

Таблица 17.37. Осредненные коэффициенты корреляции (%) нормированных средних месячных значений  $n$  вдоль параллелей —  $\bar{r}(x)$  и меридианов —  $\bar{r}(y)$ . 1971—1975 гг.

$\bar{r}$	Расстояние, км									
	555	1110	1665	2220	2775	3330	3885	4440	4995	5550
Северное полушарие										
$\bar{r}(x)$	75	72	60	56	44	40	32	32	19	17
$\bar{r}(y)$	81	53	25	2	-16	-24	-23	-17	-6	-
Южное полушарие										
$\bar{r}(x)$	78	67	59	52	45	50	34	49	36	38
$\bar{r}(y)$	71	36	4	-19	-31	-38	-39	-37	-25	-

ном полушарии,  $x_S^* = 5000$  км и  $y_S^* = 1100$  км — в южном. Поскольку в южном полушарии зональность полей выражена более сильно, чем в северном, то масштабы корреляции, характеризующие размеры облачных полей, удовлетворяют неравенствам:  $x_N^* < x_S^*$  и  $y_N^* > y_S^*$ .

Анализ пространственно-временных корреляционных функций показал, что по мере уменьшения временного периода осреднения ослабевает корреляционная связь между значениями  $n$  на заданном расстоянии и становится менее выраженной анизотропность поля облачности, т. е. уменьшается различие между  $r(x)$  и  $r(y)$ .

## 8 Фазовое состояние облаков

Облака, как и туманы, могут состоять из капель воды, кристаллов льда и из смеси капель и кристаллов. Первые из них называют капельными (или водяными), вторые — кристаллическими (или ледяными), третьи — смешанными. При положительных температурах воздуха возможны только капельные облака. При отрицательных температурах наблюдаются все три вида облаков, при этом капли находятся в переохлажденном (метастабильном) состоянии. Процесс замерзания их носит вероятностный характер.

Как часто наблюдаются облака в различном фазовом состоянии, показывает табл. 17.38. Согласно данным этой таблицы, включающей в общей сложности результаты 61 580 наблюдений, переохлаждение — явление широко распространенное, встречающееся вплоть до очень низких температур ( $-42^\circ\text{C}$ ). С пониже-

Таблица 17.38. Повторяемость (%) фазовых состояний облаков при разных температурах над территорией СССР в среднем за год

Т °С	Фазовое состояние облаков			N
	капельное	смешанное	кристаллическое	
0... -2	83,6	14,1	2,3	10 312
-4... -6	69,0	25,9	5,1	12 286
-8... -10	53,7	35,4	10,9	11 317
-12... -14	36,7	41,8	21,5	8 450
-16... -18	22,7	39,9	37,4	5 890
-20... -22	16,8	35,2	48,1	4 814
-24... -26	10,3	30,9	58,8	3 592
-28... -30	5,8	25,3	68,9	2 435
-32... -34	3,2	17,2	79,6	1 395
-36... -38	2,3	11,1	86,6	687
-40... -42	1,6	6,8	93,2	309
-44... -46	0,0	6,4	93,6	93

нием температуры повторяемость капельных облаков монотонно уменьшается, а кристаллических — растет: при температуре выше  $-10^{\circ}\text{C}$  повторяемость первых больше 50 %, вторых — меньше 10 %; при температуре ниже  $-20^{\circ}\text{C}$  соотношение обратное — повторяемость капельных облаков меньше 20 %, а кристаллических — больше 50 %. Если же, однако, учитывать жидкую фазу как в капельных, так и в смешанных облаках, то вероятность ее достаточно высока: при температуре от 0 до  $-10^{\circ}\text{C}$  она превышает 85 %, от  $-12$  до  $-22^{\circ}\text{C}$  составляет 50—75 %, и даже в интервале от  $-24$  до  $-34^{\circ}\text{C}$  вероятность жидкой фазы достигает 20—40 %.

Характер зависимости фазового состояния облаков от температуры сохраняется для отдельных сезонов и географических районов СССР. Так, при температуре от  $-8$  до  $-10^{\circ}\text{C}$  повторяемость капельных облаков составляет 54,7 % летом и 55,3 % зимой, кристаллических — 10,4 % летом и 10,3 % зимой; при температуре от  $-20$  до  $-22^{\circ}\text{C}$  капельные облака наблюдаются в 11,7 % случаев летом и в 17,5 % случаев зимой, кристаллические — соответственно в 49,8 и 45,3 % случаев. Отметим, что число случаев с температурой от  $-20$  до  $-22^{\circ}\text{C}$  существенно различается летом (247) и зимой (2029). Естественно, что такое различие могло повлиять на результаты расчета повторяемостей.

Температура воздуха — главный из факторов, определяющих фазовое состояние облачных частиц. Наиболее существенным среди других второстепенных факторов является форма облаков, связанная в свою очередь с характером процессов образования облаков. В табл. 17.39 приведены данные о повторяемости капельных и кристаллических облаков различных форм. Общая закономерность — монотонное уменьшение повторяемости капельных облаков и уве-

Таблица 17.39. Повторяемость (%) фазового состояния облаков различных форм в среднем за год над территорией СССР

Облака	Температура, °С								
	0...-2	-4...-6	-8...-10	-12...-14	-16...-18	-20...-22	-24...-26	-28...-30	-32...-34
	Капельные облака								
St	95,5	88,6	75,8	60,8	17,6	12,5			
Sc	94,8	85,4	75,2	59,0	42,1	42,0	28,6		
Ac	90,6	81,1	65,8	52,6	43,8	37,2	31,3	24,0	14,4
As	64,9	47,9	35,1	24,6	16,1	11,8	6,9	3,6	2,2
Ns	66,9	43,4	27,8	17,4	10,9	5,3	3,6	3,8	4,3
	Кристаллические облака								
St	0,1	0,6	1,9	5,9	23,5	37,5			
Sc	0,4	1,1	2,0	3,9	9,5	17,5	40,0	72,7	100
Ac	0,9	2,3	4,2	7,9	12,3	13,9	15,3	20,2	35,0
As	10,0	13,7	22,6	36,3	49,5	58,0	67,0	75,2	83,5
Ns	5,8	13,5	26,0	40,5	54,7	63,6	72,3	77,9	82,4
	Смешанные облака								
St	4,0	10,8	22,3	33,3	58,9	50			
Sc	4,8	13,5	22,8	37,2	48,4	40,5	31,4	27,3	0,0
Ac	8,5	16,6	30,0	39,5	43,9	48,9	53,5	55,8	50,5
As	25,1	38,4	42,3	39,1	34,4	30,2	26,1	21,2	14,3
Ns	27,3	43,1	46,2	42,1	34,4	31,1	24,1	18,3	13,3

личение повторяемости кристаллических при понижении температуры — справедлива для всех форм облаков. Однако наблюдается существенное различие в повторяемости жидкой и твердой фаз в облаках St, Sc и Ac (первая группа), с одной стороны, и в облаках Ns и As (вторая группа) — с другой. Видно, что практически при всех температурах в первой группе облаков повторяемость жидкой фазы на несколько десятков процентов больше, а твердой фазы в несколько раз меньше, чем в облаках второй группы.

Так, если в первой группе на долю капельных облаков при температуре от  $-8$  до  $-10$  °С приходится 65—75 % случаев, то во второй повторяемость капельных облаков при той же температуре составляет лишь 28—35 %. Вероятность кристаллических облаков при температуре от  $-8$  до  $-10$  °С в первой группе равна 2—4 %, во второй она достигает 22—26 %. Аналогичное соотношение между значениями повторяемости фаз в облаках первой и второй

групп сохраняется и при других температурах. Исключение составляют облака Sc при очень низких температурах (от  $-24$  до  $-34$  °C), однако повторяемость фаз в этих облаках определена по очень малому числу наблюдений (например, для интервала температуры от  $-28$  до  $-30$  °C по 11 случаям, а для интервала от  $-32$  до  $-34$  °C всего лишь по 4 случаям) и поэтому с большой погрешностью.

Наиболее существенное влияние на вероятность замерзания переохлажденных капель и, следовательно, образования кристаллов льда оказывают, согласно опытным данным Бигга (см. главу 15), температура капли (степень переохлаждения) и скорость охлаждения, а также размер капель и время пребывания капли при данной температуре. С увеличением скорости охлаждения от 0,05 до 0,5 °C/мин температура замерзания переохлажденной капли повышается на 2 °C. Конечно, трудно дать количественную оценку скорости охлаждения в облаках различных форм, тем не менее можно утверждать, что скорость охлаждения капель в облаках Ns—Ac значительно больше, чем в облаках St—Sc—Ac.