью она сохраняется вы

%. В январе, апреле, июле и октябре в 80% случаев ее значения вны 90—94%.

Днем условия влажности становятся иными. Разности между ксимальными и минимальными значениями возрастают до 30% более. Так, в Лиме в наиболее сухие дни относительная влажсть воздуха понижается до 45—50%. Такой сухой воздух бывает часы выноса континентального воздуха в сторону океана. При звитом морском бризе летом, весной и зимой дневная влажность

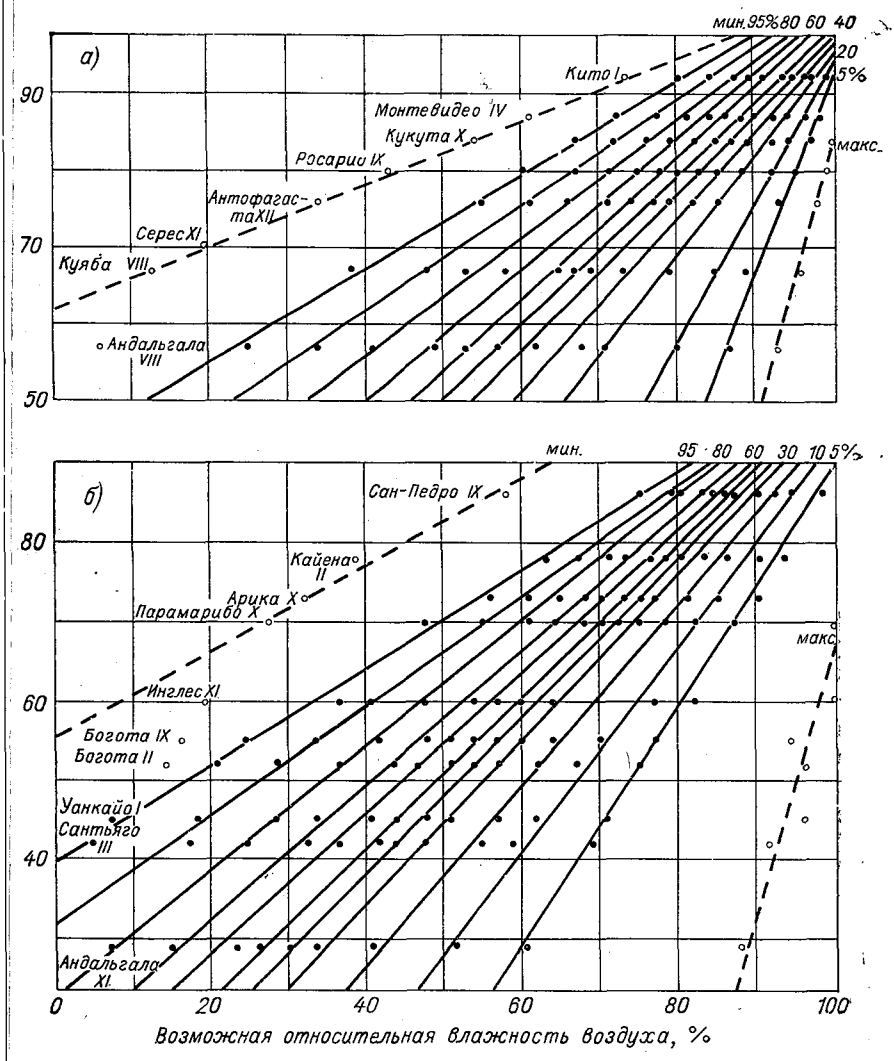


Рис. 3. Номограммы расчета относительной влажности воздуха в Южной Америке.

а — утро (ежедневные данные), *б* — день (ежедневные данные).

повышается до 85—95%. Иные погодные условия бывают осен
когда даже максимальные значения элемента не превышают 75
Однако при небольшом удалении от моря начинают заметно п
являться ослабление влияния моря и усиление континентальнос
В этом отношении примером может служить ст. Сантьяго, н
небольшая удаленность от моря и некоторая защищенность от не
значительно обусловливают увеличение изменчивости относите
ной влажности воздуха от одного дня к другому.

Расчеты ежедневной относительной влажности воздуха разл
ной обеспеченности, произведенные для утренних и дневных сро
наблюдений по большому объему информации, подверглись на
номографированию. Закономерности распределения относительн
влажности воздуха, как и других элементов климата, неоднокр
но описывались с помощью номограмм для территории Афри
и Азии. Исследование распределения относительной влажнос
воздуха по территории Южной Америки с помощью номогра
проводится впервые. Представляло интерес проверить наш оп
номографирования относительной влажности на материалах им
но по этому материку, который по пространственным и врем
ным закономерностям климата имеет много специфических о
бенностей, связанных как с рельефом, циркуляцией и характер
подстилающей поверхности, так и с влиянием окружающих океан
и морей, различных по своим термическим ресурсам.

На рис. 3 представлены две номограммы, одна из них описы
ет пространственно-временные закономерности распределения
носительной влажности по территории материка в утренние час
а другая — в дневные часы. Общим для обеих номограмм являет
их постепенное сужение в верхней части. Этот внешний призн
показывает, что по мере увеличения средних значений (от 30
50%) разности между экстремальными значениями заметно уме
шаются, уменьшается и сама изменчивость элемента. Особен
хорошо это видно из левой части номограммы, которая харак
ризует повышение минимальных значений относительной влаж
сти воздуха с общим увеличением средней величины. При сре
ней влажности 90% в дневные часы относительная влажнос
практически не опускается ниже 60%, а в утренние — ниже 70
По номограмме для утренних часов в 95% случаев относительн
влажность воздуха при средней 60% больше 30%, при средн
70% больше 45%, при средней 80% больше 60% и при средн
90% больше 70%. Минимальная изменчивость элемента лежит
уровне средних около 90—95%. Эти величины наиболее характе
ны для морских побережий, особенно для тихоокеанского, омыва
мого холодным Перуанским течением. Сравнительно мала изме
чивость влажности и на Амазонской низменности, но в некотор
дни, особенно в периоды малых осадков, возможны и низкие зн
чения влажности воздуха.

Номограмма дневных значений относительной влажности во
духа по своему внешнему контуру ориентирует на максимальн
возможные колебания влажности от минимальных значений в с

, солнечные и безоблачные дни до максимальных величин в дни ождями и сплошной облачностью, при сильно увлажненной под-лающей поверхности. Так, уже при средних дневных величинах оло 60% относительная влажность может колебаться от 10 до —95%. Это уже совсем другой режим, отличный от утреннего емени. При средней 60% в 70% случаев относительная влаж-сть меньше 70% и только в 30% случаев она выше 70%, а в 5% учаев больше 80%.

Выводы

1. Анализ ежедневных данных показал, каким образом форми-ется режим влажности воздуха и в каких пределах возможны колебания утром и днем. На этом фоне получена количествен-я оценка повторяемости средней многолетней величины и, сле-вательно, ее достоверности.

2. Приведенные номограммы, составленные по данным еже-евных наблюдений, дают возможность лучше показать все осо-нности в распределении изучаемого элемента. Зная структуру емента, всегда можно определить и общие погодно-климатиче-ие условия, при которых встречаются определенные характерис-ки влажности воздуха, с вполне определенной вероятностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климаты Африки. Под ред. А. Н. Лебедева и О. Г. Сорочан. Л., Гидро-теоиздат, 1967. 488 с.
2. Параметры тропического климата для технических целей. Под ред. Н. Лебедева и В. И. Лашкова. Л., Гидрометеоиздат, 1973. 515 с.
3. Егорова А. Ю. Параметры климата островов Филиппинского архи-лага Л., Гидрометеоиздат, 1975. 126 с.

И. С. БОРУШК

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ НАБЛЮДЕНИ ПО СКОРОСТИ ВЕТРА НА СТАНЦИЯХ ЮЖНОЙ АМЕРИК

Различия форм публикации данных и методики наблюдени несоответствие периодов и сроков, разрозненность и несвоевреме ное поступление метеорологических изданий в нашу страну созд ют трудности при обобщении материала по скорости ветра Южной Америке.

Сведения о скорости ветра обычно публикуются в ежегодника издаваемых каждым государством отдельно. Иногда характерист ки по ветру приводятся в климатологических справочниках в вид средних многолетних величин. Известны два справочника с так ми данными — это справочники по Аргентине за период 1941- 1950 гг. и Чили за период 1916—1945 гг.

Естественно, при анализе материала наблюдений наибольшу ценность представляют ежедневные данные, по которым можн судить об изменчивости элемента, преобладающем направлени сильного ветра, его вероятности и т. д. Однако ежедневные да ные имеются всего лишь по 35 станциям, освещающим в основно климат Колумбии, Экуадора, Гвианы и Аргентины. Осредненны же ветровые характеристики за отдельные месяцы получены п всем государствам материка, в общей сложности по 130 станциям

При обработке данных наблюдений по Южной Америке при нята единая для всех государств форма представления скорост ветра — м/с. Для получения сравнимого материала средние суточ ные величины рассчитывались лишь по наблюдениям, проводимы не реже трех раз в сутки, так как двухразовые данные дают част отклонения, превышающие 20% истинной средней. При исследова нии показаний элемента предпочтение отдавалось наблюдениям за последние годы, даже если используемый период приходилос значительно сокращать. Такое решение принято на основании ана лиза однородности материала, который показал, что на станция многих государств отмечается скачкообразное возрастание ско ростей ветра с течением времени. Подобное изменение скорости

звано заменой старых приборов новыми, усовершенствованны-
, более чувствительными [1]. Раньше, например, в Чили, в 20-х
ах, наблюдения на некоторых станциях проводились визуально
баллам шкалы Бофорта.

Длительности периодов использованных наблюдений на стан-
ях различных государств существенно отличаются друг от дру-

В 20% случаев периоды наблюдений составляют 2—5 лет,
55% длительность периодов колеблется в пределах 6—10 лет
в 20% случаев имеем данные наблюдений за 11 лет и более.

С целью проверки надежности расчета средних многолетних
ачений скорости ветра из рядов различной длительности были
оведены специальные проработки. Для нахождения целесооб-
зного периода осреднения можно воспользоваться формулой
ределения средней ошибки σ_N в предположении бессвязности
да:

$$\sigma_N = \frac{\sigma}{\sqrt{N}},$$

е σ — среднее квадратическое отклонение индивидуальных значе-
й ряда, N — число лет в ограниченном ряду наблюдений.

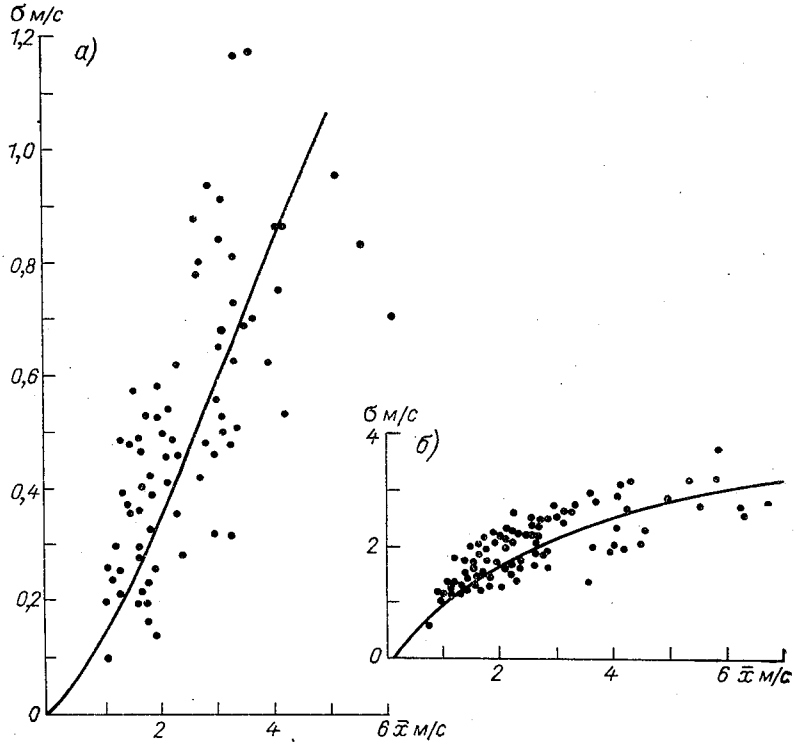


Рис. 1. График зависимости между изменчивостью σ и средней скоростью ветра $\bar{x}$.

а — средние месячные значения, *б* — ежедневные значения.

За среднюю ошибку $\overline{\sigma}_N$ можно принять значение критерия оце
ки неоднородности ряда, которое характеризует точность получе
ных материалов наблюдений. Численно критерий неоднороднос
рядов по скорости ветра принято считать равным 10—15% от на
более часто встречающихся в ряду значений. Таким образом, зн
чение критерия неоднородности будет находиться в определенно
соотношении со скоростью ветра.

Значения средних квадратических отклонений, вычисленные
данным наблюдений 12 станций за все месяцы, графически пре
ставлены на рис. 1 *а* в виде зависимости от средней скорости ве
ра рассматриваемых рядов. Снимая с графика значения σ, соо
ветствующие определенным скоростям ветра, имеем возможнос

Таблица 1

Период осреднения в зависимости от σ и $\overline{\sigma}_N$

Скорость ветра (м/с)	σ	$\overline{\sigma}_N$	N
1—2	0,1—0,5	0,15—0,3	1,5(0,4—2,7)
3—4	0,4—0,9	0,4—0,6	1,7(1,0—2,3)
5—6	0,7—1,5	0,7—0,9	1,9(1,0—2,8)

рассчитать целесообразные периоды осреднения наблюдени
(табл. 1). Из-за значительного рассеяния точек на графике вычи
лены возможные минимальные и максимальные периоды продо
жительности.

Из табл. 1 видно, что для получения средних многолетних в
личин с надежностью 68,3% (соответствует одинарному σ) дост
точно иметь периоды длительностью 1—2 года. Если задается бол
высокая надежность определения многолетних величин, наприме
95,4% (при удвоенном σ), тогда длительность периода следует ув
личить в четыре раза.

Таким образом, можно получить многолетние средние скорос
ветра с достаточной степенью надежности (примерно 80%)
рядов длительностью 3—5 лет.

Полученный результат о целесообразной длительности период
осреднения многолетних величин можно проверить с помощью о
работки ежедневных данных, используя ту же формулу определ
ния N, приведенную выше.

Входящие в формулу средние квадратические отклонения пол
чены по материалам десяти станций; представлены они в вид
графика зависимости от средней скорости ветра рассматриваемо
ряда (рис. 1 *б*). Из приведенного графика видно, что средние ква
ратические отклонения данных ежедневных наблюдений принимаю
значения, равные 1—4 м/с, вместо 0,2—0,8 м/с, характерных дл
средних месячных значений. Тем самым изменчивость ежедневны

ростей ветра примерно в пять раз превосходит изменчивость дних месячных величин.

За среднюю ошибку $\overline{\sigma_N}$ можно принять критерий инструменьной точности измерения скорости ветра, который приравнится к 0,5 м/с.

Следовательно, если принять среднее квадратическое отклонее равным 4 м/с (наибольшим из возможных отклонений), а среднюю ошибку равной 0,5 м/с, тогда из формулы получим, что ряд жен состоять примерно из 60 величин ($N=4^2/0{,}5^2=64$) при обеспенности 68,3%. Это количество членов ряда соответствует числ наблюдений, проводимых в течение одного месяца при двух более наблюдениях за сутки. Задавая повышенную степень нажности, обеспеченностью 95,4% ($2\sigma=8$ м/с, $\overline{\sigma_N}=0{,}5$ м/с), полум ряд, состоящий из 260 членов, что соответствует периоду наюдений в 3—4 года.

Таким образом, сравнения расчетов определения целесообразй длительности периодов осреднения независимо, как по средм месячным данным, так и по ежедневным, показали одинаковые зультаты. Тем самым, полученные для некоторых станций Южй Америки средние месячные скорости ветра из рядов небольй длительности (2—4 года) имеют допустимую степень точности пригодны для раскрытия особенностей ветрового режима над териком.

Для удовлетворения практических запросов строительных оргазаций, помимо средних месячных величин, необходимы обоснонные сведения о вероятностях различных скоростей ветра. Наимер, сведения о возможных максимальных скоростях требуютпри определении ветровых нагрузок на промышленные и жилые ания при их проектировании, а также для характеристики райов, опасных в ветровом отношении. В то же время частые штили слабые ветры способствуют загрязнению приземного слоя атмоеры в промышленных районах и крупных городах газообразны выбросами производства и автотранспорта; с этой точки зрея более благоприятными являются сильные ветры. Короче гово, запросы о ветровых параметрах становятся с каждым годом е более конкретными и частыми.

Используя сведения о повторяемостях тех или иных скоростей тра, можно легко построить либо зримо представить себе возжные формы кривых распределения. Типичной кривой распреления повторяемости скорости ветра является асимметричная рма. В связи с тем, что на большей части территории Южной мерики средние скорости ветра невелики и составляют 1—3 м/с, ивые распределения имеют либо резко скошенную форму с преладанием повторяемостей с нулевой скоростью (j-образный тип спределения), либо кривые частот круто поднимаются от малых ачений скорости до пика, затем постепенно опускаются почти споненциально к оси абсцисс. Ограниченность кривых распредения нулевым значением обусловливает преобладание положитель-

ных отклонений над отрицательными (положительная ас
метрия).

Удобным показателем формы распределения кривой являе
коэффициент асимметрии, который можно вычислить по форм

$$c_s = \frac{\sum_1^n (x_i - \overline{x})^3 m_i}{N \sigma^3},$$

где x_i — серединное значение градации скорости ветра, $\overline{x}$ — средн
скорость ветра, m_i — повторяемость (частота).

Таблица

Статистические характеристики рядов наблюдений по скорости ветра

Станция	Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Бартика	c_s	0,7	1,0	0,8	0,4	1,4	1,2	0,4	2,0	1,6	1,1	0,6
(Гайана)	σ	1,3	1,3	1,4	1,8	1,3	1,5	1,6	1,6	1,5	1,3	1,3
	$\overline{x}$	1,4	1,4	1,5	1,4	1,1	1,4	1,8	1,5	1,2	1,2	1,4
Куяба	c_s	1,1	1,2	1,3	1,7	1,6	1,2	1,3	1,3	0,7	2,4	1,2
(Бразилия)	σ	2,3	2,1	2,2	2,1	2,2	2,3	2,2	2,3	2,3	2,2	2,2
	$\overline{x}$	2,3	2,1	1,7	1,9	2,0	2,2	1,9	2,1	2,6	2,2	2,1
Сидней	c_s	—0,3	—0,5	0,2	0,1	0,5	0,6	0,7	0,2	0,2	0,5	0,0
(Австралия)	σ	2,6	3,0	3,3	2,4	2,7	3,2	2,9	2,6	2,4	3,2	3,1
	$\overline{x}$	5,6	5,4	4,6	4,2	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9	5,3	5,0
Аделаида	c_s	0,2	—0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,9	0,4	0,2	0,0
(Австралия)	σ	2,8	2,2	2,4	2,0	1,9	1,9	2,3	3,1	2,4	2,6	2,3
	$\overline{x}$	4,9	4,0	4,1	3,6	3,4	3,5	4,0	4,6	3,9	4,2	4,1

В качестве примера в табл. 2 помещены коэффициенты аси
метрии, характеризующие области со слабыми ветрами в Южн
Америке. Для сравнения приведены также сведения по станция
с сильными ветрами (Австралия). Из таблицы видно, что на пр
веденных пунктах распределения скорости ветра по градациям им
ют положительные коэффициенты асимметрии. Подобная устойч
вость знака коэффициента характерна, пожалуй, только дл
рассматриваемого элемента. В зоне слабых ветров, где часто быва
штилевая погода и изменчивость скоростей (σ) небольшая, к
эффициенты асимметрии очень велики и нередко превышают ед
ницу. При больших скоростях ветра (4—6 м/с) коэффициент
асимметрии обычно по величине значительно меньше и могут бы
даже близкими к нулю, что характерно для нормального распр
деления.

Из представленных характеристик по скорости ветра, а также анализа по другим неприведенным здесь данным следует, что овой ход скорости ветра повсеместно слабо выражен. В связи им вероятности по градациям скоростей ветра и обеспеченности вильнее рассматривать в целом за весь год. Во-первых, это собствует более высокой степени надежности получения опреяемых величин из-за увеличения в 12 раз (число месяцев в количества членов в каждом ряду. Во-вторых, как известно, целей строительства величины расчетных скоростей ветра опреяются по наблюдениям за год.

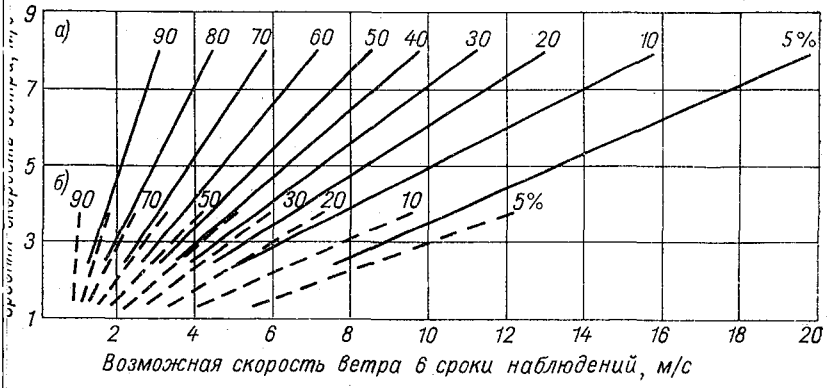


Рис. 2. Номограмма для расчета скоростей ветра различной обеспеченности. Южная Америка.
а — распределение с умеренной асимметрией, б — распределение с сильной асимметрией.

Для станций Южной Америки были определены обеспеченности личных скоростей ветра за отдельные месяцы и для года в це-. В табл. 3 приведены эти величины только для года. В таблице ается также графа с указанием типов распределения каждого из сматриваемых рядов. Оказалось, что резко скошенному типу пределения (j-образному) свойственна значительная повторяесть (около 30% и более от всех случаев в ряду) слабых ветров оростью 0—1 м/с). Данный тип распределения обнаруживается ьшей частью в районах влажного тропического климата. Вто- тип распределения, ограниченный колоколообразный (К), характеризуется незначительной повторяемостью слабых ветров средними годовыми скоростями, обычно превышающими 3 м/с. от тип распределения характерен для районов с ярко выраженпассатной циркуляцией и для зоны умеренного климата с относительно сильными ветрами.

Благодаря существующей связи между средними месячными чениями и видом распределения скорости ветра материалы по

Таблиц

Скорости ветра (м/с) различной обеспеченности, полученные по ежедне данным в сумме за год

Станция	Средняя	Максимальная	Обеспеченность, %							ра до
			5	10	30	50	70	90	95	
Барранкилья (Колумбия)	4,8	⩾23	9,8	8,2	5,8	4,4	3,2	1,8	1,2	
Модельин (Колумбия)	2,0	⩾18	6,3	5,2	2,3	1,1	0,4	0,2	0,0	
Бартика (Гайана)	1,4	⩾14	4,5	3,7	2,0	1,3	0,8	0,3	0,1	
Кайенна (Французская Гвиана)	2,3	⩾11	6,0	5,1	2,9	1,6	0,7	0,2	0,1	
Кито (Экуадор)	3,0	⩾13	8,1	7,1	5,0	3,4	1,4	0,3	0,1	
Куяба (Бразилия)	2,1	⩾10	7,1	6,0	3,3	2,0	1,2	0,5	0,4	
Санта-Крус (Аргентина)	5,3	⩾17	14,9	11,6	7,0	4,9	3,2	1,7	1,3	
Порт-Стэнли (Фолклендские (Мальвинские) о-ва)	8,8	⩾18	15,5	13,7	10,7	8,9	6,9	3,4	1,9	

обеспеченностям обобщены в две группы с помощью графико номограмм, где ось ординат соответствует средним месячным зна ниям, а ось абсцисс — возможным скоростям, наблюдающи в отдельные дни и сроки (рис. 2).

Обработанные материалы по скорости ветра позволили сос вить определенное представление о ветровом режиме Южной А рики. В общих чертах оно заключается в следующем. В тропи ских широтах, вблизи экватора, обычно наблюдаются слабые вет средней скоростью 1—2 м/с. При этом безветрие бывает п мерно в 30—50% случаев. Иногда, в момент формирования цик нических возмущений в зоне конвергенции воздушных масс, с рости могут достигать 5—10 м/с. На прибрежных станциях из развития бризовой циркуляции в зоне действия пассатов средн скорости составляют 3—4 м/с. Здесь в отдельных случаях скоро ветра могут превышать 10 м/с. В умеренных широтах, где вели

широтные градиенты давления и сильно развита циклоническая гельность, нередко ветры в сроки наблюдений достигают ско-ги 15 м/с и более. Вторжение на материк тропических цикло-с ветрами разрушительной силы метеорологическими станция-не отмечалось.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Климатический справочник Южной Америки. Под ред. А. Н. Лебедева. Л., рометеоиздат, 1975. 370 с.

И. С. БОРУШ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУШНЫХ ТЕЧЕНИЙ НАД ЮЖНОЙ АМЕРИКОЙ

Особенности строения барического поля определяют характ направления и скорость перемещения воздушных масс, тем сам обусловливая в значительной степени пространственный и врем но́й ход всех основных метеорологических элементов.

Удобной и общепринятой формой представления материала н блюдений по давлению воздуха служат карты распределения ср них месячных значений, приведенных к уровню моря. Для постр ния карт давления по Южной Америке привлечен цифровой ма риал 150 станций, опубликованный в работах [6, 7, 1]. Длител ность использованных рядов наблюдений различна. В 50% случа она составила 30 лет и более (преимущественно за 1931—1960 гг в 38% случаев — от 10 до 29 лет и в 12% — менее 10 лет. Терр тория материка освещена данными неравномерно. Их вполне д статочно в южной половине материка (в субтропических и ум ренных широтах) и мало в тропической зоне, тогда как именно тр пические широты являются очагом формирования общей циркул ции атмосферы, где положения области экваториальной депресс и внутритропической зоны конвергенции определяют основное ра пределение воздушных течений.

Длительность периода, необходимая для получения надежны средних многолетних значений давления воздуха (климатическ норм), определяется изменчивостью средних месячных значени По материалам О. М. Челпановой и Т. В. Коробейниковой [1 изменчивость давления воздуха, представленная средними квадр тическими отклонениями σ, растет от экваториальных широт к ум ренным и имеет порядок величин от 0,5—0,6 до 4,0 мб. Значени квадратических отклонений, осредненные за четыре месяца (я варь, апрель, июль, октябрь), помещены в табл. 1. Для этих ж станций вычислены средние ошибки $\overline{\sigma_N}$ по известной форму $\overline{\sigma_N}=\sigma/\sqrt{N}$ для рядов длительностью (N) 10 и 30 лет (в предпол жении бессвязности ряда).

Помещенные в табл. 1 значения средних ошибок обеспечивают лучение климатических норм с указанной точностью в доверительных границах $\pm\sigma$. Климатические нормы в доверительных аницах $\pm 2\sigma$ (обеспеченностью 95,4%) получаются из 30-летних дов со средними ошибками (больше табличных в два раза): —0,3 мб в тропических широтах, 0,4—0,7 мб в субтропических, —1,5 мб в умеренных; из 10-летних рядов со средними ошибка-: 0,4—0,5 мб в тропических широтах, около 1 мб в субтропиче-их и около 2 мб в умеренных.

Таблица 1

Средние квадратические отклонения (σ) и средние ошибки ($\bar{\sigma}_{10}$, $\bar{\sigma}_{30}$)

Станция	Тип климата	σ	$\bar{\sigma}_{10}$	$\bar{\sigma}_{30}$
Турисау (Бразилия)	Тропический	0,6	0,19	0,11
Чиклайо (Перу)	„	0,8	0,25	0,14
Арика (Чили)	„	0,8	0,25	0,14
Пунта-Тортуга (Чили)	„	0,7	0,22	0,13
Рио-де-Жанейро (Бразилия)	Субтропический	1,2	0,38	0,22
Буэнос-Айрес (Аргентина)	„	1,8	0,57	0,33
Гуафо (Чили)	Умеренный	2,4	0,76	0,43
Сармьенто (Аргентина)	„	2,6	0,82	0,47
Пунта-Аренас (Чили)	„	4,0	1,27	0,73

Приведенные критерии точности показывают, что надежные лиматические нормы со средней ошибкой в пределах ± 1 мб можσ получить для всей территории материка из рядов длительностью 0 лет. Ряды длительностью 10 лет дают надежные климатические ормы с той же средней ошибкой только для тропической и субропической зон. Необходимо отметить, что изменчивость давления оздуха на высокогорных станциях меньше, чем на низменных, , следовательно, горные районы можно характеризовать относительно короткими рядами наблюдений.

На рис. 1 представлено распределение давления воздуха за нварь и июль. Интервалы между нанесенными изобарами составяют 2 мб. Это условие построения карт удовлетворяет правилу роведения изолиний, интервал между которыми должен быть раен или больше удвоенной величины средней ошибки ($2\bar{\sigma}_N$).

Как видно из приведенных рисунков, на территории Южной Америки и окружающей акватории в течение года удерживается пределенное распределение барических образований, степень

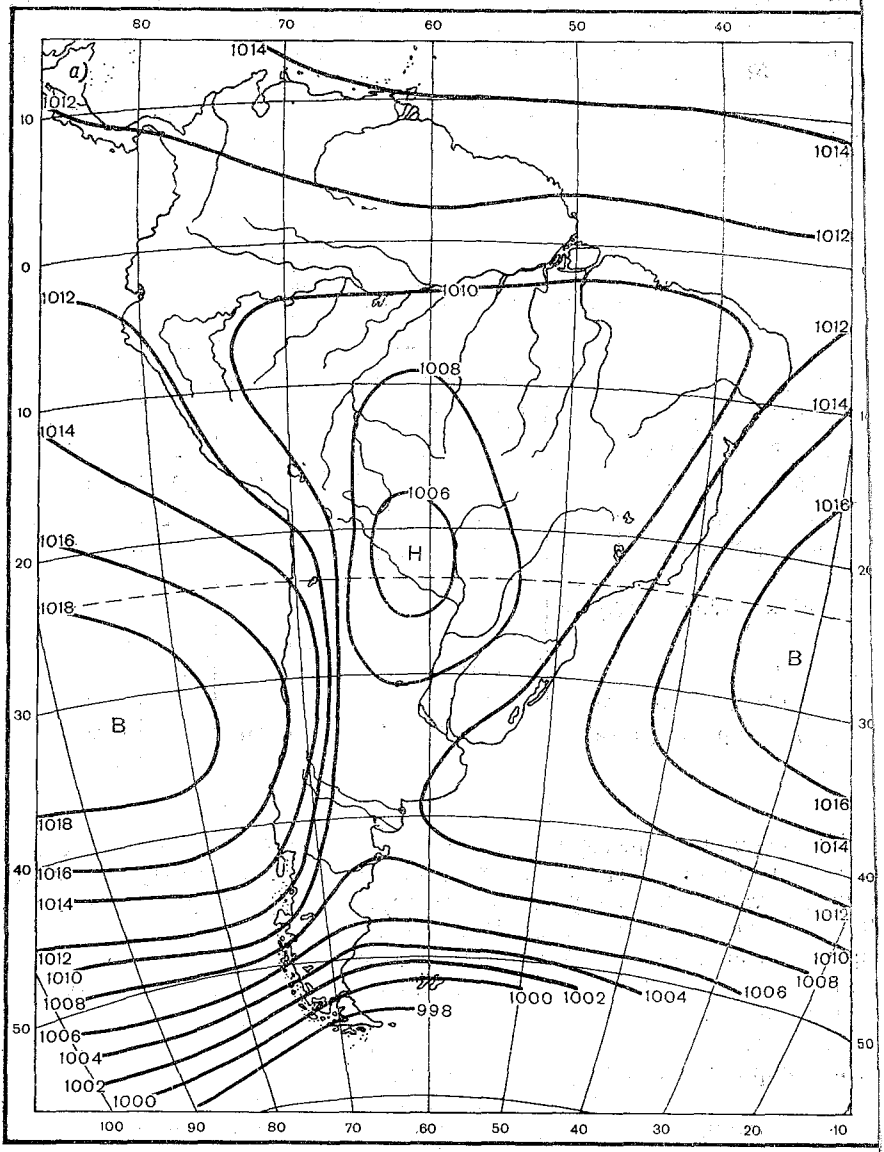
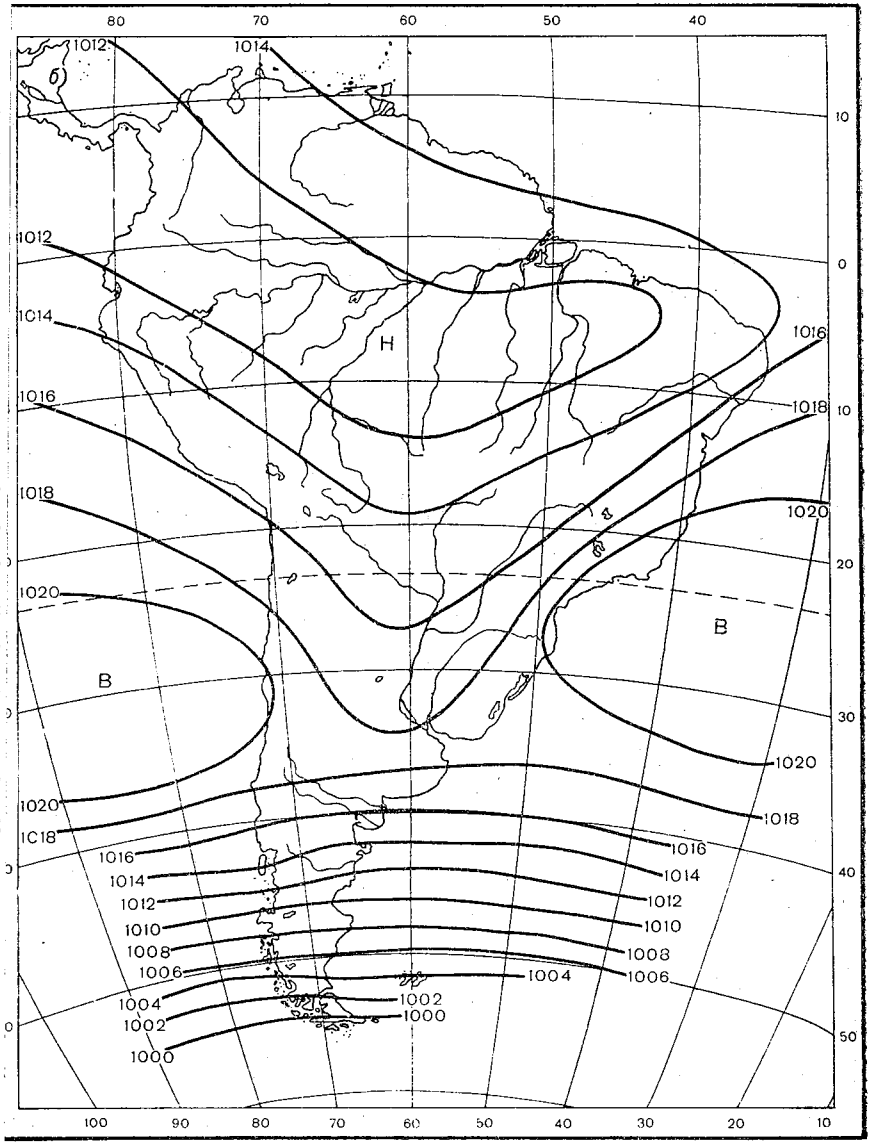


Рис. 1. Атмосферное давление
а — январь,



мб) на уровне моря.

— июль.

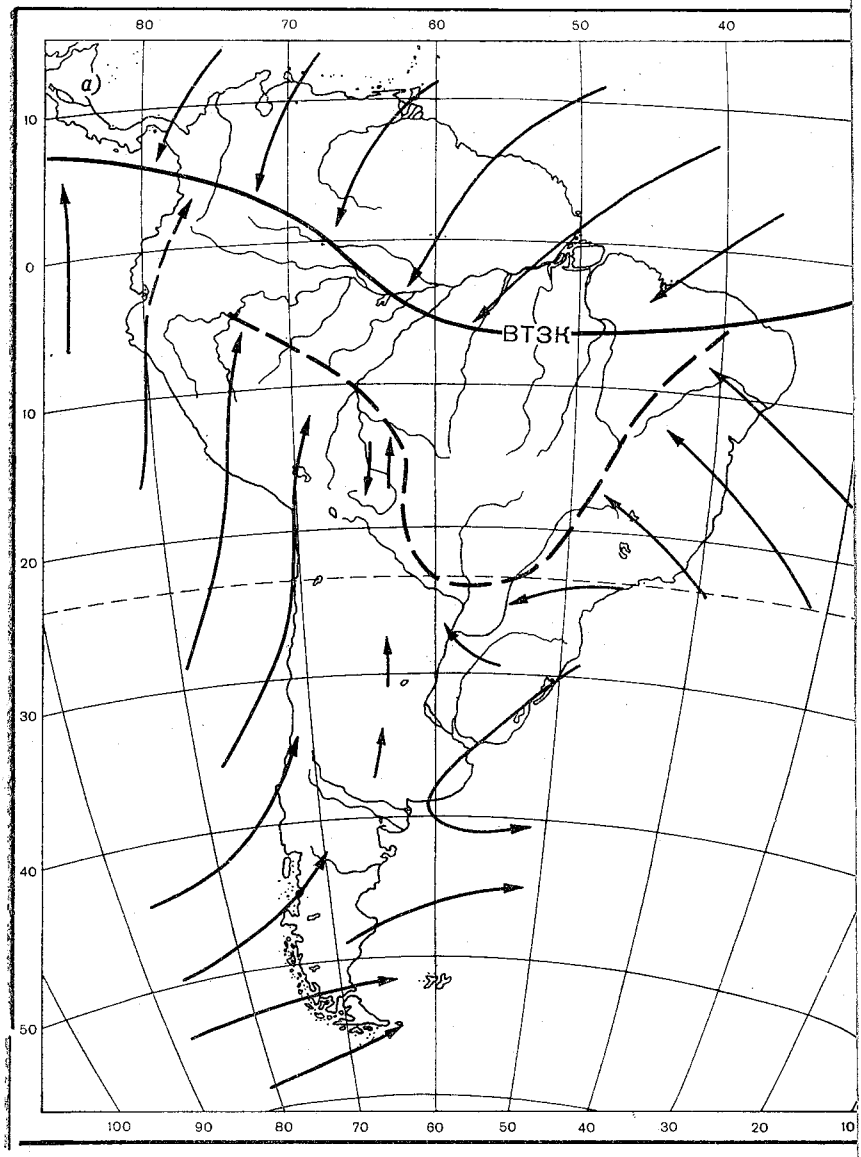
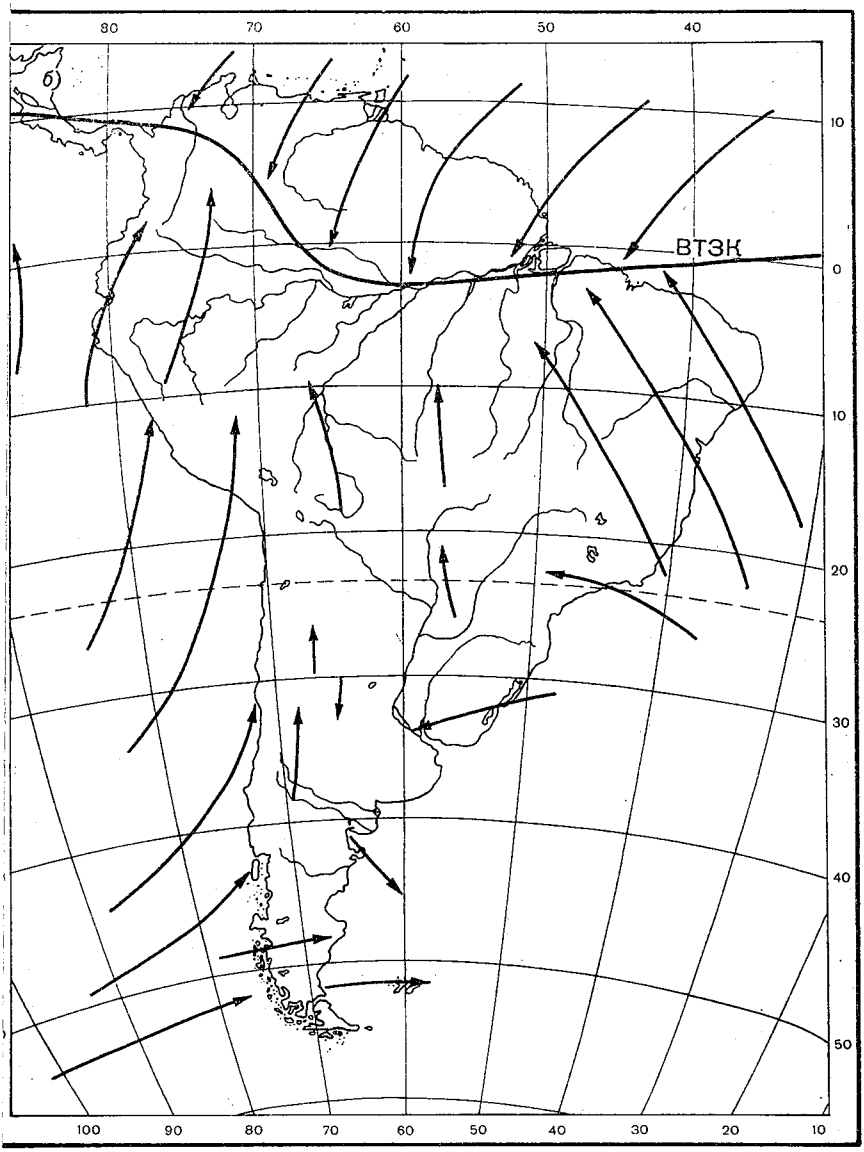


Рис. 2. Преобладающие направлен
а — янв

проявления которых меняется несущественно. Центральная час материка, примерно от экватора и до 30° ю. ш., занята област экваториальной депрессии. Эта область ограничена на карте из барами 1010 и 1012 мб. Положение области низкого давления мо но проследить по картам во все сезоны. Она выступает либо в ви



здушных масс.
– июль.

мкнутых изобар летом (январь), либо в виде ложбины низкого вления зимой (июль). Минимальная величина давления в об- сти депрессии (1006 мб) отмечается в январе. В это время центр прессии располагается на широте Южного тропика, над террито- ей Парагвая, самой прогретой в летнее время частью материка.

Вообще же поле давления в области экваториальной депресс очень размыто, градиенты давления малы.

В зоне 30—40° ю. ш., южнее экваториальной области низко давления, простирается пояс высокого давления, являющийся пер мычкой между двумя океаническими антициклонами, которые н ходятся по обе стороны от материка. Максимальное давление зде достигает 1018—1020 мб (в июле). Известно, что разность да лений между центрами антициклонов и центром экваториальн депрессии определяет мощность и глубину проникновения пассат на территорию Южной Америки.

На участке от субтропического пояса до южной оконечности м терика давление падает, при этом минимальная величина давлен составляет 1000—998 мб. Этот резкий перепад давления спосо ствует формированию в умеренных широтах довольно устойчив западных течений.

Карты барического поля позволяют наметить положение о экваториальной депрессии, которая, казалось бы, должна сл жить зоной конвергенции воздушных масс южного и северно полушарий. Положение оси депрессии заметно смещается от зона к сезону: от 23° ю. ш. в январе до 5° ю. ш. в июле. Однак как показали спутниковые наблюдения над облачностью [2, 3 мощный кучево-дождевой покров, определяющий положение зо конвергенции, располагается севернее оси депрессии. Зона куч вой облачности лежит примерно на 0—5° ю. ш., незначительно п ремещаясь в течение года. Различие в положении оси экватор альной депрессии и основной зоны конвергенции воздушных ма подтверждается материалами наблюдений по направлению ветр

Согласование и анализ сведений по давлению воздуха и н правлению ветра позволили дополнительно построить карты лин тока (рис. 2). Из конфигурации линий тока видно, что облас сходимости пассатов занимает по площади обширную террит рию. С юга эту область можно ограничить осью экваториальн депрессии, а с севера — линией, которая соответствует пути пер мещения атмосферных возмущений, т. е. полосе с мощным покр вом кучевой облачности и максимальным выпадением ливнев осадков. Следовательно, можно предположить, что при вторжен пассатов в область экваториальной депрессии над материком фо мируются две зоны конвергенции. Одна из них, основная, хара теризуется мощной экваториальной конвекцией влажных возду ных масс, вторая, второстепенная, соответствует оси экваториал ной депрессии (рис. 2 *а*).

Предположение о возможности формирования двух и более з конвергенции в тропиках высказано Хастенрачем [8], Сэвейе [9] и др. и подтверждено картами погоды [4]. Хастенрач считае что традиционная модель циркуляции атмосферы, объясняющ подъем воздуха в зоне сходимости пассатов у экватора в ячейк Гадлея, в отдельных случаях несколько усложняется. А именн в низких широтах может образоваться дополнительная экват риальная ячейка, которая располагается между циркуляционным

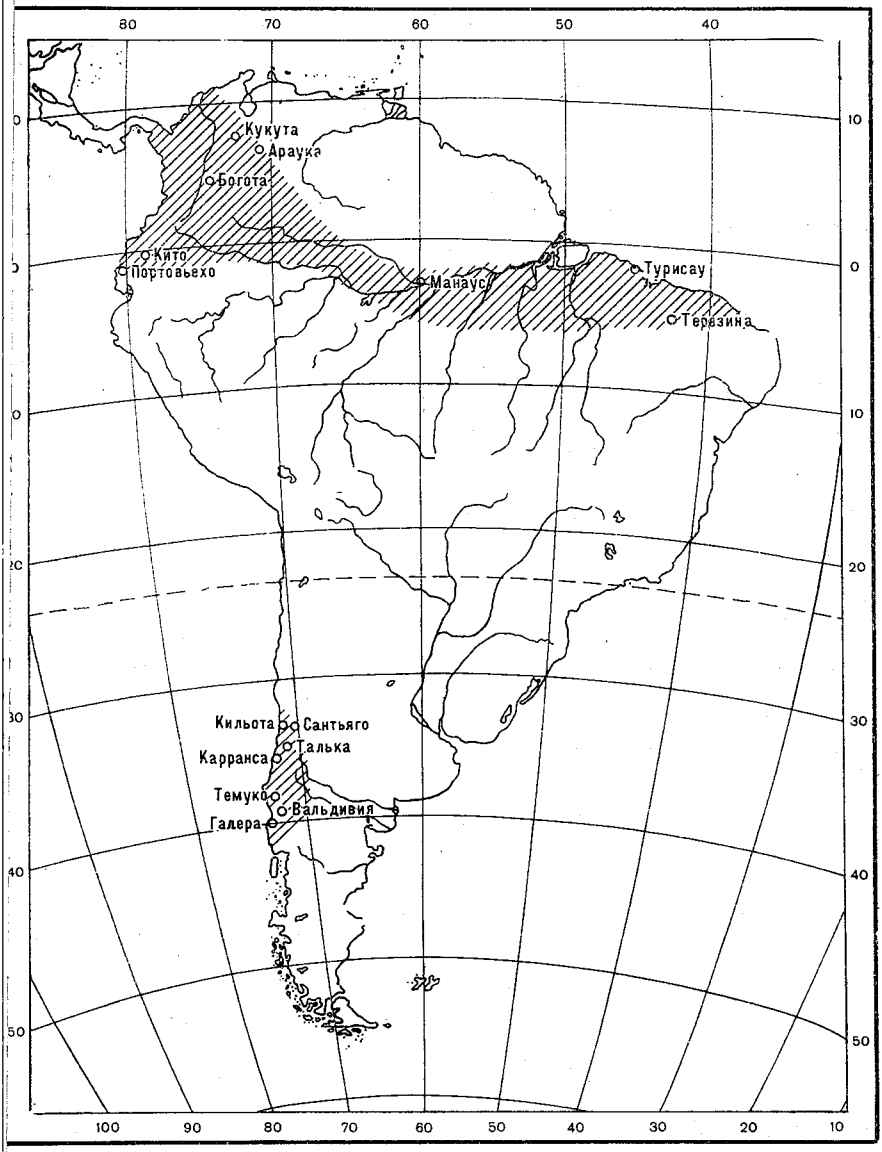


Рис. 3. Распределение муссонных областей.

чейками Гадлея. В этом случае, помимо основной зоны восходящего движения воздуха в зоне экватора, на некотором расстоянии от нее формируется дополнительная зона вертикальных перемещений.

Своеобразие погоды в зоне экваториальных широт в Атлантическом океане у берегов Бразилии описано известным мореплава-

телем Слокамом [5], совершившим в одиночку кругосветное пу
шествие на маленьком шлюпе «Спрей»... «На юге 14 сентября п
казались закрывающие солнце тяжелые дождевые облака — зл
вещий признак экваториальной штилевой полосы. Через де
«Спрей» вошел в этот мрачный район, где ему предстояло ли
бороться со шквалами, либо стать жертвой полного безветрия. Т
ков характер полосы, расположенной между районами северо-во
точных пассатов, которые наносят удары попеременно и образу
завихрения воздуха, дующие во все стороны. Еще досаждает м
реплавателям поверхность моря, покрытая мелкой рябью. Д

Таблица

Вероятность различных направлений ветра. Муссонные области

Станция	Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Шти
Араука	I	0	54	1	0	0	0	0	1	4
	VII	1	13	2	2	8	4	2	1	6
Терезина	I	10	17	2	13	2	1	2	8	4
	VII	0	8	1	46	1	6	1	2	3
Темуко	I	1	7	0	1	1	52	12	22	4
	VII	7	54	1	0	0	9	8	17	4
Вальдивия	I	11	1	0	1	42	11	29	3	2
	VII	36	1	1	0	31	8	16	5	2

полноты впечатления сверху круглосуточно хлещет дождь, лиша
щий человека элементарных удобств. На протяжении десяти дне
«Спрей» боролся и метался в таких условиях, продвинувшись п
курсу всего на 300 миль».

На территории материка, помимо обширной экваториальной
области с неустойчивыми ветрами, выделяются значительных ра
меров районы, занятые северо-восточными и юго-восточными па
сатами. Устойчивые пассатные ветры особенно четко проявляют
на побережье Атлантического океана. На противоположном тих
океанском побережье материка, вдоль узкой береговой полосы, из
лированной горной системой Анд от основной части материка
пассаты, как правило, имеют нужную и юго-западную состав
ляющую.

Обычно в тропических широтах сильно развиты муссоны, сезон
ные воздушные течения с резким изменением преобладающего на
правления ветра от зимы к лету и от лета к зиме. Классически
примером служат муссоны Индии, Индонезии и Африки.

В Южной Америке муссоны играют лишь местную ограниченну
роль и выражены слабо. Муссоннообразная смена ветров наблюда

я в двух областях материка. Одна их них, более обширная, за-ает узкую приэкваториальную полосу, вторая располагается или на территории между городами Сантьяго на севере и Га-а на юге. На рис. 3 представлено распределение областей с мус-ной циркуляцией. Приведены также станции, где данные на-юдений указывают на смену направлений на противоположные ю на затухание преобладающего ветра до штиля.

Границы приэкваториальной муссонной области соответствуют мерно положениями внутритропической зоны конвергенции нваре и июле. В течение года приэкваториальная муссонная асть поочередно подвергается действию пассатов либо север-о, либо южного полушария. Во все месяцы здесь велика ве-тность штилей, их повторяемость в отдельные месяцы может тигать 50—60%. Подтверждением служат цифровые материа- приведенные в табл. 2, для первых двух станций.

В Чилийской мусонной области смена ветров вызвана сущест-ным изменением температуры воздуха подстилающей поверх-ти от сезона к сезону. Здесь почти не бывает штилей, как это но из цифровых данных по станциям Темуко и Вальдивия бл. 2). Летом (в январе) воздушный поток направлен обычно кеана на прогретое побережье суши и имеет юго-западные со-вляющие ветра в 40—50% случаев. Цепи гор придают воздуш-м течениям направление, несколько параллельное хребтам. Зи-й (июль) воздушные потоки направлены с побережья в сторону ана и имеют северные и северо-восточные составляющие с ве-тностью 40—60%. На территории этой небольшой области мус-ы способствуют увеличению осадков до 2000 мм на общем фоне остаточности дождей в прилегающих районах — пустыне Атака- (на севере) и сухой пампе (на западе).

В умеренном климатическом поясе, к югу от 40° ю. ш., где меж-ротные градиенты давления велики, преобладающие западные оки воздуха часто сменяются ураганными ветрами неустойчивых правлений фронтальных циклонов. Погоду на юге материка окам описывает следующим образом... «Я взял курс на Магел-нов пролив, это подлинное чудовище юга. 11 февраля «Спрей» гнул Кабо-Вирхенес и вошел в суровый и мрачный пролив, где всю мощь дул ветер и гнал белоснежную пену. Порывистые валы дождя, налетевшие с северо-запада, чередовались с севе-восточными ураганами. На юго-западе виднелась белая дуга — ашный признак приближавшегося от мыса Горн шторма. Я все ел закрепить. И тут ураган, словно пушечный выстрел, ударил судну. Он ревел не переставая в течение тридцати часов. Нигде в мире не встретишь такого бурного моря, как в диких йонах м. Горн. Град и снег с дождем хлестали всю ночь на-олет. День обещал хорошую погоду, но на Огненной земле на ещание положиться нельзя. Неожиданно налетел такой ветер, о «Спрей», стоявший на двух якорях, был сорван с места и как рышко отброшен из бухты. Нет ничего удивительного, что де-вья не растут на склонах этой горы. О, великий Борей! Ведь

дерево должно состоять из одних корней, чтобы выдержать та
бешенный порыв ветра».

Сильные ветры на южной оконечности материка усугубляю
соседством его с бескрайними просторами океанов, над котор
ветры почти никогда не стихают. Например, по сведениям ст. П
Стенли (Фолклендские о-ва), скорости ветра в 80% наблюде
превышают 5—6 м/с при средней годовой скорости 9 м/с.

Особенности рельефа материка — мощная система Анд, п
тянувшаяся с севера на юг вдоль его западной окраины, и отн
тельно невысокие Гвианское и Бразильское плоскогорья на во
ке, способствуют образованию местных ветров.

В метеорологических работах [10, 11] упоминается приме
30 различных видов таких ветров. Чаще других встречаются с
сания памперо, норте, темпораль, виразон, тирраль и некото
своеобразных горно-долинных ветров. Так, например, памперо
рактерен для Аргентины и Парагвая. Это штормовой холод
южный ветер, который дует обычно со стороны пампы, т. е. сте
южного течения р. Параны. По своей природе памперо предст
ляет фронтальное вторжение холодных воздушных масс, пере
щающихся по тыловой части циклона. Существует несколько ви
этого ветра: памперо без дождя, памперо с продолжительными д
дями либо с интенсивными грозовыми шквалами. Прямо проти
положные отличительные свойства имеет в этих же областях
верный ветер — норте, теплый и влажный. Он также обусловл
воздушными потоками в циклоне, но только по его передней час
Поэтому обычно теплому норте на смену приходит южный хол
ный памперо.

Темпоралем называют западный ветер в Центральном Чили.
наблюдается зимой и почти всегда сопровождается сильными л
иями на побережье и густыми снегопадами в горах. Виразон и т
раль — испанские названия морских и береговых бризов. Бри
отмечаются на всех прибрежных станциях материка при яс
и малооблачной погоде. Там, где морские бризы по направлен
совпадают с господствующими воздушными течениями, они мо
усиливаться до штормовой силы, тогда как береговые бризы осл
бевают и становятся еле ощутимыми. Например, в Вальпара
из-за сильного морского бриза в послеполуденные часы обыч
жизнь в городе замирает — улицы становятся безлюдными, торг
ля прерывается и даже иногда прекращается работа в порту.

Несколько различных названий имеют горные и долинные в
ры. Жунта — ураганный ветер на перевалах Боливии в дневное в
мя и подобный ему йолка в Северном Перу. Теплый фёновый вет
опускающийся с гор, в Аргентине носит название зонда, а в Ю
ном Чили — пульхе и т. д.

Таким образом, своеобразие циркуляции атмосферы над Южн
Америкой, приток влажных масс воздуха с океана способству
смягчению климата, сравнительно благоприятному увлажнени
территории, ограничению зоны пустынь, уменьшению контраста те
ператур по сезонам и широте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Челпанова О. М., Коробейникова Т. В. Среднее многолетнее давление воздуха над океанами. Л., Гидрометеоиздат, 1974. 112 с.
2. Снитковский А. И. Внутритропическая зона конвергенции в восточной части Тихого океана. «Метеорология и гидрология», 1972, № 11, с. 14—26.
3. Крыжановская А. П. Перемещение циклонических возмущений в тропической зоне.— «Тр. Гидрометцентра СССР», 1972, вып. 107, с. 85—98.
4. Кружкова Т. С. О сезонной миграции внутритропической зоны конвергенции в восточном полушарии.— «Тр. ЦИП», 1966, вып. 152, с. 53—67.
5. Слокам Д. Один под парусами вокруг света. (Пер. с англ.). М., Географгиз, 1960. 110 с.
6. World Weather Records, 1951—1960. Washington, 1966, vol. 3. 355 p.
7. Climatological normals (clino) for climate and climate ship stations for period 1931—1960. WMO—OMM N 117, Tp. 52, Geneva, 1971. 212 p.
8. Hastenrath S. L. On mean meridional circulations in the tropics.—„J. Atmosph. Sci.", 1968, vol. 25, N 6, p. 979—983.
9. Sawyer J. S. Large-scale disturbance of the equatorial atmosphere.— „Meteorol. Magazine", 1970, vol. 99, N 1170. 10 p.
10. Schamp H. Die Winde der Erde und ihre Namen.—Katalog. Wiesbaden, 1964. 190 S.
11. Knoch K. Klimakunde von Siidamerika.—Handb. der Klimatologie, Bd 2, T. G. Berlin. 347 S.

А. Г. КАДЫР

ВЕРОЯТНОСТЬ ПАСМУРНОГО СОСТОЯНИЯ НЕБА И ОСАДКИ НАД ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ АЗИЕ

Облачность как элемент климата может рассматриваться са стоятельно или в комплексе с другими элементами, в частно с осадками. Это вполне очевидно, так как закономерности простр ственно-временно́го распределения облачности и осадков им много общего. Для территории Зарубежной Азии эти оба элеме исследованы достаточно подробно [1].

Настоящая статья является дополнением выполненного исс дования. В ней нашли отражение материалы, не вошедшие в у занную монографию. Это в основном вероятностные характерис ки облачности: обеспеченности каждого балла облаков и веро ность пасмурного состояния неба (8—10 баллов). Исходными д ными послужили данные ежедневных наблюдений за общей лачностью на территории Монголии (за период 1951—1956 гг.), реи (1905—1936 гг.) и Китая (1951—1954 гг.).

Имеющиеся в нашем распоряжении материалы (использова срочные данные ежедневных наблюдений) с определенной т ностью позволяют оценить режим облачности по 5—6-летним риодам. Для Китая и Монголии эти периоды включают как зас ливые годы, так и влажные. Например, летом 1954 г. на ре Янцзы и Хуанхэ отмечалось самое большое наводнение за посл ние 100 лет. Вероятностные характеристики ясного (0—2 балл полуясного (3—7 баллов) и пасмурного (8—10 баллов) неба д января, апреля, июля и октября рассчитаны для 120 станций. зультаты расчетов изданы в справочнике, а к настоящему врем они послужили основой для построения карт повторяемости п мурного состояния неба для января и июля. В дальнейшем карты могут быть уточнены за счет спутников информации, т как данные наблюдений на станциях почти не освещают пуст ных районов Синьцзяня и высокогорий Тибета.

Обеспеченности каждого балла облаков по срокам 1, 14, 1 были получены в опытном порядке для ограниченной сети стан

гая. В отличие от ранее использованных показателей облачно-, данные по обеспеченностям отметок по всем баллам показы-от частоту появления той или иной степени покрытия неба обла-ми и позволяют оценить, в каких пределах эта характеристика еняется при соответствующем ей среднем значении. Преимуще-о такого подхода к анализу ежедневных наблюдений за облач-тью заключается в том, что средняя облачность рассматривает-в связи с возможными отметками всех баллов. Известно, что дние характеристики, представленные так широко в климати-ких справочниках по зарубежной территории, совершенно не по-ательны, даже если учитывается изменчивость ее от года оду. В табл. 1 приведены средние за январь и июль значения ачности по срокам и обеспеченности каждого балла облаков отдельных пунктов Китая. Стан-расположены в различных фи-о-географических условиях. В аре средняя по срокам изменя-я от 3 до 10 баллов, а в июле — 5 до 10 баллов. Средние месяч-е значения, без учета сроков, из-няются еще в меньших пределах. июле, например, все средние зна-ия общей облачности укладыва-ся в пределах 4—8 баллов для й территории. Однако по данным еспеченностей нетрудно увидеть, о в январе и июле возможны от-тки баллов от 0 до 10 баллов. ри этом вероятность сплошного крытия неба облаками (10 бал-в) при том или ином среднем зна-нии различна. При средних зна-ниях общей облачности, равных -4 баллам, обеспеченность десяти-лльной отметки составляет 10—%, а при 7—9 баллах — 60—70%.

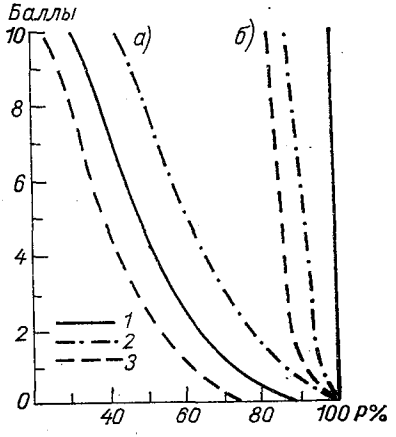


Рис. 1. Интегральные кривые распределения общей облачности по срокам.

а — Хайлар, октябрь; *б* — Цзуньи, январь; *1* — 7 ч, *2* — 13 ч, *3* — 19 ч.

Поскольку средние по срокам дают довольно сглаженную кар-ну суточного распределения облачности, мы попытались пред-авить распределение по срокам в виде интегральных кривых, которых снимались характеристики обеспеченности каждого бал-. Типизация кривых по характеру суточного хода облачности зволила выявить на территории Китая два основных типа су-чного хода (рис. 1). Наиболее распространенным является слеполуденный максимум облаков (рис. 1 *а*). Он проявля-ся во все рассмотренные месяцы и особенно четко в апреле, ког-контрасты ночных и дневных температур воздуха наибольшие. тренний или ночной максимум (рис. 1 *б*) характерен для при-ежных районов и для южных широт Китая, где преобладают сло-стые формы облачности. Наряду с указанными типами суточного

Таблиц

Обеспеченность количества облаков по баллам (0—10). КНР

Станция	Срок, ч	Среднее количество облаков	Максимальное количество облаков	Обеспеченность, %											М ма н ко че об
				5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	
				Январь											
Хайлар	07	3	10	10	10	7	2	0	0	0	0	0	0	0	
	13	4	10	10	10	10	4	2	0	0	0	0	0	0	
	19	3	10	10	10	9	3	0	0	0	0	0	0	0	
Цицикар	07	3	10	10	10	3	1	0	0	0	0	0	0	0	
	13	4	10	10	10	10	6	2	1	1	0	0	0	0	
	19	3	10	10	10	6	1	0	0	0	0	0	0	0	
Шеньян	07	3	10	10	10	8	0	1	0	0	0	0	0	0	
	13	4	10	10	10	10	5	2	0	0	0	0	0	0	
	19	3	10	10	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
Аньси	06	4	10	10	10	10	8	3	2	1	0	0	0	0	
	14	6	10	10	10	10	10	7	4	2	1	0	0	0	
	21	3	10	10	10	8	3	1	0	0	0	0	0	0	
Вэньчжоу	06	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	1	0	0	
	14	7	10	10	10	10	10	10	10	10	4	1	0	0	
	21	7	10	10	10	10	10	10	10	10	6	1	0	0	
Гуйян	06	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	14	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	4	1	
	21	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	1	0	0	
Шаньтоу	06	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	3	1	0	
	14	7	10	10	10	10	10	10	10	10	5	2	0	0	
	21	7	10	10	10	10	10	10	10	10	8	1	0	0	
				Июль											
Хайлар	07	6	10	10	10	10	10	9	6	4	2	1	0	0	
	13	7	10	10	10	10	10	10	9	7	5	3	1	0	
	19	5	10	10	10	10	10	7	5	3	2	0	0	0	
Цицикар	07	5	10	10	10	10	10	9	5	2	1	0	0	0	
	13	6	10	10	10	10	10	10	8	6	4	2	0	0	
	19	5	10	10	10	10	10	8	4	3	1	0	0	0	
Мукден	07	6	10	10	10	10	10	10	9	5	1	0	0	0	
	13	7	10	10	10	10	10	10	10	8	5	2	0	0	
	19	6	10	10	10	10	10	10	7	3	1	0	0	0	

анция	Срок, ч	Среднее количество облаков	Максимальное количество облаков	Обеспеченность, %											Минимальное количество облаков
				5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	
				Июль											
си	06	6	10	10	10	10	10	10	8	3	1	1	0	0	0
	14	6	10	10	10	10	10	8	7	5	3	2	1	0	0
	21	5	10	10	10	10	10	8	5	3	1	1	0	0	0
ьжоу	06	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	2	1	0
	14	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	2	1	0
	21	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	2	1	0
ян	06	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	2	0
	14	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	6	3	0
	21	8	10	10	10	10	10	10	10	9	7	4	1	0	0
тоу	06	8	10	10	10	10	10	10	10	10	9	6	2	1	0
	14	8	10	10	10	10	10	10	10	9	8	4	2	1	0
	21	7	10	10	10	10	10	10	10	10	6	3	1	0	0

ца выделились районы, где распределение облачности по срокам жно представить одной интегральной кривой.

Своеобразие распределения облачности в суточном и годовом де над Центральной и Восточной Азией связано главным обра- с особенностями атмосферной циркуляции и рельефом мест- сти. Периодическая смена воздушных потоков зимой и летом на ротивоположные направления полностью определяют муссонный имат исследуемого региона. Летом над всей территорией имеет сто максимум облачности и осадков, а зимой — минимум. Исклю- ие составляет бассейн верховья р. Янцзы, где в течение всего ца повторяемость пасмурного состояния неба составляет 70— %, а количество выпавших осадков сильно различается. Интерес- заметить, что при одинаковой повторяемости (70—80%) пасмур- го неба январские суммы осадков изменяются по территории от до 70 мм, в июле они составляют 100—350 мм, а на высокогор- й станции Эмей (в Тибете) при той же повторяемости градации лачности 8—10 баллов выпадает в среднем около 500 мм дождя.

Таким образом, выпадение осадков только отчасти зависит от епени покрытия неба облаками, в частности и от повторяемости смурного неба, в большей мере они зависят от структуры и фи- еских свойств облачности.

Зимой над территорией Восточной Азии преобладает сухой холодный континентальный воздух сибирского антициклона,

который распространяется на юг и через Монголию. В резу
тате над Монголией и северными районами Китая обл
ность сравнительно небольшая. Это в основном облака средн
и верхнего ярусов, а облака нижнего яруса и облака вертикальн
развития, из которых возможно выпадение осадков, в основ
отсутствуют или составляют небольшой процент от общей обл
ности. Повторяемость пасмурного состояния неба над Монгол
не превышает в январе 20—30%, а повторяемость ясного неба
ставляет 60—70%. Над Кореей повторяемость облачности 8—10 б
лов несколько выше (20—45%). В этих же пределах изменяе
вероятность пасмурного неба в северных предгорьях Тибета. К
процесс облакообразования увеличивается довольно заметно, и к
нее Янцзы повторяемость градации 8—10 баллов составляет 6
90%. Заметим, что на карте выделяется широтный пояс повтор
мости облачности 8—10 баллов, равной 50—60%, который как
разделяет материк Зарубежной Азии на две зоны—северную и ю
ную. Этот переходный пояс хорошо совпадает с положением
ласти струйного течения, южная ветвь которого расположена во
27° с. ш., а северная — около 43° с. ш. Стекание к оси струйн
течения воздушных масс северного и южного происхождения с
собствует увеличению повторяемости пасмурного неба в этих
ротах. Усиленный процесс облакообразования над побереж
Восточной Азии связан с тем, что воздушные массы восточной
риферии сибирского антициклона увлажняются при прохо
дении над окраинными морями и западной частью Тих
океана.

От зимы к весне интенсивность струйного течения на юге
бетского нагорья ослабевает. Переходный широтный пояс р
пространения пасмурного неба, о котором упоминалось вы
сдвигается на север. Над Монголией повторяемость градации
10 баллов не превышает в апреле 45%, а над Кореей составл
27—37%.

Таким образом, область вероятности пасмурного не
выше 60% к весне становится больше, чем зимой. В южных ши
тах Китая вероятность градации 8—10 баллов, как и в январе,
мая большая на исследуемой территории (70—80%).

В летний период над южным Китаем господствуют юго-зап
ный и юго-восточный муссоны, а на востоке — восточный мусс
Мощные потоки теплого и влажного воздуха, направленные в глу
континента, способствуют общему увеличению облаков и изме
нию их структуры. Над всей территорией увеличивается проце
повторяемости облаков нижнего яруса и облаков вертикальн
развития, что свидетельствует об усилении фронтальной деятель
сти и увеличении осадков в летние месяцы.

На общем фоне увеличения облачности на карте июля сох
няются две зоны повторяемости пасмурного состояния неба: зо
юго-западного и юго-восточного муссонов, расположенная южн
35° с. ш., и зона восточного муссона, расположенная северн
35° с. ш. К югу от этой широты повторяемость градации 8—

лов увеличивается от 60 до 90%, а к северу она почти не ме-тся (50—60%). Только в пустынных районах Центральной Азии торяемость пасмурного неба незначительна (20—30%).

Осенний период связан с отступлением летнего муссона. В ок-ре над большей частью исследуемой территории наблюдается етное уменьшение вероятности пасмурного неба. Характер рас-деления облачности в октябре оказывается более сходным имним распределением облаков, чем с летним. Например, над реей и над побережьем Восточной Азии повторяемость пасмур-о неба в октябре значительно меньше (13—26%), чем в другие смотренные месяцы. Только в южных широтах Китая и особенно юго-востоке Тибета повторяемость пасмурного неба по-прежне-велика. В январе, апреле, июле и октябре она меняется в пре-ах 70—95%. Это примечательное явление хорошо согласуется влажнением данной местности, где выпадают самые продолжи-ьные дожди. Именно на этот район Китая приходится максимум сла дней с осадками. В среднем он составляет около 200 дней оду.

Таким образом, район высокой повторяемости пасмурного неба юго-востоке Тибета является, по-видимому, районом интенсив-й конденсации водяного пара, поступающего с западным пере-сом. Определенную роль играют при этом выносы влаги с Ти-го океана (высотные восточные волны). Он образуется в ре-льтате защитного действия Тибетского нагорья и именуется в ли-ратуре как район «стоячей воды» [3].

Выводы

1. Обычно для характеристики облачности привлекаются сред-е величины или повторяемости по градациям (0—2, 3—7, 8— баллов). Последние даются в числах дней или процентах. Более тальная проработка материалов показала, что среднее количест-облаков связано с вероятностью каждого балла. Число случаев той или иной отметкой имеет вполне определенную ве-ятность.

2. При средних значениях общего количества облаков, равных -4 баллам, обеспеченность десятибалльной отметки составляет —20%, а при 7—9 баллов — 60—70%.

3. Количество осадков слабо зависит от повторяемости пасмур-го состояния неба по общей облачности. При повторяемости гра-ции 8—10 баллов от 40 до 80% июльские суммы осадков изме-ются от 5 до 500 мм. Январские суммы осадков при той же по-ряемости пасмурного неба не превышают 70 мм.

4. Бассейн верховья р. Янцзы (на юго-востоке Тибета) можно звать районом интенсивной конденсации водяного пара. Повто-емость пасмурного состояния неба во все сезоны года велика 0—90%). Здесь отмечены наибольшие на исследуемой террито-и продолжительность осадков и число дней с осадками (190— 0 дней в году).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климаты Зарубежной Азии. Под ред. А. Н. Лебедева, И. Д. Копан Л., Гидрометеоиздат, 1975. 448 с.

2. Климатический справочник Зарубежной Азии. Ч. II. Под ред. А. Н. Ле дева, А. Ю. Егоровой. Л., Гидрометеоиздат, 1974. 653 с.

3. Климатические характеристики облачности за период МГГ и МГС. Се ное полушарие. Вып. 2. М., 1965.

4. On the General Circulation over Eastern Asia (I).—„Tellus", 1957, vol N 4, p. 432—446.

В. П. ХОДАКОВА

ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В ЮЖНОЙ АМЕРИКЕ

Данные по солнечной радиации используются при исследовании рии климата и находят применение во многих областях прак-ки (строительство, медицина, сельское хозяйство).

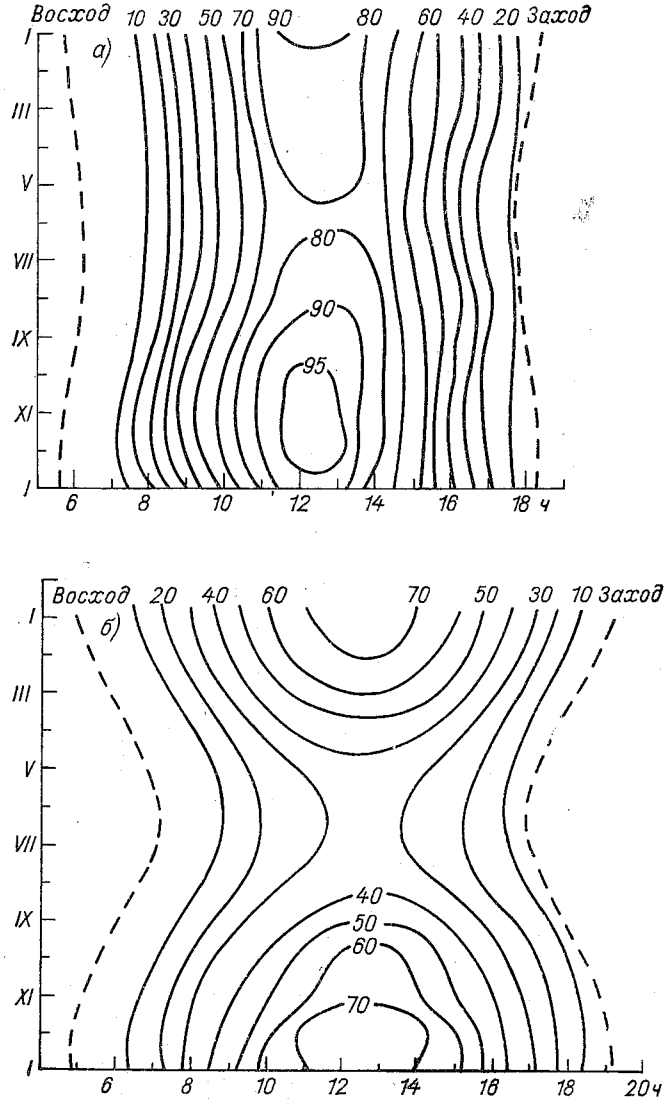
Результаты исследования радиационных условий зарубежной ритории изложены в работах М. И. Будыко [3], Т. Г. Берлянд 2, 6] и др. В настоящее время в связи с поступлением новых гинометрических материалов из ряда стран появилась возмож-сть более подробно рассмотреть некоторые характерные осо-нности распределения солнечной радиации на территории Юж-й Америки.

Поступление большого количества солнечного тепла в течение да является следствием географического положения Южной ерики, расположенной преимущественно в экваториальных и тро-ческих широтах.

Как известно, часовые суммы солнечной радиации определяют-высотой солнца, характером облачности и прозрачностью атмо-еры. В отдельные дни в связи со значительным колебанием ко-чества облаков могут существенно изменяться величины суммар-й радиации.

На рис. 1 приведен суточный ход средних часовых сумм сум-рной солнечной радиации для трех пунктов — Уанкайо (1956—59 гг.), Буэнос-Айрес (1964, 1967—1968 гг.), Порт-Стенли 957—1959, 1964—1966 гг.), находящихся в различных физико-ографических условиях. Станция Уанкайо расположена в тропи-ских широтах на западном побережье Южной Америки на высоте 50 м над уровнем моря. В субтропических широтах, на юго-вос-ке материка, находится Буэнос-Айрес. На Фолклендских остро-х, около южной оконечности материка, в умеренных широтах ісполагается Порт-Стенли.

Часовые суммы суммарной солнечной радиации, наблюдавшие-на ст. Уанкайо, по абсолютной величине значительно выше,



чем на станциях Буэнос-Айрес и Порт-Стенли. Причиной это являются значительная высота места наблюдения над уровнем м ря, большая полуденная высота солнца, малое изменение продо жительности дня в течение года, высокая прозрачность атмосфер Изоплеты вытянуты по вертикальной оси графика и только в ок лонолуденные часы образуют замкнутую область. С восходо солнца наблюдается медленное возрастание солнечного тепл и к полудню часовые суммы суммарной солнечной радиации мог

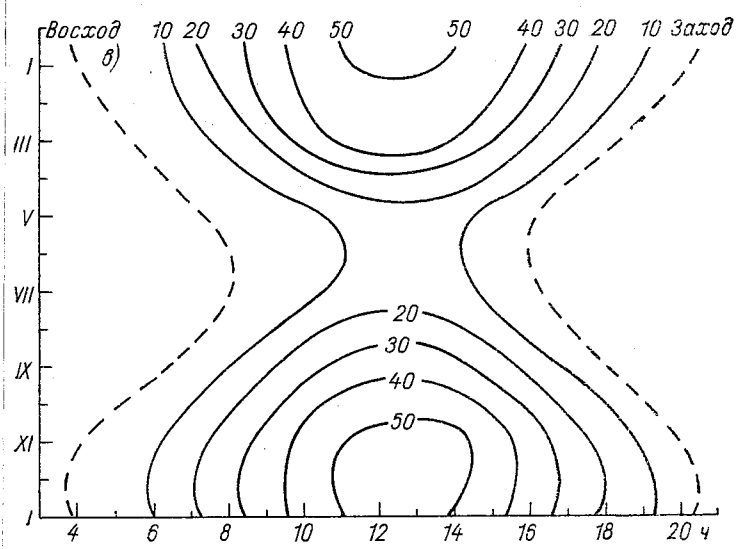


Рис. 1. Изоплеты суточного и годового хода суммарной солнечной радиации.

а — Уанкайо (12°07′ ю. ш., 75°23′ з. д.), *б* — Буэнос-Айрес (34°35′ ю. ш., 58°29′ з. д.), *в* — Порт-Стенли (51°42′ ю. ш., 57°52′ з. д.).

ри условии безоблачного неба) достигать предела возможных — —95 кал/(см^2·ч).

С увеличением широты уменьшаются абсолютные значения часовых сумм суммарной радиации. На ст. Буэнос-Айрес (рис. 1 *б*) она субтропиков) становятся заметными различия этих характеристик в годовом ходе. В зимние месяцы максимальные полуденные высоты солнца составляют половину тех, которые наблюдаются летом. Указанные различия достаточно четко проявляются в характере годового и суточного хода солнечной радиации. Летом часовые суммы суммарной радиации составляют 70 кал/(см^2·ч), зимой — около 30 кал/(см^2·ч). Максимальные часовые суммы в летние месяцы в полдень достигают 75 кал/(см^2·ч), в часы около восхода и захода солнца потоки тепла незначительны.

В отличие от распределения суммарной радиации в Уанкайо и Буэнос-Айресе, характерной особенностью режима солнечной

радиации в океаническом районе умеренной зоны (Порт-Стен является еще больший контраст в поступлении суммарной солн ной радиации зимой и летом. Последнее объясняется наличи больших годовых амплитуд полуденной высоты солнца и прод жительности дня. Этот район отличается облачной и часто пасм ной погодой. В летнее время максимальные часовые величи суммарной радиации лишь немного превышают 50 кал/(см^2·ч) мой, в полдень они составляют 10—20 кал/(см^2·ч).

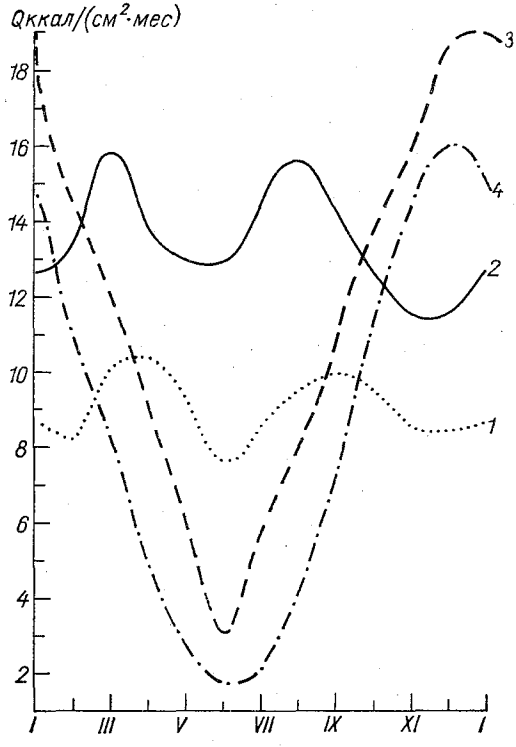


Рис. 2. Годовой ход средних месячных значений суммарной солнечной радиации.

1 — Каракас (10°28′ с. ш., 66°58′ з. д.), *2* — Портовьехо (01°04′ ю. ш., 80°26′ з. д.), *3* — Буэнос-Айрес (34°35′ ю. ш., 58°29′ з. д.), *4* — Порт-Стенли (51°42′ ю. ш., 57°52′ з. д.).

На рис. 2 представлен годовой ход суммарной радиации для ра личных климатических областей Южной Америки. Выделяются дв характерные кривые годового хода средних месячных значени суммарной радиации. Особенностью распределения на экватор альных станциях (Порховьехо, Каракас) является небольшая г довая амплитуда и наличие двух максимумов и двух минимумо

Таблица 1

Повторяемость (%) суточных значений суммарной солнечной радиации (кал/(см² · сут))

Станция	0—120	121—240	241—360	361—480	481—600	601—720
			Март			
енесуэла:						
Каракас			5	23	54	18
Матурин			5	51	44	
Мерида		1	2	19	67	11
Сьюдад-Боливар			4	40	56	
Санта-Елена		1	26	61	12	
куадор:						
Портовьехо		11	51	35	3	
Пичилинке	1	5	57	36	1	
Пуйо	8	50	34	8		
			Июнь			
енесуэла:						
Каракас		1	22	48	25	4
Матурин		9	24	55	12	
Мерида		2	13	46	34	5
Сьюдад-Боливар		3	22	63	12	
Санта-Елена		4	34	61	1	
куадор:						
Портовьехо	2	42	43	13		
Пичилинке	2	49	41	8		
Пуйо	6	22	51	19	2	
			Сентябрь			
енесуэла:						
Каракас			9	53	36	2
Матурин		3	20	56	21	
Мерида			6	35	45	14
Сьюдад-Боливар			10	54	36	
Санта-Елена		1	8	74	17	
куадор:						
Портовьехо		22	26	47	5	
Пичилинке		38	47	15		
Пуйо	3	30	47	17	3	

Станция	0—120	121—240	241—360	361—480	481—600	601—7
			Декабрь			
Венесуэла:						
Каракас		7	42	43	8	
Матурин		4	27	62	7	
Мерида		1	12	36	51	
Сьюдад-Боливар			35	64	1	
Санта-Елена		1	53	46		
Экуадор:						
Портовьехо	2	22	48	28		
Пичилинке	2	35	46	17		
Пуйо	1	43	49	7		

Максимумы приурочены к периодам весеннего и осеннего равно денствия. Однако в зависимости от годового хода облачности эт максимумы могут несколько смещаться. Так, в районе Каракас второй максимум отмечается в августе, что вызвано особенность циркуляции воздушных масс на данной территории в этот перио Южная окраина субтропической области высокого давления за хватывает крайний север материка Южной Америки; нисходящи потоки, господствующие в антициклоне, не способствуют образо ванию облачности. Естественно, в этот период создаются наиболе благоприятные условия для поступления солнечного тепла. Месяч ные суммы суммарной радиации достигают более 15 ккал/(см^2·мес)

В Буэнос-Айресе и Порт-Стенли, расположенных во внетропи ческих широтах, отчетливо выражен годовой ход с одним макси мумом и одним минимумом. Средние месячные суммы колеблютс от 2 ккал/(см^2·мес) в июне до 18 ккал/(см^2·мес) в декабре.

Наряду с анализом средних суточных значений представляе интерес также рассмотрение повторяемости суточных сумм солнеч ной радиации определенных градаций. Для станций Венесуэл и Экуадора была произведена выборка по градациям этих данны для четырех месяцев (март, июнь, сентябрь, декабрь). Ввиду не продолжительности рядов наблюдений (1964—1970 гг.) были вы браны значительные интервалы градаций (через 120 кал/(см^2·сут) Полученные результаты представлены в табл. 1, из которой видно что наибольший процент повторяемости в июне и декабре прихо дится на суммы суммарной радиации 241—480 кал/(см^2·сут) в марте и сентябре — 361—600 кал/(см^2·сут). В 2—18% случае в марте и сентябре суммарная радиация достигает 600— 720 кал/(см^2·сут).

Расположение станций в разнообразных климатических усло виях обусловливает особенности распределения повторяемостей. На ст. Мерида (высота над уровнем моря 1480 м), в отличие от дру

х приведенных в табл. 1 станций Венесуэлы, наибольшая повторяемость 67% в марте и 51% в декабре приходится на более высокую градацию — 481—600 кал/(см²·сут).

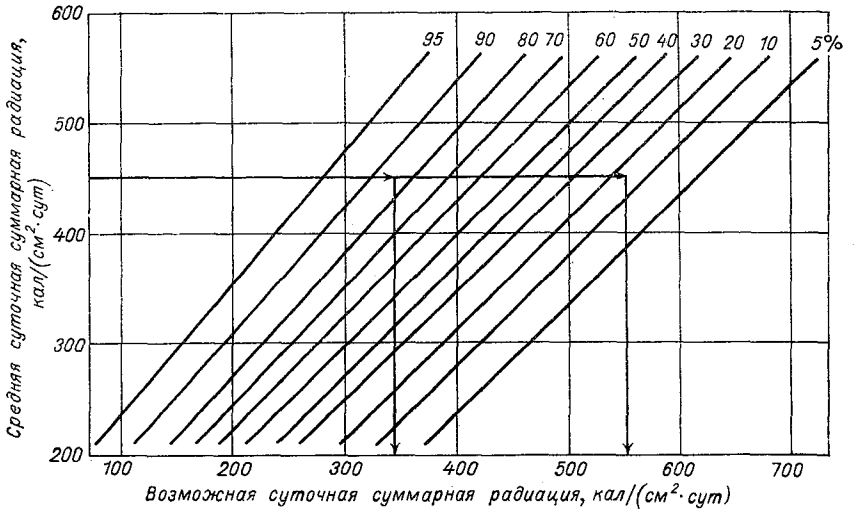


Рис. 3. Номограмма для расчета суточных сумм суммарной солнечной радиации.

Станции Экуадора, расположенные в низких широтах в юго-западной части Южной Америки, имеют предел колебаний суточных сумм 121—480 кал/(см²·сут), причем на суточные суммы менее 120 кал/(см²·сут) приходится менее 10% повторяемости. Большие суммы тепла (до 600 кал/(см²·сут)) могут быть в сентябре марте, их повторяемость 1—5%.

Для удобства использования актинометрической информации а практике построена номограмма суммарной солнечной радиации рис. 3), которая позволяет быстро получить подробную характеистику распределения исследуемого элемента. Учитывая, что суммарная радиация мало изменяется в течение года в экваториальных широтах, оказалось возможным ограничиться одной номограммой. При ее построении были использованы ежедневные и средние есячные значения суммарной солнечной радиации за 12 месяцев по станциям Венесуэлы (Каракас, Матурин, Мерида, Сьюад-Боливар) и Экуадора (Портовьехо, Пичилинке, Пуйо). Зная многолетнее среднее суточное значение суммарной радиации за интересующий месяц, легко определить пределы ее колебания в отдельные дни с различной степенью обеспеченности. Номограмма позволяет получить характеристики обеспеченностей для всех пунктов, расположенных в экваториальной зоне. С помощью номограм-

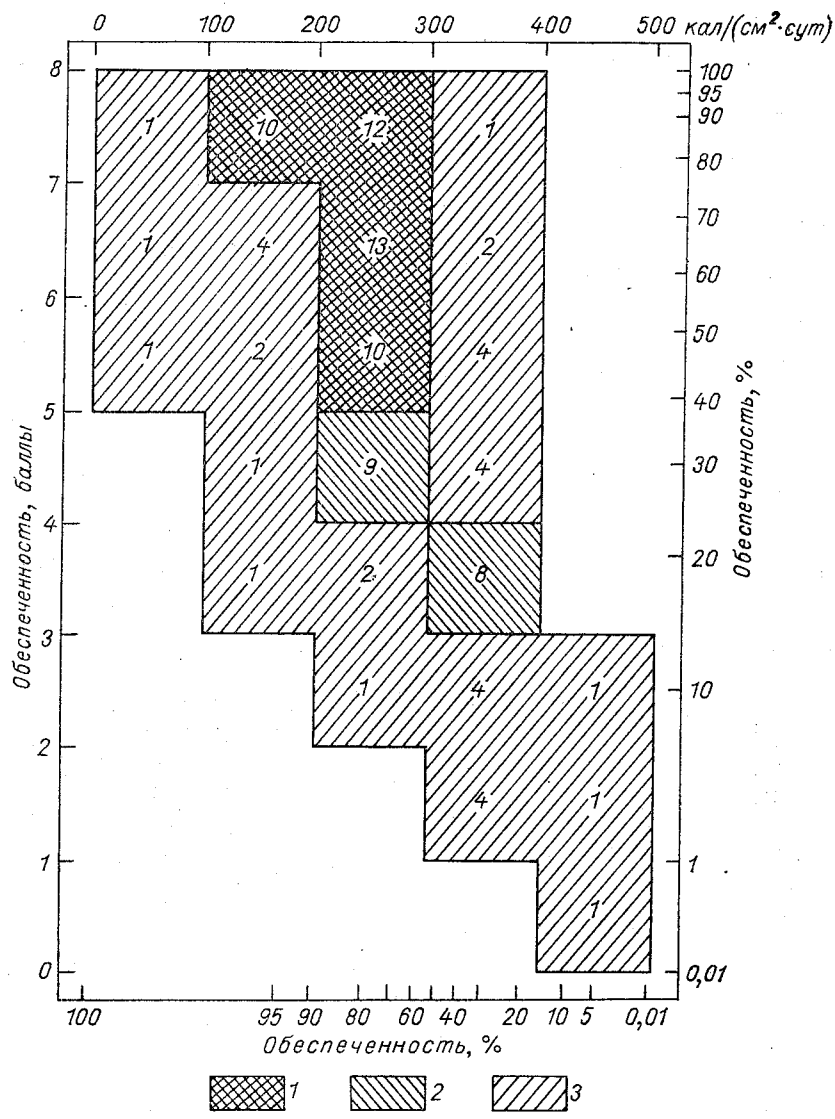


Рис. 4. График комплексов суммарной солнечной радиации и облачности. Исобамба (00°82′ ю. ш., 78°33′ з. д.). Июнь.

1 — 10% и более, *2* — 5% и более, *3* — менее 5%.

ı могут быть получены и такие расчетные характеристики, как еднее квадратическое отклонение σ_Q, асимметрия и эксцесс. Ве-чина σ_Q равняется $^1/_2$ абсциссы, лежащей между обеспеченностя-16 и 84%. Так, для ст. Мерида среднее месячное значение сум-рной солнечной радиации $\overline{Q}$ в июне составляет 450 кал/(см^2·сут). ая $\overline{Q}$ для ст. Мерида, можно, как показано на номограмме ис. 3), получить, что для обеспеченности 16% суммарная сол-чная радиация равняется 550 кал/(см^2·сут), для обеспеченности % — 344 кал/(см^2·сут). Отсюда легко произвести дальнейшие счеты: среднее квадратическое отклонение — 103 кал/(см^2·сут), эффициент изменчивости — 0,45.

Оценка погрешностей определения сумм суммарной радиации, к показано в работах А. Н. Лебедева [4, 5, 6], при применении тода номографирования не превышает 5% и лежит в пределах грешности измерения величины.

На рис. 4 представлен график связи суммарной солнечной ра-ации и средней месячной облачности по ст. Исобамба для июня. ри его построении были использованы ежедневные данные за риод 1963—1969 гг. По горизонтальной оси вверху приведены личины суммарной солнечной радиации, внизу — обеспеченность их сумм, по вертикали слева — облачность по восьмибалльной стеме и справа — ее обеспеченность; цифры в поле координат азывают различную повторяемость: более 10%, более или менее %. Данные рис. 4 показывают, в каких пределах изменяется сум-арная солнечная радиация при определенных градациях облач-сти. Наибольшая повторяемость приходится на облачность выше баллов, суммарная радиация при этом составляет 100—0 кал/(см^2·сут) и лишь при количестве облаков менее 3 баллов а достигает 500 кал/(см^2·сут). В интервале обеспеченности 40—% количество облаков изменяется от 5 до 8 баллов. Малые зна-ения суточной суммарной радиации более изменчивы, чем боль-ие значения. При обеспеченности выше 95% суммарная радиация арьирует от 450 до 500 кал/(см^2·сут).

Приведенные в работе сведения о режиме суммарной солнечной адиации в ряде районов территории Южной Америки свидетель-вуют о наличии больших энергетических ресурсов на рассматри-аемом континенте, которые могут быть использованы в техниче-ких целях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянд Т. Г. Распределение солнечной радиации на континентах. Л., идрометеоиздат, 1961. 228 с.

2. Берлянд Т. Г. Суточный ход солнечной радиации в основных климатических зонах земного шара.— «Тр. ГГО», 1965, вып. 179, с. 3—27.

3. Будыко М. И. Климат и жизнь. Л., Гидрометеоиздат, 1971. 472 с.

4. Климаты Зарубежной Азии. Под ред. А. Н. Лебедева, И. Д. Копанева. L., Гидрометеоиздат, 1975. 448 с.

5. Лебедев А. Н. Обеспеченность суточных величин суммарной солнечн радиации на островах Индонезии и Океании.— «Тр. ГГО», 1969, вып. 2 с. 59—63.
6. Параметры тропического климата. Под ред. А. Н. Лебедева. Л., Гид метеоиздат, 1973. 514 с.
7. Ходакова В. П. Некоторые закономерности распределения суточн величин суммарной солнечной радиации в субтропической зоне северного по шария.— «Тр. ГГО», 1968, вып. 232, с. 45—52.

В. П. ХОДАКОВА

ОБ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ИНДОКИТАЕ

Чем более развито общество, тем лучше оно знает особенности лимата, тем эффективнее использует его благоприятные стороны находит пути к преодолению или ослаблению неблагоприятных акторов. Трудно назвать какую-либо отрасль хозяйственной дея-ельности человека, которая могла бы нормально функционировать развиваться без учета температурных факторов. Так, при созда-ии новых видов материалов и изделий из них необходимы све-ения о температуре воздуха, при которой допустима их эксплуата-ия. Сведения о температурном режиме вызывают большой интерес специалистов всех отраслей народного хозяйства. Для решения аучно-технических задач, кроме среднего температурного режима, асто требуются данные об экстремальных значениях температуры различных типах климата. Максимальные и минимальные темпе-атуры воздуха являются весьма изменчивыми характеристиками. Их абсолютные значения находятся в тесной зависимости как от иноптических чисто погодных процессов, так и от многих физико-еографических факторов, вида подстилающей поверхности, воздей-твия окружающих океанов, морей и внутренних водоемов. Боль-ие контрасты в рельефе и физических свойствах подстилающей оверхности служат причиной местной циркуляции атмосферы, оторая также имеет определенное значение в формировании экст-емальных значений температуры. Одни формы местной циркуля-ии способствуют повышению температуры, другие, наоборот, онижению.

В данной статье рассмотрены некоторые черты термического ежима стран Лаоса, Вьетнама и Камбоджи. Список используемых танций дан в табл. 1.

Большая вытянутость территории в меридиональном направле-ии, преобладание горного рельефа, изрезанного долинами рек глубокими ущельями, неоднородность подстилающей поверхности

существенно влияют на климатические условия территории, кот
рые отличаются большим разнообразием.

По общему характеру климата страны Индокитайского пол
острова располагаются в зоне тропических муссонов. В летнее вр
мя (с мая по сентябрь) вся территория Индокитая находится п
воздействием экваториальных муссонов, которые приносят с юг
запада влажные и теплые массы экваториального воздуха, а вмес

Таблица

Станция	Координаты		Высота, м	Период наблюдени
	широта	долгота		
Лаокай	22°30′ С	103°57′ В	93	1907—35
Монгкай	21 31	107 51	9	1907—35
Ханой	21 02	105 50	17	1907—35
Хайфон	20 48	106 38	115	1909—31, 48—52
Луангпхабанг	19 53	102 08	304	1922—61
Далат	18 40	108 23	962	1949—53
Винь	18 40	105 40	6	1907—35
Вьентьян	17 57	102 34	170	1922—64
Саваннакхет	16 40	105 00	184	1928—61
Хюэ	16 29	107 34	7	1907—08, 40—44
				1947—52
Туран	16 02	108 11	6	1931—35
Паксе	15 07	105 47	92	1930—63
Стунггренг	13 31	105 58	54	1929—52
Сиемреап	13 22	103 51	15	1929—34, 36—44,
				1947, 49, 52
Баттамбанг	13 16	103 12	18	1928—35
Кампонгтям	12 18	104 40	10	1907—35
Нячанг	12 15	109 12	4	1907—44, 47—52
Пномпень	11 33	104 51	10	1907—...52
Хо Ши Мин	10 49	106 42	9	1907—...52
Кампот	10 37	104 13	1	1930—35
Сен-Жак, мыс	10 20	107 05	171	1908—51

с ними обильные осадки. Для сезона дождей характерны устойчи
вые относительно высокие температуры. Высокие температур
и высокая относительная влажность создают агрессивную сред
сильно влияющую на технику, материалы и даже на самого чело
века.

В ноябре на юго-востоке Азии заканчивается процесс переход
от экваториальных муссонов к северо-восточному муссону и насту

ет зимний сухой сезон года, который продолжается до марта. лодный континентальный воздух, поступающий в это время года умеренных широт, по мере продвижения на юг постепенно про-вается. Проникновению холодных масс воздуха с севера центральную и западную части Индокитая препятствуют горные ебты Центральной Азии. Таким образом, северо-восточный мус-н приносит прогретые и умеренно увлажненные воздушные ссы. По сравнению с воздухом экваториальных муссонов они деляются сухостью и относительно низкими температурами.

В табл. 2 и 3 приводятся значения абсолютного максимума минимума температуры. Они представляют собой редко встречаю-еся явление. Частота появления их определяется длиной исполь-ванного периода наблюдений. Естественно, не исключена воз-жность, что в будущем могут встретиться еще более высокие и низкие значения, однако последние не могут быть существенно ше или ниже тех, которые наблюдались раньше.

По этим значениям температуры можно судить о том, до каких айних пределов может повышаться или понижаться температура данной местности. Данные табл. 2 говорят о возможном высоком мпературном режиме района Индокитая и о его устойчивости из сяца в месяц. На всех станциях Индокитая возможны темпера-ры выше 40°С, их значения несколько понижаются только в зим-е месяцы (декабрь — январь). На преобладающей территории ндокитая самым теплым месяцем является апрель и лишь в ряде верных районов — май, (Хайфон, Ханой, Монгкай, Лаокай).

По данным табл. 3 видно, что абсолютные минимальные темпе-туры испытывают значительные колебания. Характерными явля-ются и резкие падения температуры в направлении с севера на юг. аряду с этим следует отметить, что в отдельные годы на терри-рии Индокитая все же возможны небольшие затоки холодного здуха, которые обусловливают понижение температуры до 1— С. На северных станциях возможные абсолютные минимальные мпературы в зимний период около 2°С, на юге — 15—17°С.

В течение летних месяцев уровень минимальных температур нороден на всей территории Индокитая. Они изменяются от 20 15°С.

Амплитуда колебаний экстремальных температур составляет —20°С, для зимних месяцев на северных станциях она может стигать 30°С. Однако следует помнить, что значения абсолютных аксимумов и минимумов температуры в реальной действитель-сти могут быть несколько выше или ниже приведенных в данной аботе. И маловероятно, чтобы в одном и том же году отмечался бсолютный максимум и абсолютный минимум. Так, на ст. Хо Ши ин абсолютный минимум 13,8°С наблюдался в январе 1937 г., абсолютный максимум 40,0°С наблюдался в апреле 1912 г. Значе-ия абсолютных температур определяются длиной исследуемых не-иодов наблюдений, указанных в табл. 1.

Таким образом, изменчивость абсолютных максимумов лишний аз подчеркивает, насколько велика устойчивость термических

Таблица 2

Абсолютная максимальная температура воздуха (°С)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Лаокай	31,1	34,0	37,0	39,0	42,8	39,3	39,7	38,3	37,2	35,9	34,8	32,8
Монгкай	28,0	29,9	34,8	33,8	37,5	37,0	39,1	37,8	39,0	36,4	33,2	30,9
Ханой	33,1	34,4	36,7	39,4	42,8	40,0	40,0	38,3	37,3	35,6	36,1	36,7
Хайфон	30,3	34,0	34,8	34,7	41,5	39,0	38,0	37,5	37,0	36,5	33,1	28,8
Луангпхабанг	39,2	39,1	41,0	44,8	44,8	44,0	39,4	39,8	38,0	38,6	36,3	33,0
Далат	28,0	30,5	31,8	32,1	31,0	30,2	30,5	30,0	30,2	30,2	29,7	28,3
Винь	34,9	35,5	39,1	39,6	41,1	42,6	41,1	39,5	39,4	37,0	36,1	31,6
Вьентьян	34,9	37,2	39,8	39,7	38,9	37,0	36,0	36,6	35,2	34,5	34,4	34,8
Саваннакхет	38,5	39,0	42,0	41,5	40,5	36,4	36,2	35,5	35,4	36,5	35,3	36,0
Хюэ	34,6	36,2	38,3	40,0	39,5	39,9	39,8	39,2	38,2	35,5	35,4	32,2
Туран	34,5	36,8	36,3	40,4	39,0	40,0	40,6	39,0	36,7	34,9	31,8	30,8
Паксе	36,8	37,9	38,0	39,7	38,6	36,2	35,2	34,8	35,3	35,0	35,0	34,9
Струнгтренг	35,0	37,1	37,5	38,9	38,2	35,8	34,4	34,2	34,0	34,0	33,9	34,0
Сиемреап	35,0	36,8	37,9	39,2	38,2	38,7	35,7	35,2	34,7	33,7	34,2	34,2
Баттамбанг	35,0	37,3	38,5	39,8	39,0	37,9	35,3	34,9	33,8	33,1	33,4	33,5
Нячанг	31,9	33,3	34,2	35,9	38,5	39,5	39,0	39,2	38,3	34,8	34,3	32,8
Кампонгтям	35,8	37,6	39,1	39,3	37,5	35,6	35,6	35,2	34,2	34,2	34,1	34,5
Пномпень	36,3	36,7	39,0	40,5	38,5	38,4	36,6	36,0	35,5	34,4	34,4	34,8
Хо Ши Мин	36,4	38,7	39,4	40,0	39,0	37,5	34,6	34,9	35,3	34,6	35,0	36,3
Кампот	35,1	34,5	37,2	35,5	35,4	36,1	33,9	35,5	34,1	33,5	33,7	33,6

Абсолютная минимальная температура воздуха (°С)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Лаокай	2,2	7,2	6,8	10,0	14,8	18,0	21,4	20,7	15,8	10,7	8,0	3,6
Монгкай	2,1	4,8	6,8	10,0	14,6	18,8	19,9	21,2	16,4	10,8	3,0	4,1
Ханой	5,6	6,1	11,5	10,0	15,6	20,5	21,7	21,1	17,2	13,9	6,7	6,7
Хайфон	6,7	7,4	9,5	11,2	16,8	21,5	22,0	21,9	17,3	12,8	8,0	8,0
Луангпхабанг	0,8	7,9	9,8	13,2	17,0	14,0	19,2	14,0	10,8	11,8	6,0	4,3
Далат	7,6	9,7	9,5	12,8	14,4	16,0	15,0	14,8	14,3	14,0	10,5	8,0
Винь	4,0	7,5	9,8	11,4	14,8	20,3	22,5	19,0	17,4	15,0	8,4	8,2
Вьентьян	3,1	7,6	12,1	13,8	19,1	21,1	21,2	21,1	19,8	12,9	10,3	4,9
Саваннакхет	5,3	8,7	10,5	11,3	19,7	19,7	19,6	20,8	18,0	12,0	8,5	5,7
Хюэ	8,8	11,0	12,0	14,1	17,7	20,9	19,8	21,0	19,1	15,9	12,9	11,5
Туран	11,0	14,3	15,2	16,7	21,8	22,3	21,8	21,2	20,0	17,4	14,8	13,3
Паксе	7,0	13,2	11,7	15,2	19,9	17,7	20,7	20,7	19,8	16,7	13,0	10,8
Стуингтренг	9,5	14,0	17,3	20,0	18,9	19,6	20,1	19,3	19,4	17,2	15,9	11,0
Сиемреап	11,2	14,9	16,0	18,0	19,0	18,0	20,0	19,5	20,0	17,4	15,0	13,3
Баттамбанг	10,6	14,4	16,1	21,0	22,0	21,7	21,2	22,1	21,9	20,2	13,4	10,7
Нячанг	14,6	14,6	16,4	19,4	19,7	19,8	20,6	21,5	21,3	18,8	16,9	15,3
Кампонгтям	13,0	16,9	18,2	21,1	21,6	21,8	21,1	21,6	21,0	19,4	16,1	13,7
Пномпень	14,0	15,2	19,0	20,0	20,6	21,2	20,1	22,0	22,0	20,8	18,0	14,4
Хо Ши Мин	13,8	16,2	17,5	20,0	21,1	20,4	19,4	20,0	20,8	19,8	17,6	13,9
Кампот	15,9	18,3	20,1	22,4	22,3	21,4	21,8	21,6	21,8	21,7	18,9	15,1
Сен-Жак, мыс	16,6	18,0	19,5	19,7	19,6	18,4	17,5	19,2	20,5	18,7	17,0	15,0

ресурсов Индокитая. Поэтому при практических расчетах нет
обходимости допускать какие-то необычные условия, котор
раньше не были учтены в наблюдениях метеорологических станц

Очевидно, что при проектировании зданий, выпуске промышл
ной продукции, конструировании двигателей, промышленных ус
новок, приборов и прочего следует обратить внимание на экст
мальные значения температуры воздуха.

Исследование термического режима показывает, что меж
средними из абсолютных максимумов и минимумов и сами
абсолютными максимумами и минимумами существует определе
ная взаимосвязь. Об изменчивости годовых предельных значен
температуры можно судить по номограмме (рис. 1 и 2). Она пол
чена на основании максимальных и минимальных ежемесячн
температур по материалам наблюдений за отдельные годы. По о
абсцисс нанесены возможные предельные значения, встречающие
в отдельные годы, а по оси ординат — средние из этих значений
обработанный период наблюдений. В поле координат даны лин
равных значений абсолютных максимумов 10, 20, 30, 40, 50, 6
70, 80, 90%-ной обеспеченности. Ширина номограммы (расстоян
между точками, лежащими на линиях 10 и 90%-ной обеспеченн
стей) позволяет судить об изменчивости описываемой характер
стики. В пределах между крайними линиями номограммы абсолю
ный максимум и минимум бывает в 90% всех лет наблюдени
Значения, находящиеся за пределами крайних линий номограмм
встречаются в 10% случаев. Следовательно, с помощью номогра
мы можно оценить обеспеченность и величину наиболее час
и наиболее редко наблюдающихся абсолютных значений.

Номограмма на рис. 1 построена для наименьших температу
января, на рис. 2 — для максимальных температур апреля. Сре
ние минимальные температуры (рис. 1) варьируют в интервале
5 до 20°С. В природных условиях в отдельные годы минимальны
температуры отмечались от 0 до 24°С. Для января общий разма
в колебаниях средних составляет около 15°С, а в колебаниях
отдельные годы — около 24°С. По номограмме (рис. 1) при средне
температуре 15°С в 95% лет минимум температуры бывает в пр
делах выше 10°С, в одни 5% лет они ниже 10°С, а в другие 5% ле
выше 19°С. Следовательно, в 90% лет абсолютные минимумы вар
ируют от 10 до 19°С. С помощью номограммы подобным способо
могут быть рассчитаны минимальные температуры любой заданно
обеспеченности.

Максимальные температуры для Индокитая представлены н
номограмме (рис. 2). В апреле средние значения абсолютного ма
симума всюду выше 30°С. Колебания в средних составляют окол
10°С, а изменения абсолютного максимума в отдельные годы —
около 20°С. При средней максимальной температуре 30°С в одн
50% лет максимум может колебаться от 24 до 30°С, а в други
50% — от 30 до 36°С.

Крайние значения, вычисленные по номограмме, могут отличат
ся от наблюдаемых величин на 3—4°С, в отдельных случаях н

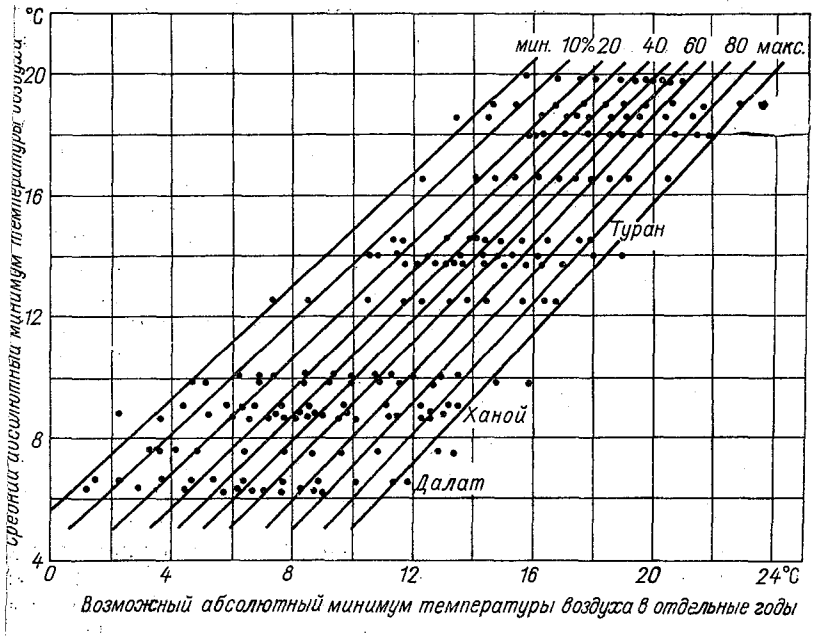


Рис. 1. Номограмма для расчета абсолютного минимума температуры воздуха различной обеспеченности. Январь.

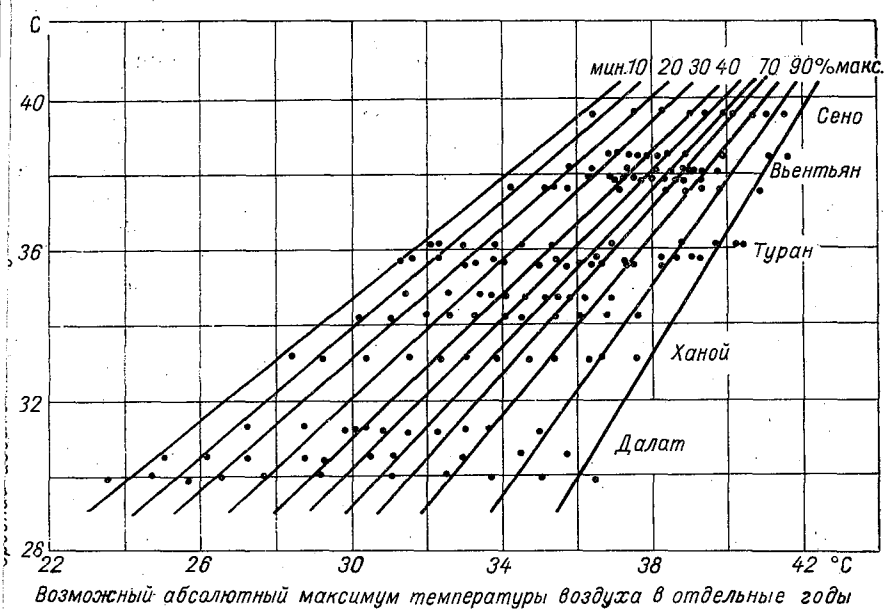


Рис. 2. Номограмма для расчета абсолютного максимума температуры воздуха различной обеспеченности. Апрель.

5°С. Это объясняется тем, что линии наиболее низких и наибол
высоких значений температур определены по внешним краев
данным пунктов, имеющих большую изменчивость. С помощ
приведенных номограмм можно определить не только пределы в
можных изменений температуры, но и получить полный спектр р
сматриваемых параметров. С помощью этих номограмм мож
вычислять абсолютные максимальные и минимальные температу
воздуха различной обеспеченности для всех районов Индокита

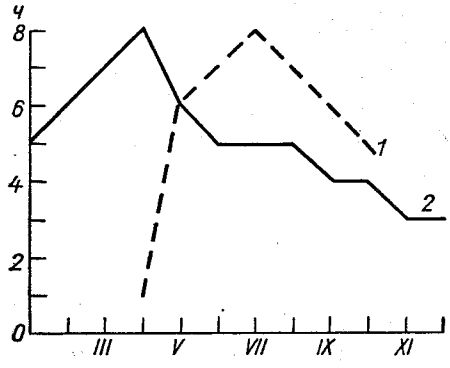


Рис. 3. Годовой ход средней продолжительности непрерывного периода с температурой выше 30°С.
1 — Ханой, *2* — Сайгон.

В настоящее время п
ускоренном испытании нов
технических материалов, п
моделировании климата кр
не необходимы знания о пр
должительности атмосферн
явлений, в частности о тем
ратуре воздуха.

В данной статье ввиду
сутствия большого нерио
ежечасных наблюдений анал
зируется непрерывная прод
жительность (в часах) тем
ратуры выше 30°С для ря
станций Индокитая. На рис.
приведен годовой ход средн
продолжительности непрер
ных периодов с температур
выше 30°С для станций Хан
и Хо Ши Мин. В Ханое высокие температуры устанавливаются в п
риод с апреля по октябрь, на ст. Хо Ши Мин, расположенной
юге Индокитая, температуры выше 30°С отмечаются в течен
всего года.

Сама по себе средняя величина недостаточна для характерист
стики непрерывной продолжительности высоких температур. Пре
ставляет интерес и повторяемость периодов различной длител
ности. Она вычислена для периодов с температурой выше 30°
длительностью более 1 ч, 2 ч и так далее до 19 ч (табл. 4).

Повторяемость периодов различной длительности определяет
как чисто географическими факторами, так и местными орограф
ческими. Наибольшая повторяемость температуры выше 30°С мож
продолжаться не более 10 ч подряд, повторяемость большей дл
тельности незначительна.

Для ст. Хо Ши Мин непрерывная температура выше 30°С чащ
всего (в 62% случаев) удерживается в течение 4—7 ч, для райо
Ханоя — в течение 19 ч, т. е. почти сутки.

Таким образом, полученные данные дают представление ка
о пространственно-временно́м распределении, так и о продолж
тельности периодов высоких температур. По номограммам можн
получить экстремальные температуры для района Индокитая с д
статочной для практики точностью.

Таблица 4

овторяемость периода с температурой выше 30°С (в процентах от общего числа случаев) за период 1963—1964 гг.

анция	Продолжительность, ч									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ой	5	5	8	6	9	8	9	11	8	6
фон	4	4	7	7	4	9	7	14	9	9
ь	6	5	5	7	6	10	15	9	10	6
Ши Мин	4	8	10	16	14	16	16	8	6	2

анция	Продолжительность, ч									Число периодов
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
ой	13	4	2	2	1	1	1	—	1	245
фон	6	4	4	2	2	1	1	4	2	261
ь	5	4	3	4	1	1	1	—	2	240
Ши Мин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	597

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климат Лаоса. Климатический справочник. Вьентьян, Лаос, 1967. 119 с.
2. Annales de services météorologiques de la France d'Ooutre Mer., vol. 2, 51—1959. Paris, 1955—1968.
3. Nguết san Khitu'ong 1963—1967. Viêt Nam. Dân Chû Công Hoa, 63—1967.

А. Н. ЛЕБЕДЕВ, Е. М. АНДРЕ

ИЗМЕНЕНИЕ МЕСЯЧНЫХ И ГОДОВЫХ СУММ ОСАДКО В ЮЖНОЙ АМЕРИКЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИНЫ РЯДА НАБЛЮДЕНИЙ

При исследовании климата всегда возникает вопрос о наде ности полученных результатов. Это касается средних многолет значений, средних квадратических отклонений σ, коэффициен вариации c_v, вероятностных показателей и многих других па метров метеорологических элементов и их комплексов.

Долгое время в климатологии придерживались мнения, что ч длиннее ряд наблюдений, тем точнее среднее значение, получен по нему. Всюду упоминалось о том, что средние многолетние з чения необходимо приводить к одному общему длинному перио или вообще по возможности к длинному ряду. Что же, в этом б определенный смысл, особенно на заре развития самой нау И в наше время в программах вузов, кандидатских минимум и в старых учебных пособиях все еще встречаются напоминан о важности и необходимости приведения коротких рядов к дли ным.

Согласимся с тем, что если речь идет о климатологическ исследованиях, то, конечно, следует оперировать данными по в можности за большой период наблюдений. Такие данные, как н представляется, прежде всего необходимы для расчета вероятно ных характеристик. В данном случае большие выборки сильно обл чают вопрос формулировки выводов для целей практики. Не мненно и для получения различных средних значений удобн иметь тоже длинные ряды. Но здесь должен присутствова и здравый научный рассудок. Нужно всегда исходить из того, ч дает бесконечное удлинение рядов наблюдений, оправдано ли э научными и практическими соображениями.

Все вопросы, связанные с точностью и достоверностью ра чета климатических данных, особенно важны при изучении клим тов зарубежных территорий по крупным физико-географическ зонам, тем более по материкам земного шара. Каждый исследов

, занимающийся обобщением метеорологической информации, ет, насколько трудно получить необходимые материалы непре- ных наблюдений по станциям с длинными рядами. Причин го и вряд ли следует на них останавливаться. Ясно одно, что едко приходится довольствоваться разрозненными данными. Мы не говорим о том, что форма публикаций и сроки наблюдений азных странах разные. А ведь климат, если так можно выразить- на месте не стоит, он находится в постоянном движении, со ми присущими ему законами колебания и изменения.

Чтобы в какой-то мере выяснить некоторые из поставленных росов по климатам Южной Америки, мы сочли возможным ально рассмотреть условия распределения месячных и годовых

Таблица 1

Число выборок по 10, 20, 30 и 40-летним периодам наблюдений

Станция	Время	Периоды				Всего
		10	20	30	40	
ьпараисо	Июль	69	59	49	39	216
ьпараисо	Год	68	58	48	38	212
наус	Январь	47	37	27	17	128
наус	Июль	47	37	27	17	128
наус	Год	44	34	24	10	116
го		275	225	175	125	800

мм осадков в тропической и экваториальной зонах. Для этой ли воспользовались данными Вальпараисо (Чили) с 1869 по 63 г. и Манауса (Бразилия) с 1902 г. по 1960 г. Эти метеороло- ческие станции находятся в разных физико-географических обла- ях, однако по климатическим данным они являются наиболее едставительными для большей части материка.

Расчеты произведены с помощью ЭВМ по программе, состав- нной Е. М. Андреевой. Они строились на основе метода номо- амм. Для июля и года по ст. Вальпараисо и для января, июля года по ст. Манаус были вычислены все возможные средние $\bar{x}$, едние квадратические отклонения σ и коэффициенты вариации c_v), 20, 30 и 40-летних рядов наблюдений. Общее число выборок этим периодам приведено в табл. 1.

Такое число выборок можно было сделать только при помощи ыстродействующих машин. Среди них наиболее многочисленные)-летние периоды (275). Сравнительно много и 40-летних пери- дов (125). Полученные результаты позволили проанализировать зменения парарметров $\bar{x}$, σ и c_v в зависимости от длины периодов изменчивости элемента. Одновременно они позволили рассмо- реть и общую тенденцию изменения этих параметров на фоне

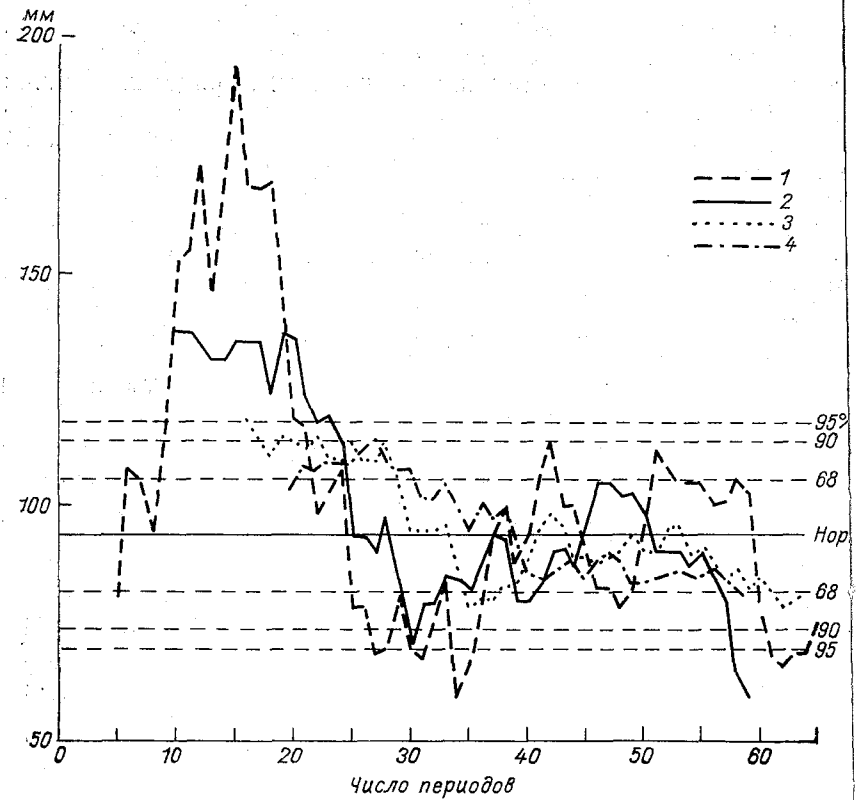
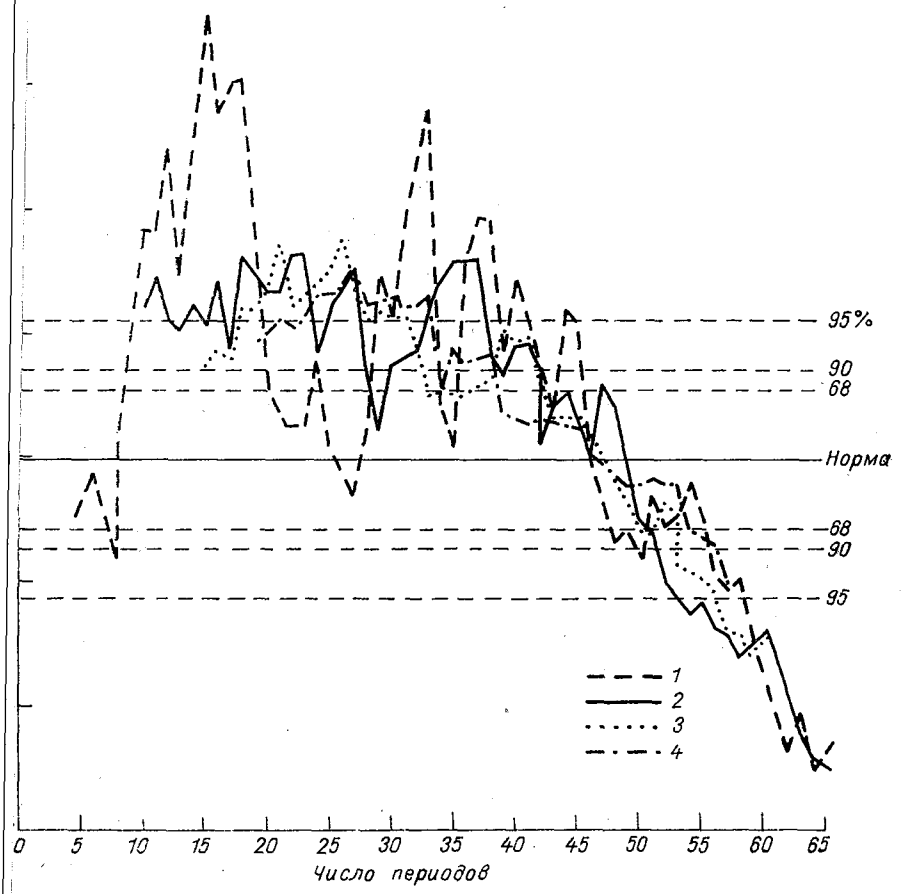


Рис. 1. Кривые распределения скользящих средних 10, 20, 30 и 40-летних июльских сумм осадков в доверительных границах 68, 90 и 95%-ной обеспеченности. Вальпараисо (Чили), 1869—1963 гг.

1 — 10 лет, *2* — 20 лет, *3* — 30 лет, *4* — 40 лет.

полувекового режима увлажнения. Кривые хода средних месячны и годовых сумм осадков, вычисленных по 10, 20, 30, 40-летним да ным, представлены на рис. 1—5. Прямыми линиями (сплошным и пунктирными) показаны пределы доверительных границ.

Расчеты для января по Вальпараису не производились, поскол ку в это время здесь осадки не выпадают, они носят лишь случа ный характер. Результаты расчетов для июля приведены в табл. В ней для каждого избранного ряда даются характеристики дл двух выборок, отражающих условия аномально влажных периодо для одного периода, имеющего среднюю около нормы (вычислен ную по данным всего ряда), и для двух выборок, отражающи условия аномально сухих периодов. По такому принципу даютс данные для 10, 20, 30 и 40-летних рядов наблюдений. Весь объе произведенных вычислений использован при построении кривы средних сумм осадков, приведенных на рисунках.



ис. 2. Кривые распределения скользящих средних 10, 20, 30 и 40-летних годо-ых сумм осадков в доверительных границах 68, 90 и 95%-ной обеспеченности. Вальпараисо (Чили), 1869—1963 гг.

Усл. обозн. см. рис. 1.

В Вальпараисо июль является самым дождливым месяцем году. По имеющимся данным месячная норма осадков состав-яет 95 мм. При этой норме в 1900 г. выпало 415 мм, а в 1950 г.— мм. Диапазон вариации месячных сумм осадков очень велик. Минимум 1950 г. указывает на то, что самый дождливый месяц здесь может быть иногда и типичным бездождным периодом, ведь мм осадков за месяц в тропическом сухом климате это все равно, что 0 мм. Средние месячные суммы осадков июля варьируются от 53 до 194 мм по 10-летиям, от 60 до 138 мм по 20-летиям, от 76 до

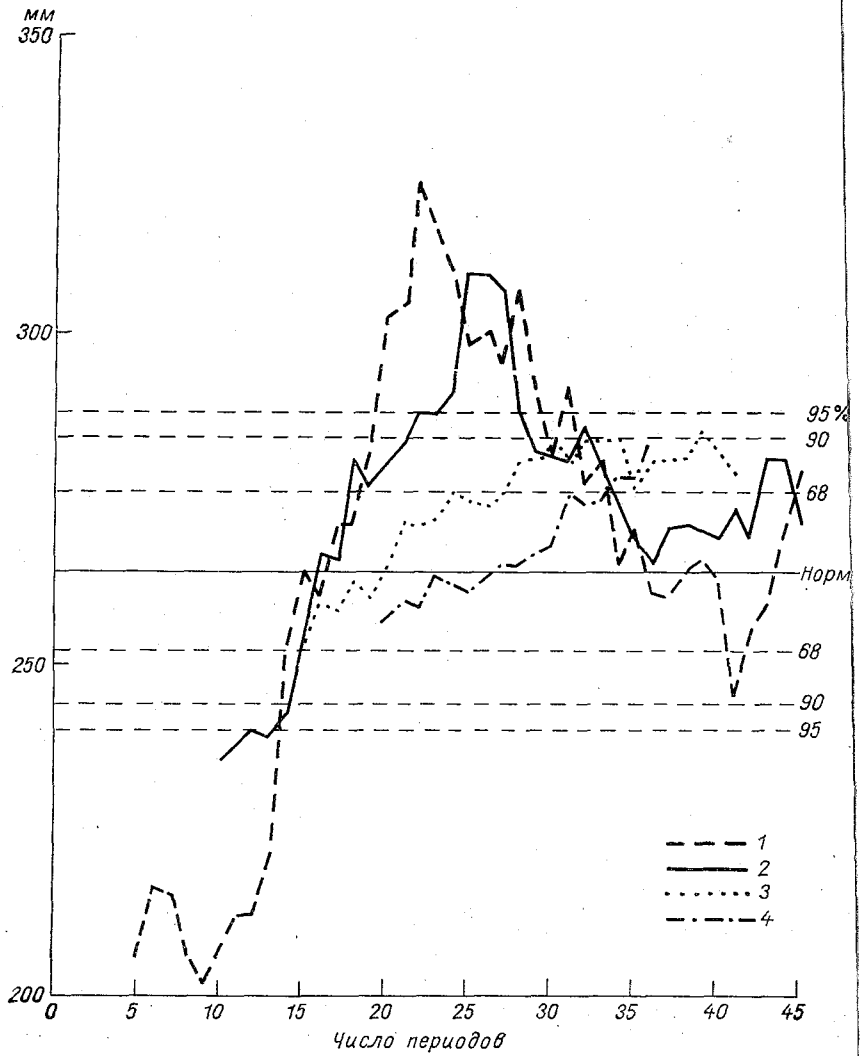


Рис. 3. Кривые распределения скользящих средних 10, 20, 30 и 40-летни январских сумм осадков в доверительных границах 68, 90 и 95%-ной обеспе ченности. Манаус (Бразилия), 1902—1959 гг.

Усл. обозн. см. рис. 1.

118 мм по 30-летиям, от 83 до 115 мм по 40-летиям. Пределы колеба ний средних месячных значений всюду значительны. Даже в 40-лет них средних значениях возможны отклонения от нормы (средней, вы численной по 59-летнему ряду) на 20%, в 30-летних значениях на 25%, в 20-летних значениях на 40% и в 10-летних значениях на 100%. При небольших выборках (10—20 лет) существенно раз

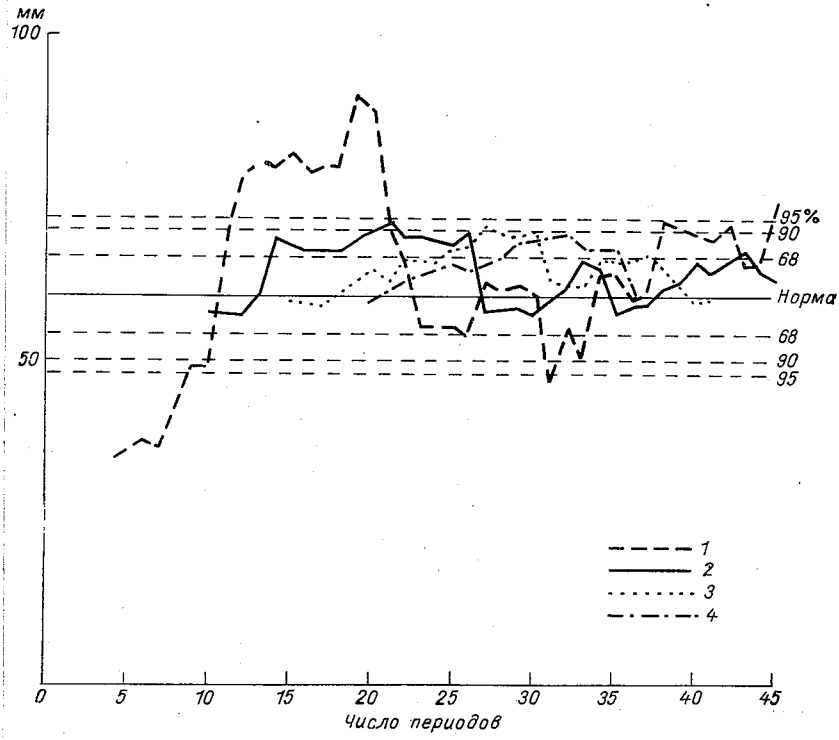


Рис. 4. Кривые распределения скользящих средних 10, 20, 30 и 40-летних июльских сумм осадков в доверительных границах 68, 90 и 95%-ной обеспеченности. Манаус (Бразилия), 1902—1960 гг.

Усл. обозн. см. рис. 1.

чными могут быть и максимальные суммы осадков за период. ли могут оказаться на 200—300 мм меньше максимума основ-го ряда. А вот в минимумах ошибки не будет. Во всех случаях -летние и 20-летние ряды содержат такие данные, которые близ- или равны главному минимуму.

При использовании 10 и 20-летних рядов весьма существенное зличие наблюдается в суммах осадков по всем градациям обе-еченности, вплоть до 80%. Только значения 90 и 95%-ной обе-еченности получаются более или менее сопоставимыми, поскольку они малы и для сухого тропического климата не важно, выпали адки в количестве 3 или 11 мм. С увеличением рядов до 30 40 лет сходные результаты получаются уже при 40—50%-ной еспеченности. Здесь существенные расхождения могут быть лько при редко встречающихся крупных суммах осадков — боль-е 130—170 мм.

В соответствии с изменением средних месячных значений по бранным периодам колеблются средние квадратические отклоне-

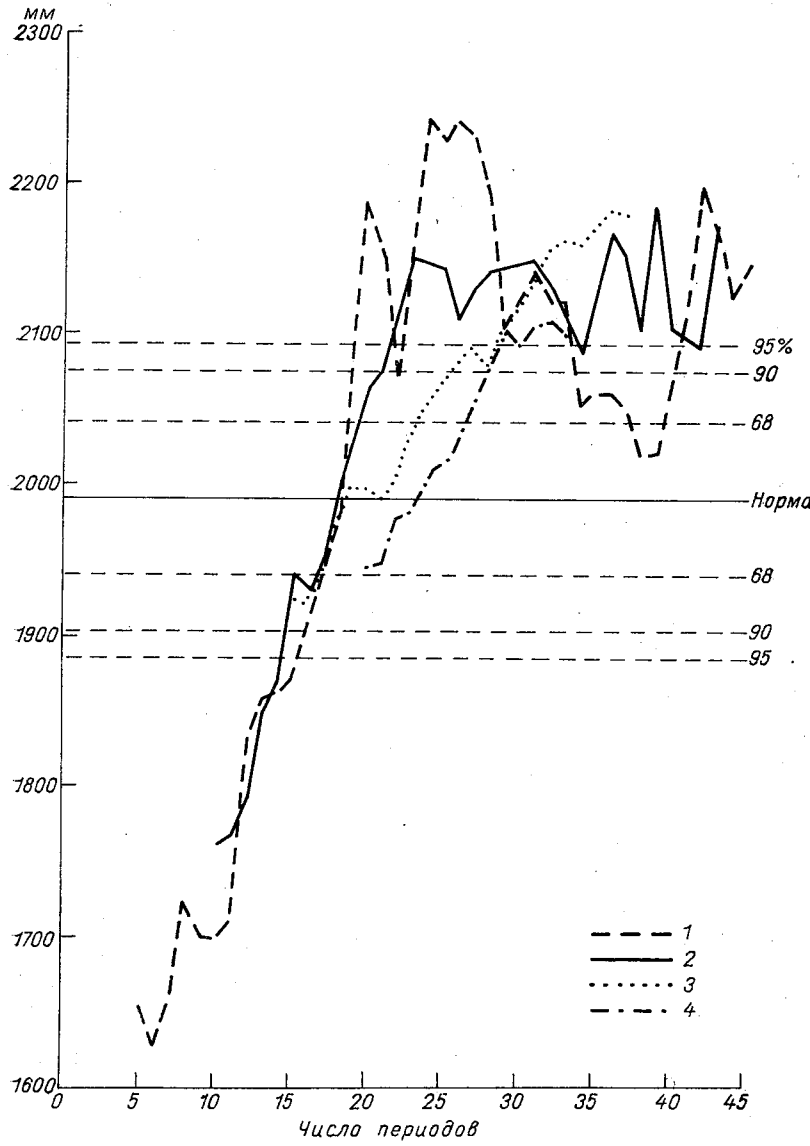


Рис. 5. Кривые распределения скользящих средних 10, 20, 30 и 40-летних годовых сумм осадков в доверительных границах 68, 90 и 95%-ной обеспеченности. Манаус (Бразилия), 1902—1958 гг.

Усл. обозн. см. рис. 1.

я σ и коэффициенты вариации c_v. Но выявилась и одна особенность, которая показывает, что в наиболее сухие периоды c_v меньше, чем в наиболее влажные. Это характерно для всех рядов независимо от их длины, но наиболее резко проявляется в данных 10 и 20 лет. Небольшой изменчивостью выделяются такие 10 20-летние ряды, в которых максимумы не так велики (150—0 мм).

Годовая норма осадков в Вальпараисо, вычисленная по данным ида наблюдений, составляет 449 мм. Истинные же величины варьируют от 62 мм в 1924 г. до 1247 мм в 1914 г. Таким образом, лажный дождливый год приносит осадков в три раза больше рмы, а сухой год — в семь раз меньше нормы. Засушливость опического климата весьма резко выступает и в годовых суммах адков. Средние годовые значения по 10-летним рядам колеблются от 335 до 626 мм, а по 20-летним рядам — от 346 до 533 мм. одовые максимумы варьируют соответственно от 489 до 1040 мм от 604 до 1247 мм (табл. 3).

Распределение годовых сумм осадков по градациям обеспеченности, как и месячных, в значительной мере определяется максимумом. При годовых максимумах осадков 604 и 1247 мм выравнивание вероятностных показателей происходит только при 95%-ной беспеченности, а при максимумах около 800 и 1000 мм — при 0%-ной. Выравнивание значений по градациям обеспеченности годовых суммах еще зависит от минимальных значений, которые рьируют от 62 до 289 мм. Иное явление наблюдается в распределении месячных максимумов. Они всюду были очень малы.

В распределении годовых сумм осадков, особенно сумм осадков 10, 20 и 30%-ной обеспеченности, в отдельных случаях сохраняются значительные расхождения между данными, вычисленными о рядам одной и той же длительности. Даже в данных, вычисленных по 40-летним периодам, разности в суммах осадков 5—10%-ной беспеченности могут составлять 340—350 мм, а разности в суммах адков 20—30%-ной обеспеченности — 250—300 мм. Для засушивого тропического климата Чили с годовой нормой осадков 0 мм с такими расхождениями в данных нельзя не считаться. осадках 50%-ной обеспеченности, вычисленных по разным 40-летиям, разность достигает 100 мм. Все эти данные показывают, что аже для расчета годовых сумм осадков необходимы достаточно ольшие ряды наблюдений. Если они невелики, необходимо знать отя бы примерные размеры, в пределах которых могут колебаться анные, полученные по ним.

Манаус считается одним из характерных пунктов Амазонской изменности. Здесь осадки выпадают в течение года, но январь начительно дождливее июля. В среднем многолетнем в январе ыпадает 265 мм, в июле 61 мм и за год 1990 мм. Это влажный жаркий экваториальный климат Амазонки. Но в многолетнем етеорологическом режиме возможны существенные колебания выпадении осадков. В самый засушливый январь выпадает 30 мм, в самый дождливый — 460 мм, в июле соответственно 1 и 270 мм,

Таблица 2

Июльские суммы осадков различной обеспеченности. Вальпараисо

Характер увлажнения	Средняя	Максимум	Обеспеченность, %											Минимум	σ	c_v
			5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95			
По 10-летиям																
Влажно	174	415	—	383	326	278	228	154	77	48	33	9	—	8	139	0,80
	194	415	—	384	308	274	248	220	140	88	52	9	—	8	125	0,64
Около нормы	94	345	—	300	188	96	58	36	23	14	11	8	—	8	118	1,26
Сухо	53	146	—	132	96	73	56	42	30	17	12	11	—	11	40	0,75
	59	146	—	134	108	85	65	50	37	28	20	12	—	11	38	0,64
По 20-летиям																
Влажно	138	415	392	349	262	192	137	98	64	40	20	12	8	8	125	0,90
	136	415	401	362	280	204	136	88	56	36	22	12	8	8	126	0,93
Около нормы	94	301	292	266	210	180	78	48	32	22	16	11	9	9	94	1,0
Сухо	64	182	168	144	112	89	70	54	39	26	16	8	4	3	48	0,75

Влажно	118	415	354	303	235	168	115	73	42	27	19	12	8	8	116	0,98
	115	415	363	306	228	159	98	61	43	29	18	10	8	8	116	1,0
Около нормы	95	301	279	243	179	132	96	69	48	31	18	11	9	9	85	0,80
Сухо	76	279	219	160	116	94	76	61	47	34	22	12	5	3	66	0,87
	77	297	230	169	124	98	78	60	46	32	19	10	5	3	67	0,87

По 40-летиям

Влажно	115	415	352	290	200	146	111	83	57	35	19	10	8	8	105	0,91
	112	415	374	312	208	142	103	75	48	29	16	9	8	8	107	0,96
Около нормы	93	301	281	245	173	114	86	65	49	34	22	12	9	9	79	0,85
Сухо	84	279	232	190	140	108	82	54	47	35	24	13	7	3	67	0,80
	83	279	224	186	142	108	83	65	49	36	25	15	7	3	64	0,77
По всему ряду	95	415	292	242	152	116	90	66	47	32	18	10	7	3	97	0,02

Таблица 3

Годовые суммы осадков различной обеспеченности. Вальпарансо

Характер увлажнения	Средняя	Максимум	Обеспеченность, %											Минимум	σ	c_v
			5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95			
По 10-летиям																
Влажно	626	1040	—	1020	910	840	770	620	460	370	310	250	—	220	284	0,45
	602	1040	—	1010	860	760	620	510	430	360	320	270	—	236	282	0,47
Около нормы	448	796	—	750	590	490	430	390	370	360	330	300	—	289	147	0,33
Сухо	340	604	—	520	420	370	340	320	310	280	240	200	—	195	110	0,32
	335	489	—	470	415	380	350	320	300	280	250	200	—	195	87	0,26
По 20-летиям																
Влажно	533	1247	1200	1150	730	560	500	440	390	340	290	260	240	236	290	0,54
	541	1247	1220	1170	910	700	560	460	390	340	290	250	230	220	293	0,54
Около нормы	452	879	820	680	520	470	440	420	400	380	350	280	180	62	174	0,39
Сухо	339	604	580	520	430	390	360	330	290	260	230	210	200	195	106	0,31

Влажно	536	1247	1160	1120	780	620	510	430	360	310	260	240	220	220	277	0,52
	536	1247	1100	960	760	620	540	490	440	380	310	210	100	62	279	0,52
Около нормы	441	879	790	700	590	520	470	420	380	340	300	200	130	62	179	0,40
Сухо	370	796	670	540	440	400	370	340	320	280	350	220	210	195	127	0,34
	376	796	700	570	460	420	380	360	320	310	280	230	210	195	127	0,34
По 40-летиям																
Влажно	517	1247	1080	950	750	610	520	460	410	340	280	230	110	62	264	0,51
	524	1247	1080	940	750	650	560	480	440	350	280	180	120	62	260	0,50
Около нормы	441	943	810	730	610	520	470	430	390	350	280	190	110	62	181	0,41
Сухо	400	879	740	610	500	460	420	380	340	300	250	170	110	62	150	0,39
	399	879	760	620	480	430	410	400	360	320	270	180	110	62	184	0,39
По всему ряду	449	1247	910	780	560	480	430	400	360	310	270	220	200	62	231	0,51

Таблица 4

Январские суммы осадков различной обеспеченности. Манаус

Характер увлажнения	Средняя	Максимум	Обеспеченность, %											Минимум	σ	c_v
			5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95			
По 10-летиям																
Влажно	314	461	—	446	410	372	330	292	262	236	216	196	—	189	90	0,29
	310	461	—	430	380	340	305	276	254	234	214	196	—	189	90	0,29
Около нормы	265	450	—	363	312	283	266	258	246	222	194	160	—	142	81	0,31
Сухо	217	327	—	310	273	246	232	224	214	206	192	160	—	31	72	0,33
	210	327	—	314	272	244	226	214	204	190	157	74	—	31	75	0,36
По 20-летиям																
Влажно	299	461	448	426	384	347	316	286	258	234	210	178	160	150	85	0,28
	300	461	449	420	378	346	320	296	270	244	218	188	161	150	85	0,28
Около нормы	267	461	434	402	354	316	288	268	248	228	200	146	80	31	97	0,36
Сухо	235	450	404	334	268	252	240	228	218	206	186	142	94	31	83	0,35

По 30-летиям

Влажно	283	461	434	406	362	324	292	268	246	230	214	186	166	150	84	0,30
	284	461	440	418	376	340	304	274	248	224	204	182	164	150	85	0,30
Около нормы	205	461	438	400	344	300	268	246	234	220	202	153	88	31	89	0,34
Сухо	253	461	438	390	310	278	260	244	230	214	196	163	110	31	85	0,34
	259	461	418	360	300	272	254	242	220	218	198	170	140	31	84	0,32

По 40-летиям

Влажно	287	461	440	414	364	328	300	276	254	236	212	182	164	150	79	0,28
	286	461	444	420	370	330	296	270	250	232	214	190	166	150	80	0,28
Около нормы	264	461	428	396	348	312	282	254	234	216	192	154	115	31	88	0,33
Сухо	257	461	432	390	326	290	264	246	230	213	192	150	114	31	85	0,33
	259	461	414	370	314	286	264	247	232	220	208	140	80	31	84	0,32
По всему ряду	265	461	426	390	339	305	275	251	226	218	203	172	144	31	87	0,33

а за год — 1354 и 2712 мм. Нетрудно видеть, что и во влажно экваториальном климате Манауса в распределении осадков воз можны заметные колебания, но не столь большие, как, например в Вальпараисо (табл. 4).

Средние суммы осадков в январе колеблются от 210 до 314 м по 10-летиям, от 235 до 300 мм по 20-летиям, от 253 до 284 п 30-летиям и от 257 до 287 по 40-летиям. Значит, даже средни многолетние значения, вычисленные по данным разных 30, 40-лет них рядов, могут различаться на 10—12%. Но по отношению к нор ме, полученной по данным за 59 лет, эти расхождения будут напо ловину меньше.

Если ориентироваться на норму и все расчеты строить на это основе, то и средние по 10-летиям могут быть приемлемыми пока зателями режима увлажнения. Исключительно влажные 10-лети будут давать завышение средних значений на 40—50%, а исклю чительно засушливые — занижение на 40—50%. Но суммы осадко по градациям обеспеченностей показывают, что истинные месячны значения от года к году варьируют в широких пределах: в сухи десятилетия они изменяются от 31 до 327 мм, а во влажные — о 90 до 460 мм. Вероятность сумм осадков около нормы мала. Н этим признакам средние суммы осадков из 10-летних рядов н могут служить надежными характеристикам режима увлаж нения.

Увеличение ряда до 20 лет уменьшает пределы колебания сред них месячных значений. Их отклонения от нормы уже не превы шают 25—35 мм, но вероятностные характеристики по-прежнему редко наблюдаются около среднего многолетнего значения. Эт характерно не только для коротких (10 и 20-летних) рядов, н и для длинных (30 и 40-летних). Однако при 30 и 40-летних ряда наблюдений во влажные и сухие периоды сумма осадков по соот ветствующим градациям обеспеченности распределяется боле согласованно, чем при 10 и 20-летних рядах. Это понятно, так ка при больших выборках почти одинаково вероятно, что исключи тельно влажные и исключительно сухие годы, определяющие крае вые условия режима увлажнения, войдут в окончательные расчеты Это видно и на примере максимума и минимума 30 и 40-летних рядов.

По средним величинам для января Манауса достаточно иметь ряд в 20 лет, чтобы рассчитывать на получение надежной много летней величины. Для расчета характеристик различной обеспечен ности 20-летний ряд наблюдений недостаточен. При этом ряде месячные суммы осадков 30%-ной обеспеченности, вычисленные по разным 20-летиям, могут разниться на 100 мм, в то время как вычисленные по разным 30-летиям — только на 50 мм. Не касаясь других структурных особенностей в распределении осадков, можно сказать, что 20 лет мало для получения вероятностных показате лей осадков января.

В табл. 5 приведены июльские суммы осадков и параметры их изменчивости. Этот месяц в Манаусе является сравнительно сухим

менем года. Как и следует из общих закономерностей климата, ьские суммы осадков более изменчивы, чем январские. Коэффициенты вариации достигают 0,70—0,90, и лишь в исключительно засушливые десятилетия они могут быть равны —0,57.

Не вдаваясь в некоторые особенности режима увлажнения яца минимума осадков в году, укажем, что выводы, которые и сделаны для января, вполне применимы для июля. Только летние ряды и более в состоянии обеспечить получение достоных средних и вероятностных данных. Они позволяют надеять и на получение устойчивых σ и c_v. Все вместе служат показаями необходимой длительности ряда наблюдений.

В табл. 6 приведены данные по распределению годовых сумм дков. При годовых суммах осадков от 1650 до 2250 мм σ варьит от 220 до 40 мм, а c_v — от 0,13 до 0,20. Средняя по совокупти всего ряда равна 1990 мм, $\sigma=366$ мм, а $c_v=0{,}18$. Параметпо общему ряду, как видно, ближе к характеристике влажных иодов, чем к характеристике сухих. По коэффициентам вариации овые суммы осадков значительно меньше, чем по месячным сумм. Это обычное явление.

Анализ данных показывает, что для расчета средних величин кно привлекать 20-летние ряды, которые вполне удовлетворительно характеризуют многолетний режим осадков. Для расчета оятностных данных они недостаточны. По некоторым градациям спеченности по ним можно получить недостаточно надежные дения. Так, между суммами осадков соответствующих градаций спеченности в интервале 5—20% разности могут достигать —450 мм. Эти разности несколько уменьшаются с увеличением чений обеспеченности, но все же они остаются еще заметно ьшими. Отсюда следует, что по наблюдениям за 20 лет нельзя лучить достаточно надежных данных в вероятностной форме. я получения надежных вероятностных характеристик необхомо привлекать материалы за более длинные ряды даже при следовании климатов экваториальной зоны.

По приведенным здесь данным, только 40-летний период наблюний дает почти такое же распределение годовых сумм осадков градациям обеспеченности, как и 60-летний. При 40-летних дах наблюдений нет существенно больших различий между средми влажных и сухих периодов, нет существенных различий распределении сумм осадков по градациям обеспеченности. При оме около 2000 мм разности между некоторыми суммами одиковой обеспеченности около 80—100 мм мы принимаем за несуственные.

На рис. 1—2 даны кривые хода средних июльских и годовых мм осадков, вычисленных по скользящим 10, 20, 30 и 40-летним дам наблюдений на ст. Вальпараисо. Таким же образом построы кривые средних январских, июльских и годовых сумм осадков я Манауса (рис. 3—5). По характеру всех кривых можно заклють, что в выпадении осадков на территории Южной Америки

Таблица 5

Июльские суммы осадков различной обеспеченности. Манауе

Характер увлажнения	Средняя	Максимум	Обеспеченность, %											Минимум	σ	c_v
			5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95			
По 10-летиям																
Влажно	90	269	—	240	159	103	71	53	46	40	34	30	—	30	74	0,82
	88	269	—	234	154	103	72	53	41	34	31	26	—	25	75	0,85
Около нормы	60	182	—	164	109	68	46	37	36	32	28	20	—	17	46	0,77
Сухо	36	66	—	64	58	44	34	28	31	26	22	10	—	1	19	0,53
	37	69	—	68	64	55	40	30	26	24	20	12	—	1	21	0,56
По 20-летиям																
Влажно	70	269	224	160	100	74	54	44	38	36	32	28	21	17	59	0,84
	71	269	178	127	95	81	61	48	39	34	32	27	20	17	59	0,83
Около нормы	60	269	210	116	78	63	52	46	40	32	24	14	6	1	55	0,92
Сухо	57	269	184	103	70	56	49	42	35	29	25	18	6	1	54	0,95

Влажно	71	269	160	114	94	84	64	50	42	36	32	22	18	17	52	0,73
	70	269	188	124	98	80	64	52	44	38	34	26	20	17	52	0,74
Около нормы	60	269	168	124	83	64	52	43	36	31	26	20	10	1	52	0,86
Сухо	59	269	196	128	81	62	50	42	36	30	28	21	12	1	52	0,89
	58	269	160	114	82	64	50	40	34	30	26	20	12	1	53	0,91
По 40-летиям																
Влажно	68	269	170	134	100	78	63	52	44	38	32	24	19	17	48	0,71
	69	269	170	130	98	78	66	56	47	42	36	28	22	17	48	0,69
Около нормы	60	269	148	108	85	70	56	46	38	33	28	20	8	1	48	0,80
Сухо	59	269	150	110	84	66	53	44	37	32	28	18	8	1	48	0,80
	62	269	154	117	92	74	60	48	40	34	30	20	10	1	48	0,77
По всему ряду	61	269	145	110	84	70	58	49	41	35	29	22	13	1	43	0,70

Таблица 6

Годовые суммы осадков различной обеспеченности. Манаус

Характер увлажнения	Средняя	Максимум	Обеспеченность, %											Минимум	σ	c_v
			5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95			
По 10-летиям																
Влажно	2253	2673	—	2630	2370	2550	2530	2480	2300	1880	1780	1690	—	1650	390	0,17
	2254	2673	—	2640	2580	2550	2520	2500	2200	1850	1710	1660	—	1650	398	0,18
Около нормы	1972	2572	—	2480	2280	2120	2010	1910	1840	1760	1660	1500	—	1418	333	0,18
Сухо	1627	1982	—	1970	1930	1820	1690	1670	1430	1420	1400	1370	—	1354	233	0,14
	1653	1982	—	1970	1920	1840	1740	1640	1550	1460	1380	1360	—	1354	223	0,13
По 20-летиям																
Влажно	2147	2712	2680	2600	2430	2330	2220	2110	2020	1930	1830	1700	1620	1559	319	0,15
	2171	2712	2670	2610	2480	2370	2260	2160	2060	1930	1840	1700	1620	1559	323	0,15
Около нормы	1996	2600	2580	2560	2400	2160	2080	1980	1880	1740	1620	1500	1460	1418	361	0,18
Сухо	1762	2436	2400	2310	2140	1970	1830	1700	1580	1500	1430	1380	1360	1354	296	0,17

По 30-летиям

Влажно	2151	2712	2670	2620	2480	2340	2190	2070	1980	1920	1630	1670	1600	1559	331	0,15
	2157	2712	2670	2620	2510	2380	2270	2150	2040	1930	1830	1690	1610	1559	327	0,15
Около нормы	1994	2673	2640	2580	2400	2210	2060	1950	1840	1730	1610	1480	1410	1554	394	0,20
Сухо	1925	2673	2630	2550	2370	2160	1980	1830	1720	1610	1510	1420	1380	1354	404	0,21
	1947	2673	2600	2600	2380	2130	1990	1870	1770	1680	1590	1460	1400	1354	393	0,20

По 40-летиям

Влажно	2094	2712	2700	2610	2440	2070	2150	2030	1940	1860	1770	1870	1570	1418	335	0,16
	2097	2712	2630	2540	2400	2280	2180	2080	2000	1900	1800	1700	1570	1418	335	0,16
Около нормы	1985	2673	2690	2540	2290	2110	1990	1930	1870	1780	1640	1540	1400	1354	363	0,18
Сухо	1957	2673	2630	2560	2410	2250	2100	1930	1830	1670	1560	1450	1390	1354	382	0,20
	1961	2673	2620	2520	2320	2160	2020	1900	1800	1680	1570	1460	1380	1354	380	0,19
По всему ряду	1990	2712	2615	2535	2355	2190	2026	1950	1900	1805	1661	1500	1418	1354	366	0,18

существуют длительные периоды, в течение которых сохраняетс то аномально влажный, то аномально сухой режим увлажнения Именно это и служит одной из причин больших различий межд средними значениями, взятыми по разным 10 и 20-летиям. Пр климатологической обработке данных наблюдений за отдельны годы такие длительные аномальные периоды не могут не сказатьс на значениях средних многолетних и вероятностных характеристик Иллюстрацией, как мы видели, могут служить данны табл. 2—3.

Анализ кривых показывает, что процессы, обусловливающи эти аномальные явления в Вальпараисо и Манаусе, каким-то обра зом взаимосвязаны. Если в Вальпараисо процессы совершаютс все время в направлении уменьшения осадков, то в Манаусе они идут в обратном направлении. Такой вывод можно сделать н кривым средних годовых сумм осадков, вычисленных по 10, 20, 3 и 40-летним данным.

В данной статье эти кривые интересуют нас прежде всего с точк зрения показа длительности аномальных явлений и их влия ния на средние значения, полученные по рядам различной дли тельности. Ясно, что они проявляются не только на нормах, выч сленных по коротким рядам, но и на нормах, вычисленных по длин ным рядам.

Анализируя кривые 10-летних июльских и годовых сумм осадков в Вальпараисо и Манаусе, можно видеть, что если неко торые 10-летия в одном пункте приходятся на периоды аномальн сухих лет, то в другом пункте — на периоды влажных лет. Так средняя июля за период 1902—1911 гг. в Вальпараисо находится на спаде кривой, но по абсолютному значению эта средняя выше среднего многолетнего значения, вычисленного по наблюдениям за весь период. Средняя июля в Манаусе за это же 10-летие лежит на кривой перед резким подъемом; абсолютное значений этой средней намного ниже нормы.

Такая же картина получается и по кривым 10-летних средних годовых сумм осадков. Средняя за 1902—1911 гг. в Вальпараисо находится на кривой, идущей на спад, а в Манаусе — на кривой, идущей на подъем. В первом случае годовое значение выше нормы, во втором — ниже нормы.

По положению этих средних 10-летних значений на кривых можно заключить, что изменение осадков в полувековом цикле в рассматриваемых районах протекает как бы в противоположных направлениях. Если в Вальпараисо происходит постепенное уменьшение этих средних от одного 10-летия к другому, то в Манаусе в это время наблюдается постепенное увеличение их.

Такая же закономерность прослеживается в ходе средних по другим периодам. Однако из-за большого периода осреднения эти обратные связи получаются менее четкими. Но по кривым 20-летних средних они выступают в явной форме.

Выводы

1. В тропических и экваториальных широтах Южной Америки людаются длительные периоды, в течение которых месячные одовые суммы осадков устойчиво сохраняются то выше нормы, ниже нормы.

2. Продолжительные аномальные сухие и влажные периоды за-но сказываются на средних и вероятностных характеристиках дков, вычисленных по периодам длительностью менее 20— лет. Для получения более или менее надежных данных, особен-данных различной обеспеченности, необходимо ориентироваться периоды 30 лет и более.

3. Замечено, что в 10 и 20-летних рядах, характеризующихся ушливым режимом увлажнения, коэффициенты вариации на-ого меньше, чем в соответствующих рядах, характеризующихся ажным режимом.

СОДЕРЖАНИЕ

И. Д. Копанев. Вероятностная оценка распределения высоты снежного покрова . . . . . .
И. Д. Копанев. Максимальная высота снежного покрова в районах ЕТС, Западной Сибири и Казахстана . . . . . .
А. Н. Лебедев, А. С. Егорова, А. Д. Ложкомоева, Т. А. Пусан, А. А. Фан. Исследование опасных и особо опасных полусуточных и суточных сумм осадков . . . . . .
А. Н. Лебедев, А. Г Кадырова. О методике обобщения ежечасных наблюдений за температурой воздуха . . . . . .
А. Г. Кадырова. Продолжительность и интенсивность осадков на территории МНР . . . . . .
А. Ю. Егорова. Закономерности распределения относительной влажности воздуха в Южной Америке . . . . . .
И. С. Борушко. Особенности обработки материалов наблюдений по скорости ветра на станциях Южной Америки . . . . . .
И. С. Борушко. Распределение воздушных течений над Южной Америкой
А. Г. Кадырова. Вероятность пасмурного состояния неба и осадки над Центральной и Восточной Азией . . . . . .
В. П. Ходакова. Об изменчивости суммарной солнечной радиации в Южной Америке . . . . . .
В. П. Ходакова. Об экстремальных значениях температуры воздуха в Индокитае . . . . . .
А. Н. Лебедев, Е. М. Андреева. Изменение месячных и годовых сумм осадков в Южной Америке в зависимости от длины ряда наблюдений