

В. М. ПЛЕЧКОВ, А. С. ГУРВИЧ, В. Г. СПОПКОВ

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО
СОДЕРЖАНИЯ ВОДЯНОГО ПАРА НАД ОКЕАНОМ
ПРИ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ ТЕПЛОВОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ АТМОСФЕРЫ С КОРАБЛЯ**

(Представлено академиком В. В. Шулейкиным 30 I 1970)

В последнее время резко возрос интерес к наземным и спутниковым радиометрическим наблюдениям атмосферы (¹, ²). Особую важность представляют измерения влагосодержания атмосферы над океаном (¹, ³). С целью исследования интегральной влажности над Атлантическим океаном между 47° с.ш. и 23° ю.ш. с 4 II по 15 V 1969 г. проводились радиометрические наблюдения на научно-исследовательском судне «Академик Курчатов» (рейс № 5) (⁴).

Сущность измерений состояла в том, что из наблюдений теплового радионизлучения атмосферы вблизи линии поглощения водяного пара (λ 1,35 см) при различных зенитных углах, а также поверхности океана определялось вертикальное поглощение $\tau_{\text{в.о}}$ радиоволн атмосферными парами воды (⁵, ⁶). Эта величина с хорошей степенью точности пропорциональна полной массе водяного пара Q (г/см²) в вертикальном столбе атмосферы (³, ⁷), $\tau_{\text{в.о}} = \psi Q$. Коэффициент ψ определяется поглощательными свойствами атмосферы и в этом диапазоне волн обнаруживает большую стабильность при вариациях метеорологических условий (³). Среднеквадратичная ошибка определения величины Q данным методом $\pm 10\%$.

Сведения об аппаратуре и расчетные соотношения аналогичны приведенным в работе (⁶).

В Научно-исследовательском радиофизическом институте были рассчитаны значения коэффициента ψ для океанических условий. Впоследствии оказалось, что найденные расчетным путем из квантовомеханических соотношений значения ψ над океаном, так же как и над сушей, хорошо согласуются с экспериментально найденными из графической зависимости $\tau_{\text{в.о}} = f(Q)$, полученной из радиометрических измерений величины $\tau_{\text{в.о}}$ и аэрологических величины Q . Таким образом, для Атлантического океана для длины волны $\lambda = 1,3$ см $\psi = 0,27 \pm 0,054$ (дб·см²/г).

Результаты измерений полной массы водяного пара над океаном в различных географических широтах, относящихся к безоблачной атмосфере в районе работ, представлены на рис. 1. Профиль интегральной влажности проведен по данным, полученным в рейсе от 47° с.ш. до 23° ю.ш. На этом же рисунке нанесены значения величины Q , полученные при повторном пересечении широт во время обратного курса корабля с 1 по 15 V 1969 года (крестики). Эти значения в пределах точности измерений в тропических зонах океана совпадают с профилем величины Q , полученным с 4 II по 1 V 1969 г.

Рассмотрение широтного хода величины Q указывает на ряд его особенностей. Так, между 36° с.ш. и 25° с.ш. в атмосфере над Атлантическим океаном просматривается зона пониженного содержания водяного пара. Измерения величины Q в этих же широтах, но со сдвигом во времени (на два месяца) и по долготе, однако, дают значения ψ , повторяющие ее широтный профиль, полученный ранее. В табл. 1 приведены средние значения величины Q абсолютной влажности ρ_0 , измеренной в приводном слое

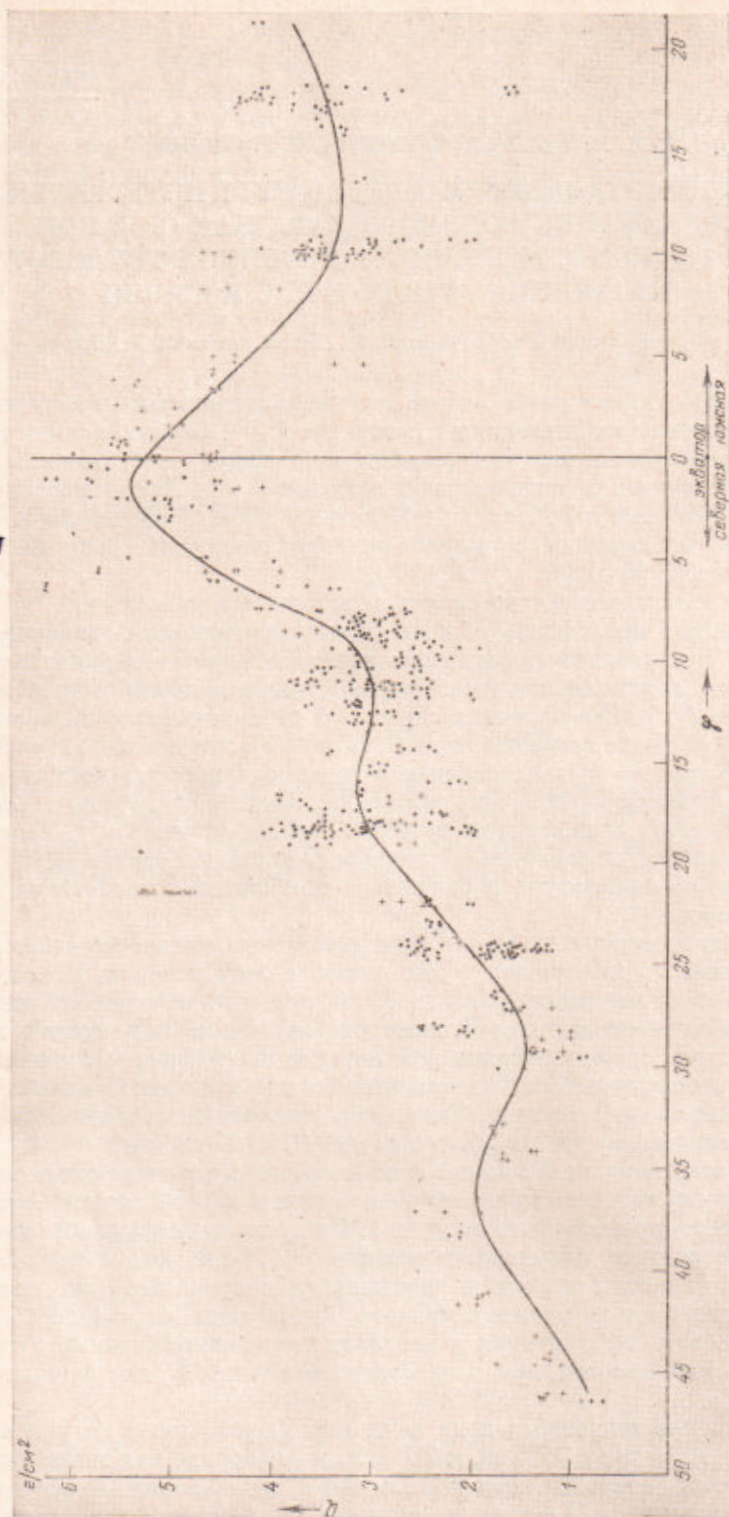


Рис. 4. График широтного хода полной массы водяного пара в атмосфере над Атлантическим океаном

атмосферы, температуры воды в поверхностном слое океана, температуры воздуха в приводном слое атмосферы для интервала исследуемых широт.

Максимальная величина Q ($5-6 \text{ г/см}^2$) была зарегистрирована в зоне конвергенции. Как видно из рис. 1, профиль интегрального влагосодержания асимметричен по отношению к географическому экватору.

Круглосуточные наблюдения в океане не показали заметного выраженного суточного хода Q , но большие вариации Q в основном связаны с дви-

Таблица 1

Широтный интервал	$Q, \text{ г/см}^2$	$\rho_0, \text{ г/м}^3$	$t_{\text{воды}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{возд.}}, ^\circ\text{C}$	$\sigma, \text{ г/см}^2$	$r(\rho_0, Q)$
47° с. ш. — 36° с. ш.	1,58	9,87	14,18	13,78	0,52	0,91
36° с. ш. — 25° с. ш.	1,53	13,42	20,16	19,22	0,41	0,52
24° с. ш. — 5° с. ш.	2,92	19,00	25,75	24,90	0,68	0,73
5° с. ш. — 5° ю. ш.	4,95	22,12	28,40	27,70	0,64	0,02
7° ю. ш. — 21° ю. ш.	3,53	20,14	28,53	27,21	0,68	0,25

жением крупномасштабных масс воздуха. Наименьшие значения Q наблюдались, как правило, при антициклональных условиях. Количественно вариации Q характеризуются среднеквадратичными значениями σ отклонений от среднего значения в выделенном районе (табл. 1). Сравнения \bar{Q} и σ показывают, что вариации Q сравнимы со средними значениями. Интересно отметить, что коэффициент корреляции $r(\rho_0, Q)$ (табл. 1) между полным влагосодержанием Q и абсолютной влажностью ρ_0 в приводном слое на высоте 7 м невелик, и, следовательно, данные измерений ρ_0 в приводном слое не характеризуют полного влагосодержания в атмосфере.

Измерения Q радиометрическим методом и обычным радиозондовым в отсутствие облаков дали совпадения результатов с точностью $\pm 3 \div 10\%$.

Измерения теплового радионизлучения атмосферы на различных радиоволнах в облачную погоду позволили по методике (5) оценить водность облаков, которая в тропической зоне океана менялась в пределах от 0,033 до 0,25 г/см^2 . Точность определения этой величины в нашем случае не превышала $\pm 50\%$ прежде всего из-за неопределенности данных о средней температуре облаков. Водность 0,25 г/см^2 соответствовала плотным дождевым облакам в зоне конвергенции.

Коэффициенты корреляции между величинами Q и $t_{\text{воды}}$, Q и $t_{\text{возд.}}$ составляют 0,57 и 0,61. Отметим, что в обоих случаях эти коэффициенты для пассатной зоны несколько выше, чем для приэкваториальной. Их значения соответственно равны 0,69 и 0,47; 0,73 и 0,50.

Изложенные результаты измерения интегрального влагосодержания в атмосфере над океаном с борта корабля хорошо согласуются со спутниковыми измерениями величины над акваторией мирового океана (1).

Научно-исследовательский радиофизический институт
при Горьковском государственном университете
им. Н. И. Лобачевского

Поступило
26 I 1970

Институт физики атмосферы
Академии наук СССР
Москва

Институт океанологии им. П. П. Ширшова
Академии наук СССР
Москва

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 А. Е. Башаринов, А. С. Гурвич, М. Т. Егоров, ДАН, 188, № 6, 1273 (1969). 2 К. С. Шифрин, Ю. И. Рабинович, Г. Г. Щуки, Метеорология и гидрология, № 6, 10 (1969). 3 А. М. Обухов, М. С. Татарская, Там же, № 6, 36 (1969). 4 В. Г. Корт, Вести. АН СССР, № 9, 91 (1969). 5 А. П. Наумов, Изв. АН СССР, Физ атмосферы и океана, 4, № 2, 170 (1963). 6 В. М. Плечков, Там же, 4, № 2, 182 (1969). 7 А. С. Гурвич, И. С. Тиме, Изв. АН СССР, Физ. атмосферы и океана, 2, № 8, 814 (1966).