

И. В. ЛИТВИНОВ

МЕЗОМАСШТАБНАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ВОДНОСТИ В ОБЛАКАХ СЛОИСТЫХ ФОРМ

(Представлено академиком Е. К. Федоровым 11 II 1974)

По наблюдениям со спутников слоистообразные облака характеризуются полным отсутствием каких-либо неоднородностей мезомасштаба, т. е. неоднородностей с характерными размерами порядка 10^1 — 10^2 км. Обычно это сплошной однородный покров матовой структуры ⁽³⁾. Однако непосредственные и косвенные данные показывают, что в облаках слоистых форм должны существовать неоднородности указанного выше масштаба.

Неоднородности в облаках на трассах горизонтального полета могут выражаться в трех взаимосвязанных параметрах: видимость, водность и микроструктура, куда, наряду с параметрами распределения элементов облака по размерам, входит и фазовая структура.

На первом этапе исследований изучались неоднородности в поле водности. Измерения проводились при помощи широко применяемого в практике самолетного зондирования прибора СИВ-2 ⁽⁴⁾. Во время полета двумя стандартными приборами СИВ-2 последовательно измерялась водность облаков. Были приняты специальные меры для исключения возможных ошибок, связанных с неоднородностью фильтровальной бумаги ⁽²⁾: ленты для прибора СИВ отрезались последовательно от листа фильтровальной бумаги и в той же последовательности экспонировались; перед экспонированием все ленты хранились в одной и той же коробке; экспонирование и обработка всего массива лент, полученного за один полет, производилась одним наблюдателем.

Полеты выполнялись в слоистых и слоисто-дождевых облаках на одной высоте. В рассмотрение вошли только те участки полета, при которых самолет непрерывно находился в облаке. Одновременно с водностью измерялась температура воздуха и наличие или отсутствие атмосферных осадков (по визуальным наблюдениям). Отдельные последовательные значения водности объединялись в группы, вычислялись ее средние значения. Обычно в группы объединялось 4—8 отдельных измерений на участке полета, когда не было систематического увеличения или уменьшения водности. Таким образом, при постоянной скорости самолета 240 км/час значения водности усреднялись на расстояниях 3—15 км.

Как показали измерения, последовательные значения водности в группах иногда значительно различались между собой. За меру разброса были взяты величины среднеквадратичных отклонений σ .

В осенний период 1971 г. проведено 11 полетов в облаках слоистых форм, во время которых произведено 735 отдельных измерений водности. В 5 случаях полеты проходили в облаках типа Sc, в 6 случаях — в Ns.

В ряде полетов не было обнаружено существенных изменений водности на трассе горизонтального полета. Однако в большинстве полетов на трассах протяженностью в 80—350 км были замечены неоднородности водности облаков, которые не могли быть объяснены ошибками измерений. Результаты некоторых характерных измерений приведены на рис. 1. На графике по оси абсцисс отложено расстояние l , по оси ординат — среднее значение водности w в группе. Вертикальные линии — величина средней

квадратичной ошибки вычисления среднего в группе, т. е. $\sigma/n^{1/2}$. Из приведенных примеров видно, что в облаках хорошо прослеживаются изменения в водности на трассах полета.

В качестве характеристики мезомасштабной неоднородности в первом приближении взята величина λ — расстояние между соседними минимальными или максимальными значениями водности.

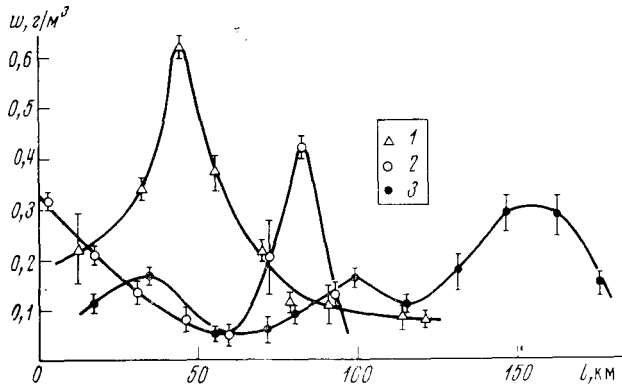


Рис. 1. Изменение водности w на трассах горизонтального полета (1971 г.): 9 IX (1), 23 IX (2), 6 X (3)

Основные характеристики полетов, в которых были замечены существенные изменения в водности на трассе горизонтального полета, сведены в табл. 1, в которой приведены дата и высота полета, количество отдельных измерений водности, ее максимальные w_{\max} и минимальные w_{\min} значения на трассе полета и средние значения λ .

Как видно из табл. 1, значения величины λ в основном лежат в пределах 50—100 км. Замеченная закономерность присуща облакам слоистых

Таблица 1

Дата, 1971 г.	Ситуация при полете и ориентация маршрута полета	Высота полета, м	T , °C	Количество проб на участке горизонтального полета	w_{\max}	w_{\min}	λ	Общее время измерений, мин.	Тип облачности	Осадки по наземным данным
9 IX	Под углом 20° к фронту окклюзии	1200	$5,5 \pm 0,7$	77	1,07	0,04	70—100	32	Sc — Ns	Дождь
14 IX	Центр циклона	2100	$4,2 \pm 0,4$	53	1,75	0,02	100—120	25	Sc — Ns	Дождь
23 IX		1800	$-2,5 \pm 0,5$	61	0,73	0,02	65—85	33	Sc	Нет
1		900	$1,3 \pm 0,1$	44	1,0	0,03	70—95	37	Sc	Нет
2		2100	$-6,2 \pm 0,3$	38	0,92	0,25	50—65	18	Sc	Нет
3	Параллельно фронту окклюзии	1500	$-2,1 \pm 0,4$	24	0,45	0,2	45—75	20	Sc	Нет
4	Параллельно фронту окклюзии	1200	2,3	51	1,9	0,01	55—65	33	Ns	Дождь
26 IX	Теплый фронт под углом 40°	600	4,2	52	1,5	0,05	80—100	25	Ns	Дождь
1	Теплый фронт под углом 40°	2100	$-2,5 \pm 0,2$	203	1,4	0,1	150—170	90	Ns	Дождь со снегом
2 X	Пролет через центр циклона	900	-4,1	81	0,45	0,1	55—65	43	Ns	Дождь со снегом
6 X	Перпендикулярно теплому фронту	1800	$-9,0 \pm 0,2$	54	0,2	0,03	55—65	24	Sc	Нет
21 XII	Под углом 45° к фронту окклюзии									

форм как дающих, так и не дающих осадки: величина λ для обоих случаев примерно одна и та же.

Как известно, водность в облаках слоистых форм в среднем зависит от температуры облака и его мощности и, как правило, повышается от нижней границы облаков к верхней. Кроме того водность в облаках, дающих осадки, складывается из собственной водности облака и водности выпадающих осадков. Однако проведенный анализ показал, что ни один из приведенных выше факторов как отдельно, так и все вместе не могут обусловить замеченную мезомасштабную неоднородность в облаках слоистых форм.

Институт экспериментальной метеорологии
Обнинск Калужской обл.

Поступило
11 I 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. А. Зайцев, А. А. Ледохович, Приборы и методы исследования облаков с самолетов, Л., 1960. ² В. Е. Минервин, Флуктуации водности в облаках слоистых форм, Тр. Центр. аэрол. обсерват., в 71, 1966. ³ Л. С. Минина, Практика нефанализа, Л., 1970.