

Министерство высшего и среднего специального образования  
Р С Ф С Р

Горьковский ордена Трудового Красного Знамени  
научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ)

---

Препринт № 240

РАДИСКОНТРАСТЫ АТМОСФЕРЫ НАД МИРОВОМ ОКЕАНОМ

Александрова Т.В.  
Подвойская О.А.

Горький 1987

Александрова Т.В., Подвойская О.А.

РАДИСКОНТРАСТЫ АТМОСФЕРЫ НАД МИРОВЫМ ОКЕАНОМ // Препринт № 240  
- Горький, НИРФИ. - 1987.

44 с.

УДК 551.501.8

Рассмотрены контрасты радиотеплового излучения атмосферы при наличии облаков в различных климатических зонах мирового океана. По северным частям Тихого и Атлантического океанов рассчитаны оптическая толщина, радиояркостьная температура и их контрасты для моделей облачной атмосферы на длинах волн  $\lambda = 0,8$  и  $1,35$  см на углах зондирования  $\theta$  от  $0$  до  $85^\circ$  при наблюдении сверху, а также при наблюдении с поверхности Земли в зенит. Модели атмосферы составлены на основе данных многолетних метеорологических наблюдений. Приведены некоторые результаты измерений радиоконтрастов облаков в тропической зоне Атлантического океана в марте - июле 1985 г. Величины облачных контрастов, полученные экспериментально, удовлетворительно согласуются с расчетными.

В различных задачах исследований окружающей среды, в частности, состояния поверхности Мирового океана эффекты дистанционные радиофизические методы: радиолокационный и радиотепловой. При этом необходимо учитывать влияние облачности на контрасты радиосигналов [1,2,3].

В атмосфере контрасты создаются благодаря неоднородному распределению водяного пара и водности. Экспериментальные исследования распределения этих компонент проводятся при одновременных измерениях в линии водяного пара ( $\lambda = 1,35$  см) и на волне  $\lambda = 0,8$  см, на которой существенный вклад дает конденсированная вода.

В работе рассматриваются контрасты, создаваемые атмосферой при наличии облаков, в различных климатических зонах Мирового океана.

По северным частям Тихого и Атлантического океанов рассчитаны оптическая толщина, радиояркостная температура и их контрасты (разность значений "облачно-ясно") для моделей облачной и безоблачной атмосферы в диапазоне длин волн  $\lambda = 0,8$  см и  $1,35$  см на углах зондирования  $\theta$  от  $0$  до  $85^\circ$  при наблюдении сверху, а также при наблюдении с поверхности Земли в зенит. Модели атмосферы составлены на основе данных многолетних метеорологических наблюдений летом и зимой. Отсутствие необходимых метеорологических данных не позволило выполнить расчеты по северной части Индийского океана и южного полушария. Приводятся некоторые результаты измерений радиоконтрастов облаков в тропической зоне Атлантического океана в марте-июле 1985 года (41 рейс НИС "Академик Курчатов").

Распределение облачности над океаном связано с условиями атмосферной циркуляции и свойствами воздушных масс. Как известно [4], в соответствии с условиями общей циркуляции атмосферы, выражающимися в преобладании воздушных масс: определенного географического типа - круглый год или в один из двух основных сезонов, выделяют климатические зоны и области. Границы между зонами намечаются по зимнему и летнему положению климатологических

фронтов, разделяющих основные воздушные массы. На рис. 1,2 дано климатическое районирование Атлантического и Тихого океанов в северном полушарии с учетом всех климатообразующих факторов [5,6]. Климатические области представлены характерными пунктами (табл.1), отмеченными на рис. 1,2 точками, для которых составлены модели атмосферы.

Таблица I

Перечень островных станций (о.), кораблей погоды (к.п.), центров десятиградусных квадратов (ц.кв.), избранных точек (избр. т.)

Океан, климатическая область	№ пункта на рис.1,2	Станция
1	2	3
<b>Атлантический океан</b>		
У <sub>I</sub> <sub>I</sub>	1	о.Ян-Майен
У <sub>Ia</sub>	2	к.п. М
У <sub>Ia</sub>	3	С
У <sub>Ib</sub>	4	КП
У <sub>2</sub>	5	В
У <sub>2</sub>	6	К
У <sub>2a</sub>	7	Д
У <sub>3</sub>	8	ц.кв.037
Ш <sub>I</sub>	9	о.Фуншал
Ш <sub>Ia</sub>	10	о.Сал
Ш <sub>2a</sub>	11	ц.кв.016
Ш <sub>2b</sub>	12	к.п.Е
П <sub>I</sub>	13	ц.кв.003
И <sub>2</sub> П <sub>I</sub>	14	001
<b>Тихий океан</b>		
У <sub>I</sub> <sub>I</sub>	1	избр.т.1
У <sub>I</sub>	2	3
У <sub>Ia</sub>	3	к.п. Р
У <sub>Ib</sub>	4	№ 2

Продолжение Таблицы I

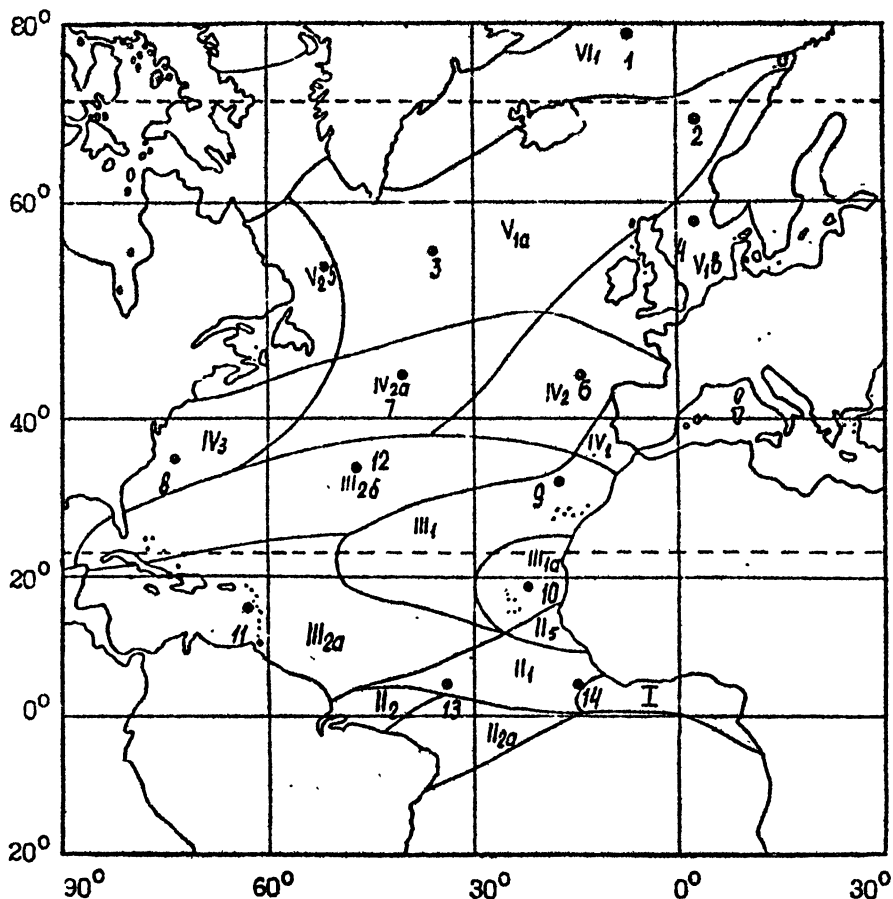
I	2	3
IY <sub>1</sub>	5	избр. т. 7
IY <sub>2</sub>	6	6
IY <sub>2a</sub>	7	к. п. X
III <sub>1</sub>	8	избр. т. 10
III <sub>2a</sub> III <sub>2б</sub>	9	к. п. N
III <sub>2a</sub>	10	о. Кауай
III <sub>2a</sub>	11	о. Уэйк
III <sub>2a</sub>	12	о. Джонстон
Тихий океан		
III <sub>2б</sub>	13	к. п. V
III <sub>2б</sub> IY <sub>3</sub> IY <sub>2a</sub>	14	T
III <sub>2б</sub>	15	о. Мидуэй
III <sub>2б</sub>	16	о. Маркус
II <sub>1</sub>	17	о. Яп
II <sub>1</sub>	18	о. Понапе
I <sub>1</sub>	19	избр. т. 14
I <sub>2</sub>	20	15

Модели облачной атмосферы содержат сведения в среднем за сезон (зима, лето) о вертикальных профилях давления, температуры, абсолютной влажности воздуха; об облачном покрове — форме, высоте нижней границы, вертикальных размерах и водности облаков.

Вертикальные профили давления, температуры, абсолютной влажности воздуха получены на основании средних месячных или сезонных многолетних данных, приведенных в [5-11]. Температура облаков может отличаться от температуры окружающего пространства на доли градуса в среднем по толщине облаков [13]. Можно пренебречь этим отличием и принять для модели среднее распределение температуры по высоте вместе с распределением влажности и давления.

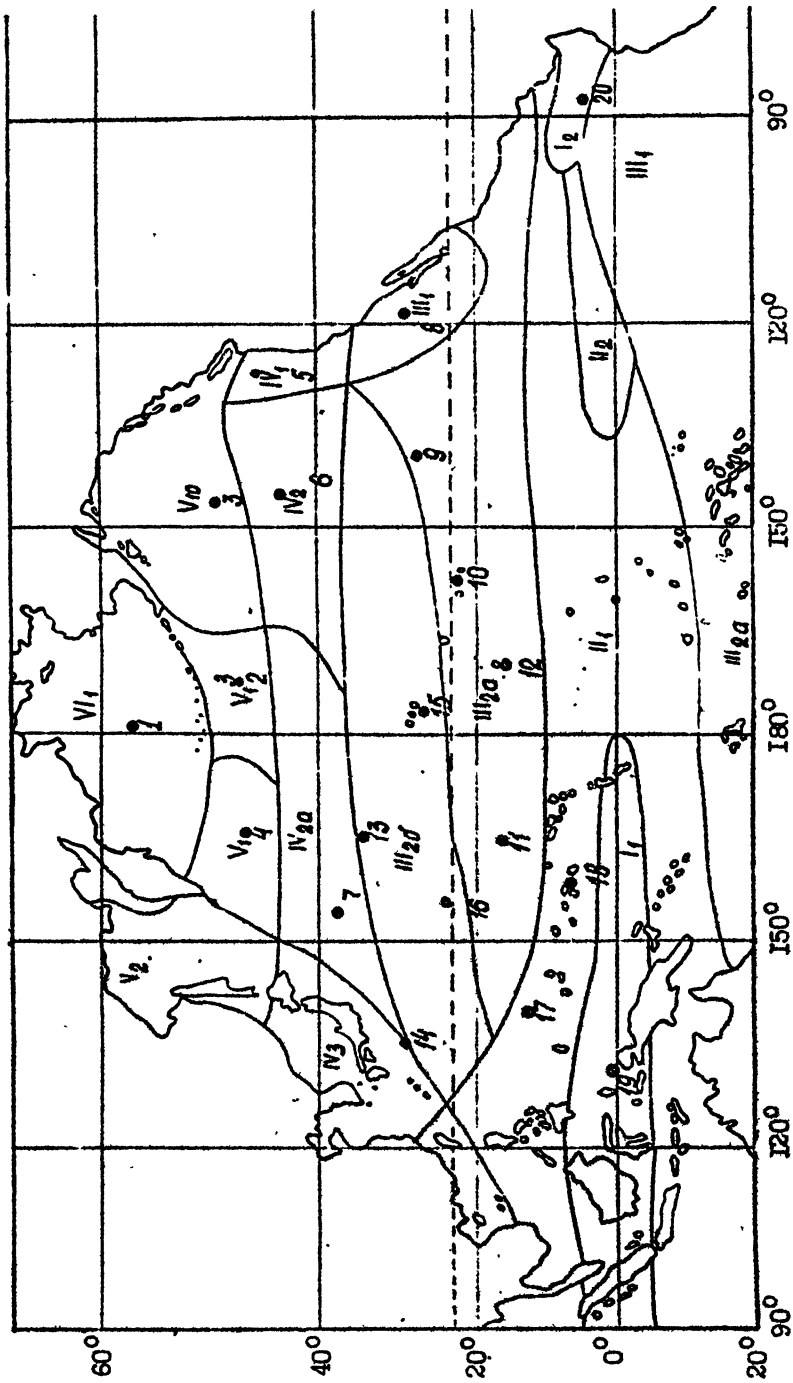
Балловые оценки и высота нижней границы облачности, повторяемость различных форм облаков получены на основании средних месячных многолетних данных [5, 6, 12, 14, 15].

В вышеприведенных источниках использованы наземные метео-



Масштаб 1:60000000 на параллелях 45°

Р и с. I. \* Климатические зоны и области. Атлантический океан.



Масштаб 1:6000000 на параллелях 45°

Р и с. 2. Климатические зоны и области. Тихий океан

рологические наблюдения. За облачность ведутся как наблюдения с поверхности, немногочисленные над океанами, так и спутниковые наблюдения, которые в настоящее время становятся главным источником информации. В [16] сделан краткий обзор по климатологии облачного покрова, рассмотрены методы и результаты исследований характеристик облачного покрова по данным наблюдений со спутников. Сравнение оценок количества облаков по спутниковым и наземным данным выявило некоторые расхождения [16,17].

Закономерности глобального распределения общей облачности над океаном исследованы в [18].

Таблица 2

Годовые значения общего количества облаков над океанами  
(в баллах) [18]

Широта град.	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90
Баллы	5,9	5,6	Северное полушарие				7,4	7,1	7,0
Баллы	5,5	5,5	Южное полушарие				8,1	7,2	

Наибольшие значения общего количества облаков в течение года отмечается в приэкваториальных и умеренных широтах, а наименьшие - в тропических широтах.

При расчетах рассматривались только облака вертикального развития и нижнего яруса; считалось, что излучение облаков среднего и верхнего ярусов мало вследствие их кристаллической структуры и небольшой водности [3].

В различных климатических зонах вклад облачности нижнего яруса в общее количество облаков бывает разным. В экваториальной (I) и субэкваториальной (II) зонах по сравнению с общим количеством облаков (например, ст.Яп, ст.Понапе - 8,4-8,9 б.) количество облаков нижнего яруса невелико (3,4-5,1 б.). Границы субэкваториальной зоны определяет внутритропическая зона конвергенции (ВЗК), которая является переходной зоной, разделяющей пассаты обоих полушарий. По данным [19] ясное небо здесь бывает не чаще 5% времени, а пасмурное - около 80% по общей облачности и около



50% по нижней облачности. Океанический тропический климат отличается от экваториального меньшей облачностью. Погода в основном антициклональная, с преобладанием полужасного неба. В субтропической зоне летом также господствует режим антициклонов, а зимой - циклоническая деятельность. Количество облаков по нижней облачности на станциях, расположенных в тропической (III) и субтропической (IV) зонах, составляет около 3-6 баллов летом, 4-7 баллов зимой. В умеренной (V) зоне в течение всего года развивается циклоническая деятельность, поэтому велико количество облаков, причем преобладают облака нижнего яруса. Повторяемость пасмурного неба по нижней облачности составляет, в основном, 60-80%. В субарктической (VI) зоне средний балл нижней облачности составляет не менее 7 и зимой и летом. Сплошной облачный покров (IO6) отмечается почти в половине всех случаев наблюдений. В тропических широтах (0-30° широты) господствуют облака кучевых форм. В [15] выделяют три типа облачного неба над тропическим океаном. При невозмущенном состоянии атмосферы, в области пассатов наиболее часто встречаются отдельные кучевые облака (Cu hum, Cu fr, Cu med). При возмущенном состоянии атмосферы в районе ВЗК наблюдаются не единичные облака, а облачные поля, отличающиеся разнообразием форм облаков различных размеров и высот оснований. Преобладают мощные кучевые (Cu cong) и кучево-дождевые (Cb), мощность которых превышает мощность этих облаков в умеренных широтах; Cu cong - 4-7 км, Cb - от 7-8 км до 10-12 км, 16 км. Обычно облака ВЗК выстраиваются в ряды в длину несколько сот километров, в ширину - 50-60, а иногда - 80-100 км [19,20]. В тропических же широтах в районах холодных океанических течений наблюдаются облачные поля, представляющие собой сплошной покров низких St, Sc, мощностью в несколько сот метров. Во внетропических широтах повторяемость конвективных облаков становится меньше - 20-50% в умеренной зоне (особенно летом). Часто встречаются слоистые, слоисто-кучевые облака. В субарктической зоне их повторяемость летом увеличивается в 1,5-2 раза по сравнению с умеренной зоной, достигая 70-80%. Вероятность слоисто-дождевых облаков составляет 10-20%. В полярных широтах охлаждение воздуха снизу вызывает образование низких слоистых облаков в лю-

бóе время года.)

Из-за малочисленности измерений водности облаков над океаном использовались данные наблюдений над сушей. Значения средней ( $\bar{w}$ ) и максимальной ( $\bar{w}_{max}$ ) водности на разных уровнях в кучевых облаках различной мощности (до 5 км) приводятся в [21]. Данные получены по 1500 измерениям на территории СССР и относятся к достаточно крупным облакам (с размерами порядка километра и более). Значения водности, которые использовались в моделях кучевых облаков, следующие [21]:

	Толщина облака, сотни метров			
	5 - 10	10 - 15	25 - 30	45 - 50
$\bar{w}$ (г/м <sup>3</sup> )	0,27	0,36	0,80	1,50
$\bar{w}_{max}$ (г/м <sup>3</sup> )	0,45	0,84	2,07	3,99

Средняя водность облаков во внетропических широтах зимой считалась в 1,5-2 раза меньше, чем летом [22].

Распределение с высотой водности  $w$  для конвективных облаков аппроксимировали эмпирическим соотношением, полученным на основе экспериментов в виде [21]:

$$w = AN^{4/3} \xi (1 - \xi)^{1/3}, \quad \text{где } \xi = \frac{h - h_0}{H}, \quad (I)$$

$H$  - мощность облака,  $h_0$  - высота основания облака.

Результаты измерений водности в слоистых, слоисто-кучевых облаках над территорией Украины обобщены в [23], где приводятся значения водности в облаках в зависимости от мощности облачного слоя для различной температуры:

Мощность облака, сотни м	Интервал температуры, град.				
	-15.0, -10.1	-10.0, -5.1	-5.0, -0.1	0.0, 4.9	5.0, 9.9
2	0,06	0,08	0,12	0,18	0,22
4	0,12	0,16	0,23	0,31	0,36
6	0,17	0,22	0,30	0,40	0,45

На основании данных Авиационно-климатического атласа - спровочника СССР в [24] приводятся средние годовые характеристики

водности отдельных форм облаков в зависимости от температуры по территории СССР:

Форма облаков	St			Sc			Ns		
	10+5	0+-5	-10+ +-15	10+5	0+-5	-10+ +-15	10+5	0+-5	-10+ +-15
Температура, $t^{\circ}\text{C}$									
Число измерений N	308	1215	137	669	2644	1191	267	1677	365
$w$ ( $\text{г}/\text{м}^3$ )	0,26	0,23	0,18	0,26	0,20	0,15	0,35	0,22	0,15

Вертикальное распределение водности в слоисто-образных облаках описывается следующей формулой:

$$w = c \xi (1 - \xi), \quad \text{где } \xi = \frac{h - h_0}{H}, \quad (2)$$

$H$  - мощность облака,  $h_0$  - высота основания облака.

При расчетах мощность облака 5 км принималась за максимальную (минимальная мощность 0,5 км для кучевых облаков, 0,2 км - для слоистых). Необходимо отметить, что в приэкваториальных широтах мощные облака более распространены, чем в высоких широтах [20]. Сведения о вертикальных размерах облаков над океанами редки и имеются только в материалах специальных экспедиций. По данным спутниковых наблюдений особенности распределения средней высоты верхней границы облаков в июле 1972 года (рис. 3) обсуждаются в [25]. Точность, с которой определялась высота,  $\pm 1$  км. Над северной частью Тихого океана высота верхней границы облаков увеличивается от  $\sim 5$  км в приэкваториальных широтах до  $\sim 3$  км - в высоких широтах. Над Атлантическим океаном значения высоты распределяются почти аналогично, за исключением западной части океана, где мощная кучевая облачность распространяется до 30-35° северной широты из-за вхождения в этот район тропических циклонов. В [26] на основании использования косвенного метода определения толщины облаков по высоте их верхней границы по данным [25] составлена карта распределения средней толщины облаков по северному полушарию (рис. 4). Значения средней толщины облаков над оке-



Р и с. 3. Высота верхней границы облаков (км) над северным полушарием. Июль 1972 г.



Р и с. . Карта-схема распределения средней толщины облаков. Июль 1972 г.: 1 - районы, где расчет толщины не производился, 2 - НИС "Профессор Воейков", 3 - НИС "Профессор Зубов"

анами увеличиваются с уменьшением широты и достигают максимальных значений в тропической и экваториальной зонах (Восточная Атлантика в ВЗК ~ 6 км). В результате влияния холодных течений (например, Канарского в Атлантическом океане) создается неравномерность широтного распределения толщины облаков.

Для территории СССР в [27] приводятся графики и таблицы обеспеченности толщин облаков различных форм.

Образование облаков над морем имеет характерные особенности [28], поэтому приведенные выше данные могут быть лишь ориентировочными для внетропических широт океанов и позволяет сделать оценку повторяемости облачных контрастов.

Для моделей атмосферы рассчитывалась оптическая толщина и радиояростная температура. При наблюдении сверху над спокойной водной поверхностью радиояростная температура определяется излучением поверхности, ослабленным в атмосфере, излучением слоя атмосферы между поверхностью и приемником и зеркально отраженным излучением всей атмосферы:

$$T_{\lambda}(\lambda, \theta) = T_n(1 - R_{\lambda, \theta}) \exp \left[ - \int_0^{\infty} \alpha_{\lambda}(z') \sec \theta dz' \right] + \int_0^{\infty} T(z) \alpha_{\lambda}(z) \times \\ \times \exp \left[ - \int_0^{\infty} \alpha_{\lambda}(z') \sec \theta dz' \right] \sec \theta dz + R_{\lambda, \theta} \exp \left[ - \int_0^{\infty} \alpha_{\lambda}(z) \sec \theta dz \right] \times \\ \times \int_0^{\infty} T(z) \alpha_{\lambda}(z) \exp \left[ - \int_0^z \alpha_{\lambda}(z') \sec \theta dz' \right] \sec \theta dz, \quad (3)$$

$$\text{где } T^H(\lambda, \theta) = \int_0^{\infty} T(z) \alpha_{\lambda}(z) \exp \left[ - \int_0^z \alpha_{\lambda}(z') \sec \theta dz' \right] \sec \theta dz, \quad (4)$$

$T_n$  и  $R_{\lambda, \theta}$  - температура и коэффициент отражения подстилающей поверхности,  $z$  - высота,  $T(z)$  - температура ( $^{\circ}\text{K}$ ) на высоте,  $\alpha_{\lambda}(z)$  - коэффициент поглощения,  $\lambda$  - длина волны,  $\theta$  - угол, отсчитываемый от надира.

Коэффициент отражения подстилающей поверхности  $R_{\lambda, \theta}$  зависит от поляризации излучения и может быть вычислен по формулам [29, 30]:

$$R_{\text{в.}\lambda} = 1 - \frac{2\sqrt{2} \cos \theta \sqrt{\epsilon' + |\epsilon|}}{\cos^2 \theta + \sqrt{2} \cos \theta \sqrt{\epsilon' + |\epsilon|} + |\epsilon|}, \quad (5)$$

$$R_{\text{г.}\lambda} = 1 - \frac{2\sqrt{2} \cos \theta \sqrt{\epsilon' + |\epsilon|}}{|\epsilon| \cos^2 \theta + \sqrt{2} \cos \theta \sqrt{\epsilon' + |\epsilon|} + 1} \quad (6)$$

$|\epsilon| = \sqrt{(\epsilon')^2 + (\epsilon'')^2}$ , где  $\epsilon$  - комплексная диэлектрическая проницаемость воды,  $\epsilon'$  и  $\epsilon''$  - реальная и мнимая части диэлектрической проницаемости воды.

Оптическая толщина атмосферы равна

$$\tau_{\lambda} = \int_0^{\infty} \alpha_{\lambda}(z') dz' \quad (7)$$

Коэффициент поглощения в данном диапазоне длин волн складывается из коэффициентов поглощения в водяном паре, кислороде и жидкокапельной влаге облаков:

$$\alpha_{\lambda}(z) = \alpha_{\lambda \text{H}_2\text{O}}(z) + \alpha_{\lambda \text{O}_2}(z) + \alpha_{\lambda \text{обл}}(z). \quad (8)$$

Для вычисления коэффициентов поглощения  $\alpha$  км<sup>-1</sup> использовались формулы [3, 31]

$$\alpha_{\lambda \text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{4,34} \left\{ 1,52 \cdot 10^{-6} \frac{p}{T^{5/2}} e^{-\frac{644}{T}} \frac{4\nu^2 \nu_0^2 \Delta \nu}{(\nu^2 - \nu_0^2)^2 + 4\nu(\Delta \nu)^2} + 2,30 \cdot 10^{-27} \frac{p}{T^{5/2}} \nu^2 (\Delta \nu)_n \right\}, \quad (9)$$

$$\alpha_{\lambda \text{O}_2} = \frac{1}{4,34} C_{\lambda} p^2 T^{-2,8}, \quad (10)$$

$$\alpha_{\lambda \text{обл}} = \frac{1,884}{\lambda} \left[ \frac{3\epsilon''}{(\epsilon' + 2)^2 + (\epsilon'')^2} \right] w, \quad (11)$$

где  $p$  - абсолютная влажность воздуха в г/м<sup>3</sup>,  $T$  - температура в °К,  $p$  - давление в мм Hg,  $w$  - водность облаков в г/м<sup>3</sup>,  $\nu$  - частота излучения в Гц,  $\nu = 29,979 \cdot 10^9$ ,  $\nu_0 = 22,235 \cdot 10^9$ ,

$$\Delta\tau = 2,62 \cdot 10^9 \frac{P/760}{(T/316)^{0,625}} [1 + 0,0046q],$$

$$(\Delta\tau)_H = 2,76 \cdot 10^9 (P/760) (T/300)^{-0,65},$$

$\lambda$ [см]	0,8	1,35
$C_\lambda$	0,662	0,185

Контрасты оптической толщины ( $\Delta\tau$ ) и радиояростной температуры ( $\Delta T_\tau$ ) определялись как разность между значениями при облачном и безоблачном небе. Радиолокационный контраст определяется выражением  $(1 - e^{-2\Delta\tau})$ , при малых  $\Delta\tau$  составляет  $\approx 2\Delta\tau$ .

В результате расчетов можно определить вариации контрастов оптической толщины и радиояростной температуры для моделей облачной атмосферы.

В табл. 3 приводятся оптическая толщина ( $\tau$ ) и радиояростная температура ( $T_\tau$ ) безоблачной атмосферы в зависимости от угла зондирования для климатических областей (см. рис. 1, 2 и табл. 1). Значения оптической толщины, увеличиваясь в интервале углов  $0+70^\circ$  ( $0,06-0,13 + 0,19-0,40 \sim \lambda = 0,8$  см,  $0,05-0,44 + 0,15-1,30 \sim \lambda = 1,35$  см), возрастают от северных к южным широтам; на длине волны 1,35 см широтные различия выражены ярче. Для зимы значения  $\tau$  несколько ниже по сравнению с летом. Наибольшие значения  $\tau$ , как и  $T_\tau$ , приходятся на климатические области в тропической ( $\Pi_{26}$ ) и субэкваториальной ( $\Pi_1$ ) зонах океанов (на рис. 1, 2 № 13, 14 - Атлантический океан, № 13, 14, 17, 18 - Тихий океан). Широтная изменчивость значений радиояростной температуры безоблачной атмосферы ( $\Theta = 0^\circ$ ) составляет  $\sim 65^\circ$  (1,35 см),  $\sim 10-15^\circ$  (0,8 см). Значения  $T_\tau$  безоблачной атмосферы при наблюдении в надир составляют на длине волны 0,8 см  $\sim 155-170^\circ$ , на 1,35 см -  $135-199^\circ$ . С увеличением угла значения  $T_\tau$  на горизонтальной поляризации уменьшаются или возрастают на  $\sim 30-40^\circ$ , на вертикальной поляризации возрастает на  $\sim 60-100^\circ$ .

Контрасты оптической толщины ( $\Delta\tau$ ) и радиояростной температуры ( $\Delta T_\tau$ ) для моделей облачной атмосферы приводятся на рис. 5, 6, 7 по Атлантическому океану летом для  $\Theta = 0^\circ$  в табл. 4 - по Тихому океану летом (выборочно для 5 климатических областей) для

Значения оптической толщины ( $\tau$ ) и радиояркостной температуры ( $T_r$ ) безоблачной атмосферы

Океан! № пункт кля	$\tau$ (нтр)											
	лето						зима					
	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см
на риф	$\theta = 0^\circ$	$\theta = 40^\circ$	$\theta = 70^\circ$	$\theta = 0^\circ$	$\theta = 40^\circ$	$\theta = 70^\circ$	$\theta = 0^\circ$	$\theta = 40^\circ$	$\theta = 70^\circ$	$\theta = 0^\circ$	$\theta = 40^\circ$	$\theta = 70^\circ$
1,2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
II	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
III	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Атл. океан	$\tau$ (нтр)											
	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см
I	0,0842	0,1099	0,2461	0,1373	0,1793	0,4016	0,0776	0,1013	0,2268	0,0566	0,0739	0,1655
2	0,0876	0,1143	0,2561	0,1578	0,2060	0,4616	0,0736	0,0960	0,2151	0,0805	0,1050	0,2352
3	0,0907	0,1184	0,2653	0,1787	0,2332	0,5224	0,0757	0,0988	0,2214	0,0977	0,1276	0,2887
4	0,0760	0,0992	0,2222	0,1162	0,1517	0,3397	0,0674	0,0880	0,1971	0,0566	0,0739	0,1686
5	0,0856	0,1118	0,2504	0,1489	0,1943	0,4352	0,0669	0,0874	0,1957	0,0555	0,0725	0,1623
6	0,0957	0,1249	0,2797	0,2020	0,2637	0,5907	0,0836	0,1092	0,2445	0,1335	0,1743	0,3903
7	0,1055	0,1379	0,3086	0,2555	0,3336	0,7471	0,0880	0,1148	0,2572	0,1595	0,1822	0,4080
8	0,1039	0,1356	0,3038	0,2540	0,3316	0,7427	0,0802	0,1046	0,2344	0,1264	0,1650	0,3695
9	0,0864	0,1128	0,2527	0,1732	0,2261	0,5064	0,0812	0,1060	0,2374	0,1348	0,1760	0,3941
10	0,1001	0,1307	0,2928	0,2564	0,3347	0,7497	0,0814	0,1062	0,2379	0,1508	0,2099	0,4702
II	0,1026	0,1339	0,2999	0,2484	0,3242	0,7261	0,0936	0,1222	0,2738	0,2045	0,2669	0,5978
12	0,1107	0,1445	0,3236	0,2837	0,3703	0,8295	0,0918	0,1199	0,2685	0,1810	0,2363	0,5292
13	0,1153	0,1505	0,3372	0,3241	0,4231	0,9475	0,1119	0,1460	0,3271	0,3150	0,4112	0,9210
14	0,1172	0,1530	0,3428	0,3297	0,4304	0,9640	0,1043	0,1362	0,3051	0,2841	0,3709	0,8307



Таблица 3 (продолжение)

	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тихий океан													
1	0,0801	0,1045	0,2341	0,1243	0,1623	0,3635	0,0665	0,0967	0,1943	0,0525	0,0686	0,1535	
2	0,0852	0,1112	0,2490	0,1472	0,1922	0,4305	0,0707	0,0923	0,2066	0,0756	0,0986	0,2209	
3	0,0905	0,1182	0,2647	0,1788	0,2334	0,5228	0,0755	0,0986	0,2208	0,0937	0,1224	0,2741	
4	0,0927	0,1210	0,2710	0,1906	0,2488	0,5573	0,0649	0,0847	0,1897	0,0438	0,0572	0,1282	
5	0,0816	0,1065	0,2385	0,1384	0,1807	0,4046	0,0757	0,0989	0,2215	0,0977	0,1276	0,2858	
6	0,0859	0,1121	0,2512	0,1508	0,1969	0,4410	0,0764	0,0997	0,2233	0,1052	0,1373	0,3075	
7	0,1220	0,1593	0,3668	0,3577	0,4670	1,0454	0,0780	0,1018	0,2280	0,1051	0,1371	0,3072	
8	0,0866	0,1260	0,2623	0,2223	0,2902	0,6501	0,0782	0,1021	0,2287	0,1271	0,1659	0,3716	
9	0,0905	0,1181	0,2646	0,1789	0,2335	0,5231	0,0915	0,1194	0,2674	0,1831	0,2390	0,5354	
10	0,0950	0,1240	0,2778	0,2140	0,2793	0,6256	0,0998	0,1173	0,2627	0,1639	0,2479	0,5653	
11	0,1087	0,1419	0,3179	0,2871	0,3747	0,8393	0,0901	0,1176	0,2635	0,1989	0,2596	0,5815	
12	0,1008	0,1315	0,2946	0,2461	0,3213	0,7196	0,1088	0,1355	0,3035	0,2468	0,3222	0,7217	
13	0,1191	0,1564	0,3481	0,3327	0,4344	0,9729	0,0942	0,1229	0,2753	0,2002	0,2613	0,5854	
14	0,1374	0,1794	0,4018	0,4465	0,5829	1,3056	0,0948	0,1233	0,2772	0,2108	0,2752	0,6163	
15	0,0996	0,1300	0,2912	0,2345	0,3061	0,6855	0,0851	0,1111	0,2489	0,1620	0,2114	0,4736	
16	0,1091	0,1424	0,3189	0,2868	0,3743	0,8384	0,0894	0,1167	0,2515	0,1880	0,2454	0,5495	
17	0,1145	0,1495	0,3349	0,3289	0,4294	0,9616	0,1096	0,1430	0,3204	0,3011	0,3930	0,8803	
18	0,1153	0,1505	0,3370	0,3312	0,4323	0,9683	0,1105	0,1443	0,3231	0,3136	0,4094	0,9170	
19	0,1057	0,1379	0,3090	0,2999	0,3654	0,8184	0,1066	0,1392	0,3117	0,2788	0,3640	0,8152	
20	0,1023	0,1336	0,2992	0,2630	0,3433	0,7690	0,0961	0,1255	0,2811	0,2261	0,2951	0,6610	

Таблица 3 (продолжение)

№ пункта на рис.	Т <sub>я</sub> г/в (°К), лето.						
	λ = 0,8 см			λ = 1,35 см			
	θ = 0°	θ = 40°	θ = 70°	θ = 0°	θ = 40°	θ = 70°	
1	2	3	4	5	5	7	
Атл. океан	1	159,6617	145,2565	139,3040	157,3078	150,2605	169,4365
		159,6617	186,3938	250,8138	157,3078	184,0169	250,0673
	2	158,6734	144,9326	142,0881	161,8049	156,7440	182,1206
		158,6734	185,8523	253,2441	161,8049	188,9113	254,9179
	3	159,4384	146,1862	145,4451	166,8565	163,5613	193,7071
		159,4384	186,7672	254,6983	166,8565	194,0543	258,3276
	4	154,6717	140,0492	134,1893	153,4149	145,1485	161,6771
		154,6717	182,4357	255,3170	153,4149	181,1945	255,3696
	5	159,3900	145,3312	141,0022	160,1210	154,2795	177,3560
		159,3900	186,3431	252,1582	160,1210	187,0580	253,0546
	6	159,5839	147,1906	150,4098	173,5621	172,2991	207,8075
		159,5839	187,5275	258,8816	173,5621	201,3218	265,5333
	7	161,9980	150,6860	158,0623	184,5699	186,4698	226,7814
		161,9980	190,0525	260,8204	184,5699	211,8644	269,6271
8	161,7760	150,4641	158,3932	186,4997	188,5419	229,8420	
	161,7760	190,3048	263,8608	186,4997	214,3435	273,8225	
9	157,6519	144,5428	145,4634	169,4156	166,5085	199,5059	
	157,6519	185,9924	260,7854	169,4156	197,8876	267,7514	
10	161,3240	149,7794	157,0354	188,0301	190,4483	232,8098	
	161,3240	189,9788	264,5906	188,0301	216,0434	275,9170	
11	161,9101	150,5830	158,7824	187,1697	189,1781	231,2813	
	161,9101	190,6934	265,6740	187,1697	215,4439	276,7527	
12	163,4469	152,8234	163,2698	192,1599	195,6134	237,9204	
	163,4469	192,0215	264,9539	192,1599	219,5983	275,3020	
13	165,1041	155,0864	167,9528	200,7285	206,0199	249,3021	
	165,1041	193,9146	267,3665	200,7285	227,7491	279,1844	
14	165,3918	155,5139	168,7677	201,1996	206,6128	249,5401	
	165,3918	194,1367	267,0513	201,1996	228,0292	278,5271	
Тихий океан	1	158,4179	143,7773	137,0240	154,7601	146,8370	163,5524
		158,4179	185,3488	251,4915	154,7601	181,7007	250,3596
2	158,5434	144,6965	141,5197	160,2704	154,6141	178,6968	
18	158,5434	185,8102	253,8365	160,2704	187,5629	255,4447	

## ЗИМА

	1	2	3	4	5	6	7
Тихий океан							
	3	156,9721 156,9721	141,5979 183,7333	131,5789 249,4620	146,9103 146,9103	135,8162 173,5788	141,0528 244,7900
4	155,3388 155,3388	138,5190 181,8027	121,8808 246,4779	134,6614 134,6614	117,8102 160,6691	98,1483 235,2793	
5	155,3163 155,3163	140,3914 182,6377	132,8014 252,5002	148,1135 148,1135	137,8402 175,3555	146,7425 149,4011	
6	155,7556 155,7556	140,8608 183,0027	133,3260 252,2086	149,8144 149,8144	140,2131 176,9990	151,4484 249,6865	
7	155,4755 155,4755	140,5977 182,6584	133,0742 251,5537	148,9836 148,9836	139,1206 176,0393	149,2179 248,3122	
8	155,2210 155,2210	140,9715 183,1698	136,8807 257,0233	156,8531 156,8531	149,7615 184,9125	170,4611 258,8318	
9	158,2780 158,2780	145,3988 186,2483	146,7707 258,3923	169,2553 169,2553	166,5610 197,1248	198,9226 263,6500	
10	158,1784 158,1784	145,3486 186,6136	147,4724 261,5801	172,9869 172,9869	171,0883 201,3945	206,1093 269,0821	
11	158,6632 158,6632	145,9916 187,3212	149,0109 263,3837	176,2684 176,2684	175,1984 204,9110	212,4488 272,4305	
12	161,9501 161,9501	150,6951 190,4873	158,8568 264,0585	185,5394 185,5394	187,3698 213,5535	228,8875 274,3595	
13	159,2279 159,2279	146,5396 186,9652	148,4002 257,2972	172,0870 172,0870	170,4582 199,5681	204,6839 262,9337	
14	158,9722 158,9722	146,4491 187,0169	149,2779 259,2225	174,9298 174,9298	173,9903 202,6061	209,7460 265,6375	
15	156,8418 156,8418	143,3660 184,9093	142,5108 258,4263	165,1611 165,1611	161,0040 193,2708	190,1407 263,0581	
16	158,2314 158,2314	145,4101 186,6983	147,6091 261,8565	172,8761 172,8761	170,9357 201,3603	206,0627 269,5751	
17	163,7820 163,7820	153,2183 192,6055	164,2076 266,8370	196,9825 196,9825	201,4517 224,4510	244,9946 278,8498	
18	164,1387 164,1387	153,6729 193,0772	165,1462 267,7599	199,6168 199,6168	204,5551 226,9547	248,1014 279,9556	
19	163,1570 163,1570	152,3033 192,0580	162,3613 267,0626	193,6071 193,6071	197,1961 221,5691	240,7966 279,2170	
20	160,3181 160,3181	148,3112 189,1180	154,0288 265,0770	182,7294 182,7294	183,4473 211,2857	223,9362 275,6554	

Океан, № пункта на рис. 1, 2	Т <sub>я</sub> г/в (°К), зима					
	λ = 0,8 см			λ = 1,35 см		
	θ = 0°	θ = 40°	θ = 70°	θ = 0°	θ = 40°	θ = 70°
I	8	9	10	11	12	13
Атлант. океан						
	1	159,3873 159,3873	143,4922 185,3778	130,5467 245,5196	138,7828 138,7828	123,1697 164,6816
2	156,1438 156,1438	140,4236 182,8244	128,8451 248,4110	143,2671 143,2671	130,6583 169,7691	129,8317 242,0462
3	156,3889 156,3889	141,1118 183,2716	131,6186 249,9793	147,6145 147,6145	136,9622 174,3941	143,9426 245,8557
4	154,5484 154,5484	138,2897 181,3557	124,4666 248,4863	137,3349 137,3349	122,1936 163,7282	110,6306 239,1391
5	156,1102 156,1102	139,5063 182,5430	123,8086 246,6983	137,6286 137,6286	122,0831 163,7086	108,4580 236,8036
6	156,8716 156,8716	142,8194 184,2714	138,9185 253,7884	156,6681 156,6681	149,7607 184,0872	170,1536 254,3566
7	156,9147 156,9147	143,0996 184,2463	140,0786 253,2440	156,7173 156,7173	149,9044 183,9371	170,1466 252,8688
8	155,2833 155,2833	140,9800 182,9772	136,3641 255,0400	155,1605 155,1605	147,6082 182,8235	166,2252 255,2162
9	155,7339 155,7339	141,7361 183,6678	138,6317 256,9673	158,3383 158,3383	151,8205 186,3368	174,1516 259,0180
10	156,0818 156,0818	142,3351 184,4902	140,8212 260,5021	166,3033 166,3033	162,1834 194,8117	191,9805 266,2193
11	159,5623 159,5623	147,2802 188,2024	151,7601 263,6612	177,6176 177,6176	177,0105 206,2369	215,2626 273,1283
12	158,2598 158,2598	145,3831 186,2080	146,7360 258,2113	168,8574 168,8574	166,0307 196,7522	198,1406 263,6181
13	164,1328 164,1328	153,7398 192,8847	165,2296 266,5018	198,7128 198,7128	203,5941 225,8171	246,6874 278,1400
14	162,0321 162,0321	150,8008 190,6918	159,1862 264,8658	192,4622 192,4622	195,9101 219,9515	238,2257 275,7399
Тихий океан						
	1	155,9591 155,9591	139,2870 182,3830	123,2764 246,5475	136,8391 136,8391	120,9330 162,8607
2	155,8791 155,8791	139,9823 182,6414	127,7038 248,8906	142,4344 142,4344	129,4297 168,9795	127,0607 242,0923

лето

	1	2	3	4	5	6	7
Тихий океан							
	3	160,7582 160,7582	147,2274 188,1395	145,6891 255,5785	167,4494 167,4494	164,0575 194,5854	193,8030 258,4999
4		161,0332 161,0332	147,9020 188,1513	147,4659 254,2196	169,7125 169,7125	167,2583 196,6723	199,2495 258,7162
5		156,6245 156,6245	142,7411 184,4243	139,9499 256,5413	159,4071 159,4071	153,3966 187,3197	177,2702 259,1201
6		157,4813 157,4813	143,9996 185,2520	142,7890 256,7097	161,9936 161,9936	156,9336 189,8369	183,3809 259,8500
7		166,1759 166,1759	156,6240 194,4138	170,4053 264,2061	203,0579 203,0579	209,1736 228,8245	250,7060 274,9206
8		160,1502 160,1502	148,0967 188,4379	153,0107 261,5471	179,5700 179,5700	179,9337 207,5851	219,1162 270,6862
9		158,4230 158,4230	145,6715 186,7274	147,9382 260,8215	170,4355 170,4355	167,8762 198,8371	201,5670 267,8404
10		159,8588 159,8588	147,7007 188,5255	152,6799 263,9537	179,5417 179,5417	179,4707 208,0668	218,5097 273,5827
11		163,5600 163,5600	152,8820 192,4375	163,5244 267,0614	194,8581 194,8581	198,7444 222,6407	242,2430 279,0307
12		161,4223 161,4223	149,8952 190,1940	157,3509 265,3762	186,4769 186,4769	188,2945 214,7360	230,0233 276,2079
13		165,7245 165,7245	156,0136 194,2114	169,5512 265,5892	200,7809 200,7809	206,3580 227,3601	249,3152 277,2185
14		170,4723 170,4723	162,5832 199,2434	182,3746 269,8473	218,8899 218,8899	227,2780 243,2225	265,6377 280,7622
15		160,9012 160,9012	149,1925 189,5597	155,8322 264,3447	183,4716 183,4716	184,5468 211,7331	225,0904 274,3248
16		163,6103 163,6103	152,9555 192,4811	163,6686 267,0299	194,7629 194,7629	198,6247 222,5420	242,0710 278,9260
17		165,1340 165,1340	155,0571 194,1047	167,9137 268,4232	202,3002 202,3002	207,7679 229,3662	251,0636 280,4257
18		165,3525 165,3525	155,3611 194,3311	168,5237 268,5860	202,8569 202,8569	208,4484 229,9086	251,8546 280,7981
19		162,9279 162,9279	151,9501 191,8839	161,6268 267,2995	193,8748 193,8748	197,4285 221,8334	240,7769 279,2440
20		161,8726 161,8726	150,5171 190,6907	158,6574 265,8926	189,8962 189,8962	192,5771 217,9564	235,1073 277,2255

Таблица 4

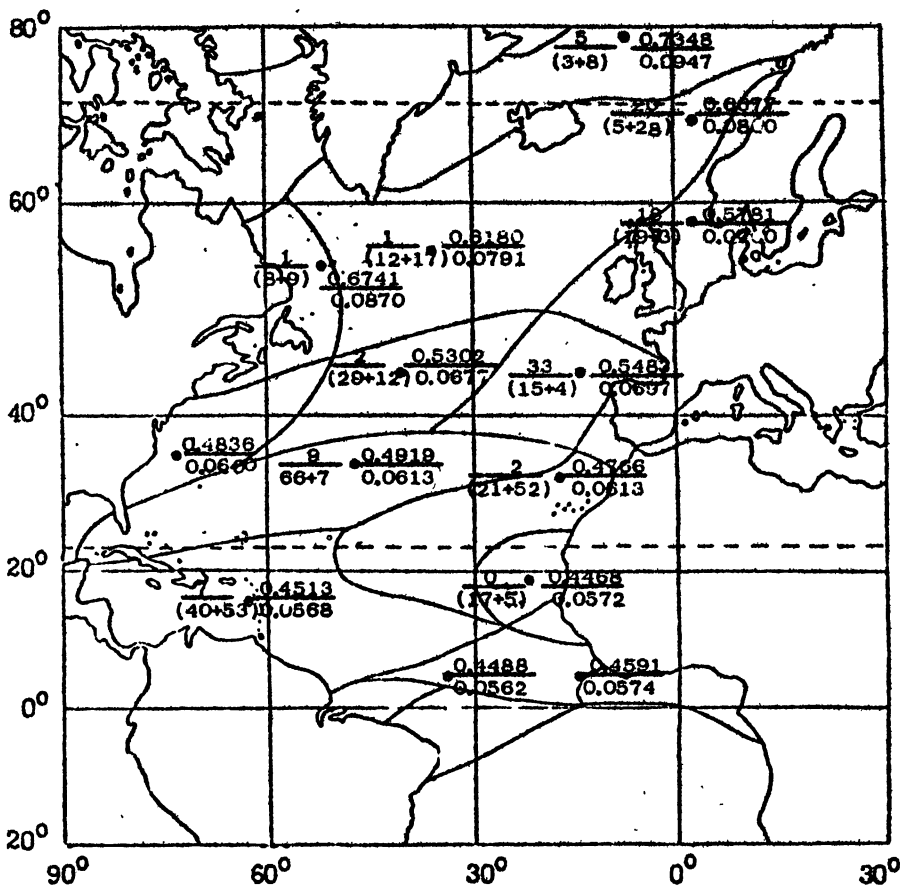
Значения контрастов оптической толщины ( $\Delta\tau$ ) облачной атмосферы

Океан, пункта на рис. 1,2	Мощность облака H (км)	лето					
		$\Delta\tau$ (нпр)					
		$\lambda = 0,8$ см			$\lambda = 1,35$ см		
		$\theta = 0^\circ$	$\theta = 40^\circ$	$\theta = 70^\circ$	$\theta = 0^\circ$	$\theta = 40^\circ$	$\theta = 70^\circ$
1	2	3	4	5	6	7	8
Тихий океан 1	0,4	0,0286	0,0373	0,0835	0,0106	0,0139	0,0311
	1	0,0861	0,1124	0,2517	0,0322	0,0421	0,0943
	3	0,6635	0,8661	1,3399	0,2536	0,3310	0,7414
3	0,4	0,0309	0,0403	0,0903	0,0113	0,0148	0,0331
	1	0,0801	0,1046	0,2342	0,0295	0,0386	0,0864
	3	0,6204	0,8099	1,8140	0,2335	0,3047	0,6826
7	0,4	0,0243	0,0318	0,0712	0,0089	0,0116	0,0259
	1	0,0631	0,0824	0,1845	0,0231	0,0301	0,0674
	3	0,4890	0,6383	1,4297	0,1805	0,2356	0,5276
9	1	0,0638	0,0833	0,1866	0,0233	0,0305	0,0682
	3	0,4933	0,6440	1,4424	0,1822	0,2378	0,5327
	5	1,7968	2,3456	5,2536	0,6751	0,8813	1,9738
18	1	0,0543	0,0708	0,1587	0,0197	0,0257	0,0576
	3	0,4352	0,5682	1,2726	0,1594	0,2081	0,4661
	5	1,6428	2,1445	4,8032	0,6122	0,7991	1,7899

Таблица 4

Значения контрастов радиодростной температуры ( $\Delta T_A$ ) облачной атмосферы

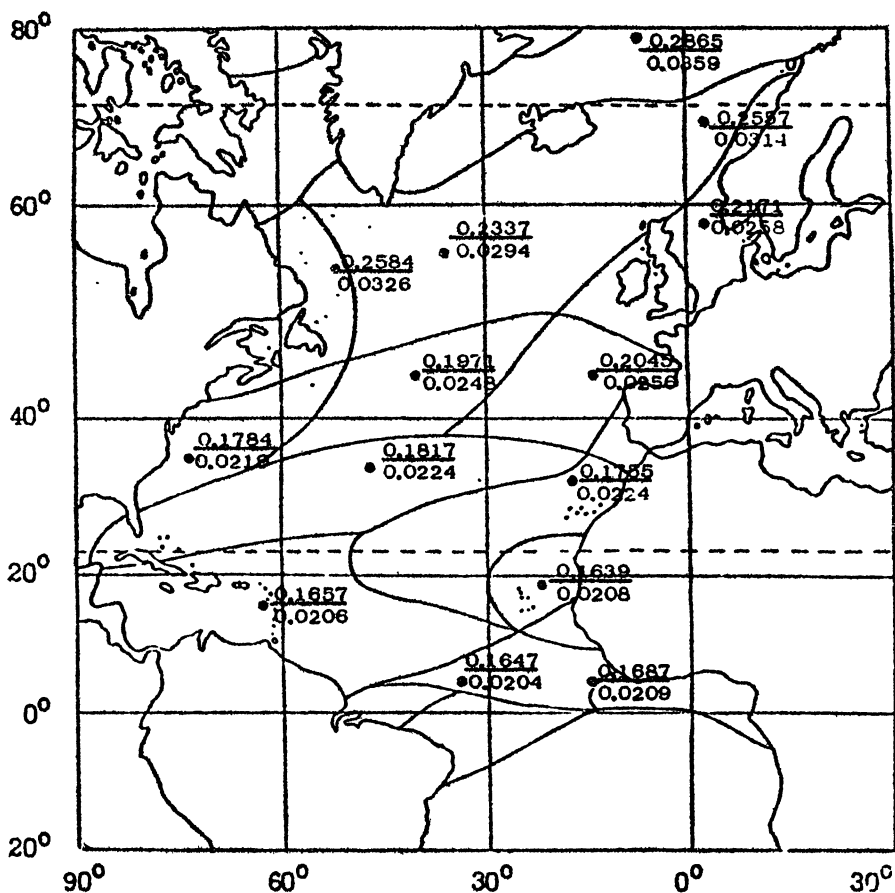
Океан № пу- нкта на рис. 1,2, (км)	Мощ- ность обла- ка Н	лето						
		$\Delta T_A$ г/в ( $^{\circ}\text{K}$ )						
		$\lambda = 0,8$ см		!		$\lambda = 1,35$ см		
		$\theta = 0^{\circ}$	$\theta = 40^{\circ}$	$\theta = 70^{\circ}$	$\theta = 0^{\circ}$	$\theta = 40^{\circ}$	$\theta = 70^{\circ}$	
1	2	9	10	11	12	13	14	
Тихий океан	1	0,4	6,6339	9,6188	21,4390	2,5894	3,5782	6,7815
			6,6339	6,6356	3,8398	2,5894	2,6238	1,5425
	1		18,7024	26,6870	54,6275	7,5976	10,4345	19,0949
			18,7024	18,3601	9,5624	7,5976	7,6347	4,2600
	3		83,4277	105,0679	129,9276	46,7137	60,4822	82,5650
			83,4277	71,1456	18,2202	46,7137	43,8280	16,2167
	3	0,4	7,2334	10,3762	22,1314	2,5398	3,3876	5,3868
			7,2334	7,2170	4,0177	2,5398	2,5000	1,2437
	1		17,6863	25,0272	49,6049	6,4271	8,5270	13,1409
			17,6863	17,3571	8,7717	6,4271	6,2777	2,9612
	3		81,3643	102,1563	123,5518	40,1721	50,4247	58,6762
			81,3643	69,6900	17,0961	40,1721	36,7255	11,2482
	7	0,4	5,9074	8,2174	15,6273	1,4969	1,7860	1,6176
			5,9074	5,8985	3,2145	1,4969	1,3371	0,3925
	1		14,5787	20,0587	35,9347	3,7817	4,4890	3,9357
14,5787			14,3613	7,2137	3,7817	3,3514	0,9197	
3		73,6489	91,5493	104,7911	24,2576	27,4755	18,5775	
		73,6489	64,6494	17,0321	24,2576	20,2481	3,2008	
9	1	15,6883	21,9813	43,4072	5,4103	7,1376	10,9000	
		15,6883	15,7485	8,6422	5,4103	5,3302	2,5694	
3		78,9566	99,9204	126,2403	34,8869	44,0244	53,2593	
		78,9566	70,6242	20,5607	34,8869	32,5485	10,7166	
5		114,1865	127,7294	123,8165	80,2167	91,1153	72,0591	
		114,1865	87,2453	10,9645	80,2167	65,9603	7,6208	
18	1	13,3700	18,4070	33,6445	3,4944	4,2003	3,9299	
		13,3700	13,3226	6,8181	3,4944	3,1426	0,8641	
3		71,9724	90,2573	107,5104	23,4147	26,9898	19,7771	
		71,9724	64,2694	16,3606	23,4147	19,8846	2,8063	
5		108,8682	119,5612	102,6280	55,7339	57,5558	23,5447	
		108,8682	81,3885	2,6206	55,7339	40,8941	-4,1591	



Масштаб 1:6000000 на параллелях 45°

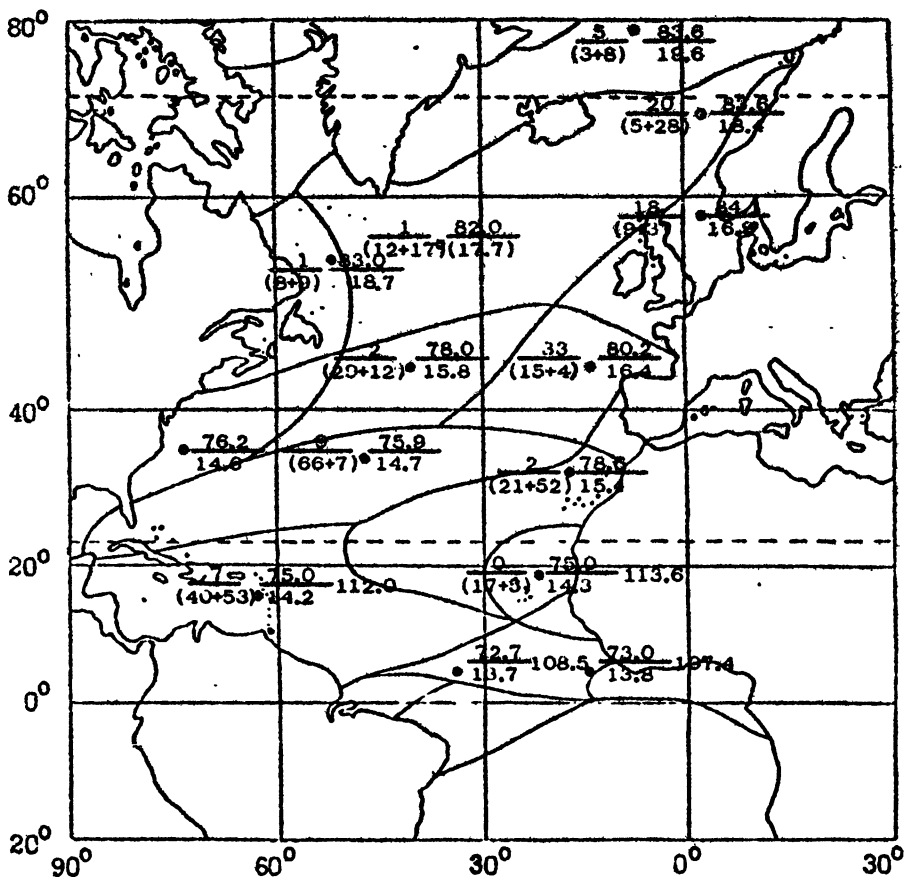
Р и с. 5а. Атлантический океан. Значения контрастов оптической толщины ( $\Delta\tau$ ) для моделей с кучевыми облаками, лето ( $\lambda = 0,8$  м). Обозначения. Слева приводится повторяемость (R%) облаков различных форм  $R_{cb} / (R_{cb} + R_{cu} + R_{sc})$ , справа - величины  $\Delta\tau_{H=3 \text{ км}} / \Delta\tau_{H=1 \text{ км}}$ .





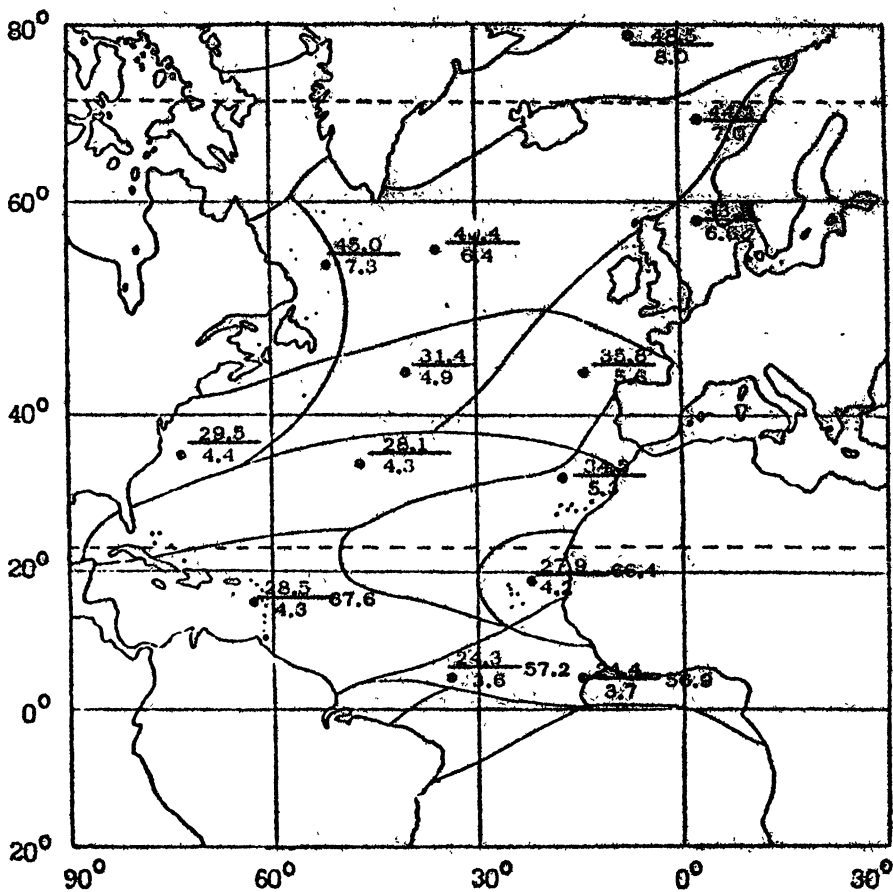
Масштаб 1:6000000 на параллелях 45°

Р и с. 56. Атлантический океан. Значения контрастов оптической толщины ( $\Delta\tau$ ) для моделей с кучевыми облаками, лето ( $\lambda = 1,35$  см). Обозначения. См. рис. 5а



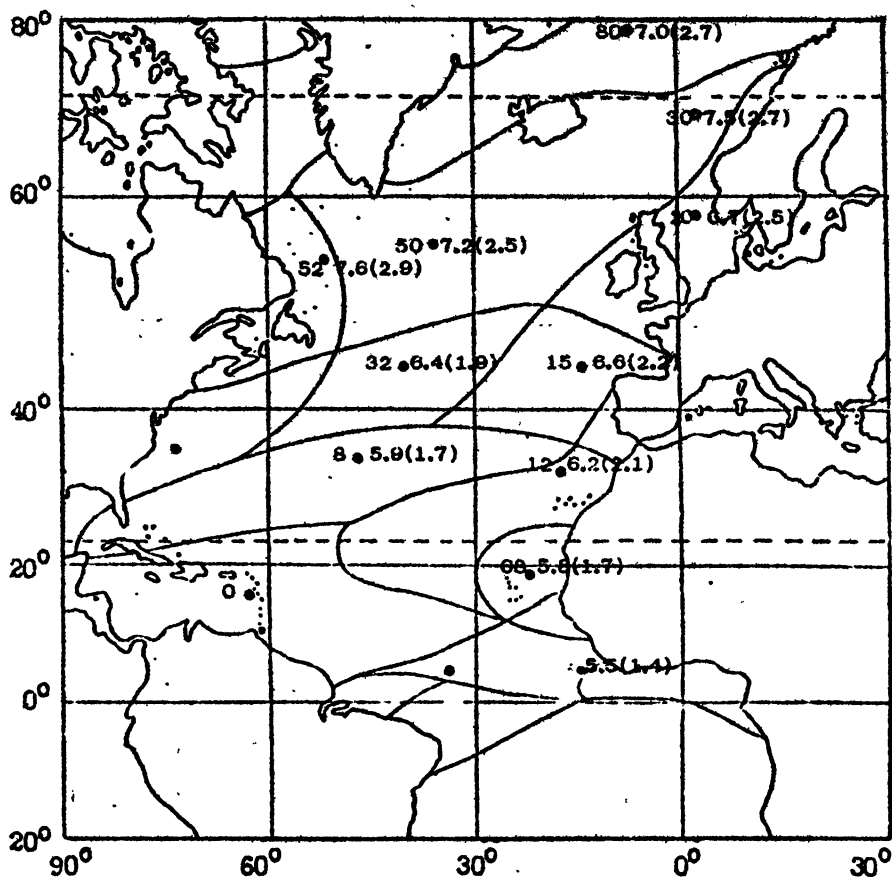
Масштаб 1:6000000 на параллелях 45°

Р и с. 6а. Атлантический океан. Значения контрастов радиояростной температуры ( $\Delta T_{\text{я}}$ ) для моделей с кучевыми облаками, лето ( $\lambda = 0,8$  см). Обозначения. Слева приводится повторяемость (P%) облаков различных форм  $P_{\text{об}} / (P_{\text{cu}} + P_{\text{cu}50})$ , справа - величины  $\Delta T$  °К Н=3 км / Н=1 км Н=5 км



Масштаб 1:60000000 на параллелях 45°

Р и с. 66. Атлантический океан. Значения контрастов радиояростной температуры ( $\Delta T_{\lambda}$ ) для моделей с кучевыми облаками, лето ( $\lambda = 1,35$  см). Обозначения. См. рис. 6а.



Масштаб 1:60000000 на параллелях 45°

Р и с. 7. Атлантический океан. Значение контрастов радиояростной температуры ( $\Delta T_R$ ) для моделей со слоисто-кучевыми облаками, лето ( $\lambda = 0,8$  и  $1,35$  см). Обозначения. Слева приводится повторяемость ( $P\%$ ) облаков различных форм  $P_{st,sc}$ , справа - величины  $T^0_K$  0,8 см ( $\Delta T^0_K$  1,35 см).

Таблица 5

Значения контрастов оптической толщины ( $\Delta T$ ) облачной атмосферы

Океан, пункта на рис. 1, 2	Мощность облака H (км)	Зима						
		$\Delta T$ (мпр)						
		$\lambda = 0,8 \text{ см}$			$\lambda = 1,35 \text{ с}$			
		$\theta = 0^\circ$	$\theta = 40^\circ$	$\theta = 70^\circ$	$\theta = 0^\circ$	$\theta = 40^\circ$	$\theta = 70^\circ$	
1	2	3	4	5	6	7	8	
Атлант. океан	1	0,4	0,0176	0,0230	0,0516	0,0070	0,0091	0,0203
		3 <sup>ж</sup>	0,1726	0,2253	0,5045	0,0728	0,0951	0,2130
		1	0,0602	0,0786	0,1761	0,0241	0,0315	0,0705
		3	0,4723	0,6166	1,3810	0,2032	0,2353	0,5943
	2	0,4	0,0242	0,0315	0,0706	0,0092	0,0120	0,0269
		3 <sup>ж</sup>	0,1820	0,2376	0,5321	0,0730	0,0953	0,2135
		1	0,0679	0,0886	0,1985	0,0261	0,0341	0,0764
		3	0,5573	0,7275	1,6295	0,2271	0,2965	0,6641
	3	0,4	0,0224	0,0293	0,0655	0,0084	0,0110	0,0247
		3 <sup>ж</sup>	0,2026	0,2645	0,5925	0,0792	0,1033	0,2314
		1	0,0625	0,0816	0,1828	0,0237	0,0310	0,0694
		3	0,5068	0,6616	1,4819	0,2001	0,2612	0,5850
4	0,4	0,0230	0,0300	0,0673	0,0089	0,0116	0,0260	
	3 <sup>ж</sup>	0,1601	0,2089	0,4680	0,0653	0,0852	0,1909	
	1	0,0736	0,0961	0,2151	0,0288	0,0376	0,0841	
	3	0,5834	0,7616	1,7059	0,2417	0,3155	0,7066	

Таблица 5  
Значения контрастов радиояростной температуры ( $\Delta T_a$ ) облачной атмосферы

Океан, # пун- кта на рис. 1,2	Мощ- ность обла- ка Н (км)	зима						
		$\Delta T_a$ г/в ( $^{\circ}$ К)						
		$\lambda=0,8$ см			$\lambda=1,35$			
		$\theta=0^{\circ}$	$\theta=40^{\circ}$	$\theta=70^{\circ}$	$\theta=0^{\circ}$	$\theta=40^{\circ}$	$\theta=70^{\circ}$	
1	2	9	10	11	12	13	14	
Атлант. океан								
I	0,4	3,6746	5,4509	12,8485	1,7550	2,5571	6,1530	
		3,6746	3,5978	1,8003	1,7550	1,8229	1,1979	
	3*	29,2469	41,7489	79,4675	16,4093	23,5375	51,3952	
		29,2469	26,9830	8,2801	16,4093	16,5638	8,7395	
	I	11,8407	17,3705	38,4022	5,9042	8,5677	20,0828	
		11,8407	11,3997	5,0104	5,9042	6,0859	3,7760	
	3	59,8807	79,8337	114,0312	39,8618	55,2175	101,4699	
		59,8807	50,8611	7,8573	39,8618	38,6337	15,5998	
	2	0,4	5,4857	8,0280	18,4892	2,3529	3,3481	7,3253
			5,4857	5,4728	2,9908	2,3529	2,4346	1,5550
		3*	33,3999	47,0021	87,2448	16,6238	23,2973	46,3072
			33,3999	31,3968	10,8059	16,6238	16,7110	8,4879
I		14,5153	21,0009	45,3096	6,4779	9,1804	19,5664	
		14,5153	14,2385	6,8761	6,4779	6,6509	4,0022	
3		71,7178	92,9484	123,9170	43,9437	59,1013	96,0304	
		71,7178	61,1441	10,2127	43,9437	42,1215	15,6015	
3		0,4	5,2047	7,5830	17,2734	2,1313	2,9952	6,1826
			5,2047	5,2138	2,9258	2,1313	2,1895	1,3487
		3*	37,5485	52,2482	93,2491	17,7833	24,5458	45,5057
			37,5485	35,3116	12,6648	17,7833	17,7329	8,7212
	I	13,7539	19,8267	42,5199	5,8272	8,1583	16,4415	
		13,7539	13,5706	6,8424	5,8272	5,9447	3,4717	
	3	70,3714	91,5064	124,0683	39,5096	52,7821	83,2551	
		70,3714	61,1635	13,0092	39,5096	37,9433	14,5835	
	4	0,4	5,0894	7,5278	17,9332	2,3218	3,3676	8,0390
			5,0894	5,0560	2,7237	2,3218	2,4270	1,6455
		3*	29,3864	42,0156	82,8158	15,3883	22,0267	48,3798
			29,3864	27,7052	9,9325	15,3883	15,6888	8,8076
I		15,2435	22,2447	49,1474	7,2714	10,4939	24,3001	
		15,2435	14,8617	6,9999	7,2714	7,5378	4,8197	
3		72,0817	93,9358	127,7496	47,4868	64,8570	113,4994	
		72,0817	60,9597	10,0881	47,4868	45,9135	18,5503	

Таблица 5

Значения контрастов оптической толщины ( $\Delta\tau$ ) облачной атмосферы

		зима							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Тихий океан	1	0,4	0,0184	0,0241	0,0539	0,0071	0,0093	0,0208	
	3*		0,1606	0,2096	0,4696	0,0656	0,0856	0,1918	
	1		0,0553	0,0722	0,1617	0,0216	0,0282	0,0633	
	3		0,4419	0,5769	1,2921	0,1834	0,2394	0,5362	
2	0,4	0,0239	0,0312	0,0699	0,0090	0,0118	0,0264		
	3*		0,1895	0,2473	0,5540	0,0745	0,0972	0,2178	
	1		0,0657	0,0858	0,1921	0,0251	0,0327	0,0733	
	3		0,5226	0,6822	1,5280	0,2078	0,2713	0,6076	
3	0,4	0,0226	0,0295	0,0662	0,0085	0,0111	0,0249		
	3*		0,2042	0,2666	0,5971	0,0799	0,1043	0,2336	
	1		0,0631	0,0824	0,1845	0,0240	0,0313	0,0701	
	3		0,5105	0,6664	1,4927	0,2019	0,2636	0,5904	
4	0,4	0,0180	0,0234	0,0525	0,0069	0,0090	0,0202		
	3*		0,1621	0,2116	0,4738	0,0667	0,0870	0,1949	
	1		0,0545	0,0712	0,1694	0,0213	0,0278	0,0622	
	3		0,4485	0,5855	1,3113	0,1882	0,2457	0,5503	

Таблица 5

Значения контрастов радиояркостной температуры ( $\Delta T_r$ ) облачной атмосферы

Океан, пункта на рис. 1,2	Мощ- ност- ь обла- ка! H(км)	зима								
		$\Delta T_r$ г/в ( $^{\circ}$ К)								
		$\lambda = 0,8$ см						$\lambda = 1,35$ см		
		$\theta = 0^{\circ}$	$\theta = 40^{\circ}$	$\theta = 70^{\circ}$	$\theta = 0^{\circ}$	$\theta = 40^{\circ}$	$\theta = 70^{\circ}$	$\theta = 0^{\circ}$	$\theta = 40^{\circ}$	$\theta = 70^{\circ}$
I	2	9	10	11	12	13	14			
Тихий океан	I	0,4	4,0992	6,0737	14,6009	1,8746	2,7254	6,5886		
			4,0992	4,0794	2,2205	1,8746	1,9642	1,3504		
	3*		29,4705	42,1484	83,1800	15,5383	22,2824	49,4077		
			29,4705	27,7837	9,9415	15,5383	15,8685	8,9915		
	I		11,6746	17,1341	38,9692	5,5381	8,0246	18,9769		
			11,6746	11,4498	5,5891	5,5381	5,7643	3,7715		
	3		61,6665	82,6069	123,2372	38,2831	53,1788	100,6021		
			61,6665	53,7933	10,9096	38,2831	37,6812	16,8744		
	2	0,4	5,5185	8,0851	18,8079	2,3592	3,3658	7,4860		
			5,5185	5,5297	3,1597	2,3593	2,4532	1,6284		
	3*		35,3630	49,6593	91,9746	17,3893	24,3978	49,0685		
			35,3630	33,3754	12,3606	17,3893	17,5764	9,4302		
I		14,3502	20,7915	45,4299	6,3562	9,0310	19,5836			
		14,3502	14,1609	7,3152	6,3562	6,5627	4,1445			
3		71,4522	93,2363	128,6613	42,2031	57,1417	96,5416			
		71,4522	62,0588	14,3121	42,2031	40,9855	17,3252			
3	0,4	5,2001	7,5926	17,3723	2,1570	3,0420	6,3727			
		5,2001	5,1975	2,9195	2,1570	2,2186	1,3864			
3*		37,4046	52,1452	93,3501	17,9691	24,8861	46,7947			
		37,4046	35,0852	12,6193	17,9691	17,9383	3,9748			
I		13,7311	19,8347	42,7059	5,8953	8,2823	16,9370			
		13,7311	13,5160	6,8219	5,8953	6,0212	3,5693			
3		69,9679	91,1243	123,8666	39,8767	53,4397	85,4205			
		69,9679	60,6450	13,0153	39,8767	38,3334	15,0332			
4	0,4	4,0469	5,9948	14,4647	1,8625	2,7195	6,7469			
		4,0469	4,0401	2,2413	1,8625	1,9643	1,4015			
3*		29,7705	42,5828	84,1743	16,0148	23,0730	52,4525			
		29,7705	28,0732	9,8310	16,0148	16,4329	9,4880			
I		11,6346	17,0767	39,0066	5,5657	8,1011	19,6700			
		11,6346	11,4417	5,6612	5,5657	5,8294	3,9463			
3		62,1773	83,2368	123,9264	39,6138	55,2412	106,6895			
		62,1773	54,1157	10,1085	39,6138	39,1149	17,5743			



$\theta = 0, 40, 70^\circ$ , в табл. 5 по Атлантическому и Тихому океанам (для внетропических климатических областей) для  $\theta = 0, 40, 70^\circ$ . Значения контрастов представлены для моделей со слоистыми, слоисто-кучевыми облаками, мощностью  $H = 0,2, 0,4, 0,6$  км, слоисто-дождевыми облаками - 3 км, кучевыми - 0,5, 1, 3, 5 км. Значения  $\Delta T$  с ростом угла увеличиваются, достигая для мощной кучевой облачности ( $\theta = 70^\circ$ ,  $H = 5$  км) 4-5 нпр. При наблюдении в надир  $\Delta T$  на длинах волн  $\lambda = 0,8$  см и 1,35 см для развитой кучевой облачности ( $H = 3$  км) соответственно находятся в пределах  $\sim 0,43 - 0,73$  нпр и  $\sim 0,16 - 0,28$  нпр; для слоистой, слоисто-кучевой облачности ( $H = 0,4$  км)  $\sim 0,02-0,03$  нпр и  $\sim 0,01$  нпр. Значения  $\Delta T$  при наблюдении в надир для кучевых облаков мощностью от 1 до 3 км составляют от 14-20° до 73-83° (0,8 см) и от 3,5-8° до 24-48 (1,35 см); для кучевых облаков мощностью 5 км  $\Delta T$  достигает  $\sim 115^\circ$  (0,8 см) и  $\sim 70^\circ$  (1,35 см).

Величины  $\Delta T$  для слоистых, слоисто-кучевых облаков  $H = 0,4$  км составляют 5-7° (0,8 см) и 1,5-3° (1,35 см).

При горизонтальной поляризации  $\Delta T$  возрастает с увеличением  $\theta$ , при вертикальной - убывает. В некоторых случаях для мощной кучевой облачности ( $H = 3,5$  км) в тропиках  $\Delta T$ , увеличиваясь до углов 50, 60°, падает на низких углах (табл. 4, № 9, 18).

Рассмотрев рис. 4, 6, 7, попытаемся оценить величины контрастов над Северной Атлантикой по средней толщине облаков в июле 1972 г.

В субарктической, умеренной зонах наиболее низкие значения средней толщины облаков. Они несколько возрастают от западных и центральных областей к восточным. По климатическим данным в центральных западных областях внетропических широт повторяемость  $St$ ,  $Sc$  составляет  $\sim 50-80\%$ , а  $Cc$ ,  $Cb$  - не более 10-15%, в восточной области повторяемости этих двух групп облаков близки  $\sim 20-30\%$ . В наших расчетах контрасты ( $\Delta T_g$ ) для облаков мощностью 0,4-1 км находятся в пределах  $\sim 7-20^\circ$  (0,8 см),  $\sim 2,8-8^\circ$  (1,35 см).

Максимальных значений средняя толщина облаков достигает в тропических широтах Атлантики (4-6 км), где преобладают кучевые облака. Контрасты для кучевых облаков, мощностью 3-5 км, состав-

ляют  $\sim 73-114^\circ$  (0,8 см),  $\sim 24-68^\circ$  (1,35 см). В тропических же широтах в области пассатов значения средней толщины облаков составляют 2-4 км, понижаясь в районе Канарского течения до значений

2 км. Контрасты для кучевых облаков, мощностью 1-3 км, составляют  $15-80^\circ$  (0,8 см),  $5-35^\circ$  (1,35 см).

Рассчитывалось как радиоизлучение атмосферы при наблюдении в надир ( $T_g$ ), так и нисходящее радиоизлучение атмосферы ( $T^H$ ). Для трех климатических областей (см. рис. 1 и табл. 1) в тропической Атлантике в табл. 6 показаны величины контрастов нисходящего радиоизлучения атмосферы ( $\Delta T^H$ ). Данные табл. 6 сравним с экспериментальными результатами.

Таблица 6

Значения контрастов оптической толщины ( $\Delta \tau_{\text{напр}}$ ) и контрастов радиояркостной температуры нисходящего излучения ( $\Delta T^H$ ) для моделей облачной атмосферы в тропической Атлантике. Лето

№ пункта на рис. 1, 2	Хар-ки облаков		$\lambda = 0,8 \text{ см}$		$\lambda = 1,35 \text{ см}$	
	H, км	$\bar{w}$ , г/м <sup>3</sup>	$\Delta \tau_{\text{напр}}$ ( $\tau_{\text{напр}}$ )	$\Delta T^H$ , °К ( $T^H$ , °К)	$\Delta \tau_{\text{напр}}$ ( $\tau_{\text{напр}}$ )	$\Delta T^H$ , °К ( $T^H$ , °К)
1	2	3	4	5	6	7
9	0	0	(0,0864)	(23,3926)	(0,1732)	(45,4629)
	0,2	0,22	0,0071	1,9276	0,0026	0,6481
	0,4	0,36	0,0236	6,2945	0,0086	2,1211
	3,0	0,35	0,2013	47,9191	0,0740	17,1753
	0,5	0,27	0,0220	5,8411	0,0080	1,9689
	1,0	0,36	0,0613	15,8996	0,0224	5,4287
	3,0	0,80	0,4766	99,1659	0,1755	38,5806
	5,0	1,50	1,7494	212,7702	0,6554	112,7575
10	0	0	(0,1001)	(27,1714)	(0,2564)	(64,8436)
	0,2	0,22	0,0067	1,7961	0,0024	0,5665
	0,4	0,36	0,0220	5,8638	0,0080	1,8462
	0,5	0,27	0,0205	5,4417	0,0074	0,7143
	1,0	0,36	0,572	14,8303	0,0208	4,7207
	3,0	0,80	0,4468	93,8703	0,1639	33,7174
	5,0	1,50	1,6534	207,0850	0,6159	100,1554
	11	0	0	(0,1153)	(31,0774)	(0,3241)

1	2	3	4	5	6	7
	0,5	0,27	0,0195	5,0980	0,0071	1,5163
	1,0	0,36	0,0562	14,3554	0,0204	4,3346
	3,0	0,80	0,4488	92,0963	0,1647	31,6561
	5,0	1,50	1,6800	204,8525	0,3272	94,7065

С целью изучения структуры облаков по значениям их радиоярких контрастов исследовалось радиосвечение атмосферы в зените на длинах волн  $\lambda = 0,8$  и  $1,35$  см в тропической зоне Атлантического океана в марте-июле 1985 года (41 рейс НИС "Академик Курчатов").

Измерения осуществлялись с помощью радиометрического комплекса [32]. Калибровка радиометров производилась по собственному излучению атмосферы. Записи проводились в интервале времени длительностью  $\sim 2$  часа при постоянной времени 4 с.

По полученным профилям радиоярких температур для конвективных облаков определены максимальные значения облачных контрастов ( $\Delta T_{max}$ ), а также приблизительные горизонтальные размеры облачных образований ( $\Delta L$ ). Учитывая скорость и направление движения судна, а также принимая приближенно скорость ветра за скорость движения облака [33], можно получить горизонтальный размер облака в линейном масштабе.

Продолжительность грохождения рассмотренных облаков составила  $\sim 6\%$  от количества наблюдаемого времени. Получены распределения по облаку интегрального содержания водяного пара и жидкой воды в облаках без осадков. В табл. 7 приводится повторяемость максимальных значений контрастов облачных образований различной протяженности.

Таблица 7

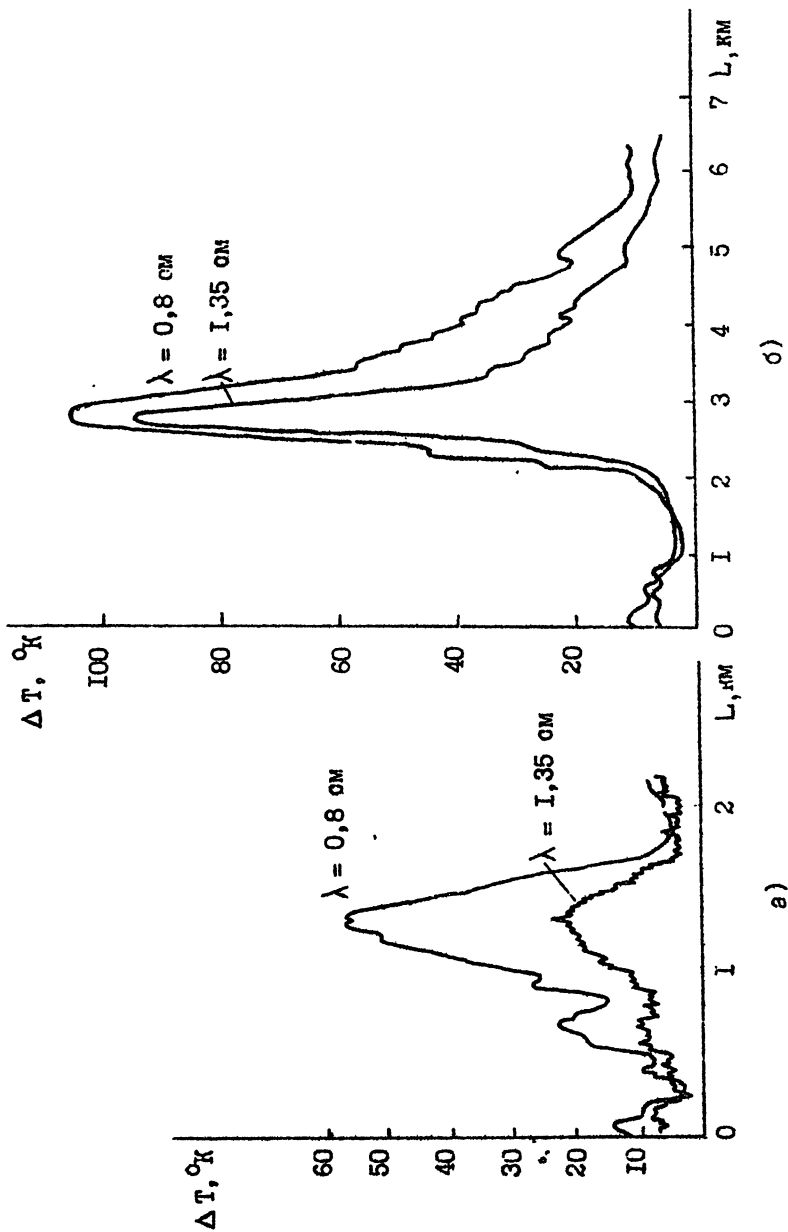
Повторяемость контрастов ( $\Delta T_{\max}$ ) облачных образований различной протяженности ( $\Delta L$ )

$\Delta T_{\max}^{\circ K}$ $\Delta L, \text{ км}$	9,9	10,0-19,9	20,0-29,9	30,0-49,9	50,0-79,9	$\geq 80$
$\leq 0,9$	$\frac{5}{14}$	$\frac{9}{2}$	$\frac{2}{1}$			
1,0-2,9	$\frac{10}{26}$	$\frac{14}{13}$	$\frac{12}{7}$	$\frac{9}{1}$	$\frac{2}{1}$	
3,0-4,9		$\frac{1}{6}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{6}{1}$	$\frac{1}{1}$
5,0-6,9		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{1}$
7,8-8,9		$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{3}$		$\frac{3}{1}$	
9,0-10,9		$\frac{1}{2}$		$\frac{2}{1}$		
$\geq 11,0$				$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3}{3}$

(всего 95 облачных образований)

В верхней строке приводится число облаков с максимальными контрастами в определенных градациях на длине волны  $\lambda = 0,8$  см, в нижней - 1,35 см. Всего рассмотрено 95 облаков. Более 2/3 рассмотренных облачных образований не достигали 3 км. На  $\lambda = 1,35$  см наблюдалось около 90% облаков с максимальными контрастами не более  $30^{\circ}$ , на  $\lambda = 0,8$  см в этих пределах отмечено 60% облаков. Значения  $\Delta T_{\max}$  на длинах волн 0,8 и 1,35 см совпадают по времени, а их отношения составляют 1,2 + 3. Градиенты роста температурных контрастов внутри облака достигают  $10 + 20^{\circ}/100$  м. Наибольшие  $\Delta T_{\max}$  характерны для облаков с выпадением дождя.

Максимальный облачный контраст при прохождении облака с ливневым дождем составляет  $\sim 269^{\circ}$  (0,8 см),  $\sim 215^{\circ}$  (1,35 см); при



Р и с. 8. Профили радиояркостной температуры облаков без осадков (а) и с дождем (б)

Таблица 8  
Характеристики облачных образований в тропической зоне Атлантики

Дата, время (СМТ/сул.)	$\Delta T_{max}^{\circ K}$ ( $\Delta T_{нпр}$ )		$\Delta L, км$	$\Delta Q,$ г/см <sup>2</sup>	$\Delta W,$ кг/м <sup>2</sup>	Облачность	
	$\lambda = 0,8$ см	$\lambda = 1,35$ см				Н-во	форма
25.04.21/20 ~20° с.ш.	86,4 (0,408)	50,7 (0,215)	5,4; 1 10,8 (3,6)	0,95	2,5	9/6	Cu fr med Cl
10.05.06 ~20° с.ш.	42,9 (0,205)	16,9 (0,076)	10,8 (2,4)	0,05	1,3	8,2	Cu fr med Ac
11.05.02 ~20° с.ш.	33,2 (0,133)	13,0 (0,054)	19,1 (1,3; 2,0; 3,3)	0,09	0,8	10/2	Cu fr Ac
19.06.20 ~5° с.ш.	56,5 (0,258)	24,0 (0,124)	1,5 (1,0)	0,45	1,6	10/8	Cb Cu fr Ac Cl отдела, дожде
22.06.07 ~8° с.ш.	79,9 (0,369)	29,9 (0,164)	7,5 (1,7; 2,1)	0,45	2,3	9/9	Cu Fr Cb
22.06.10 ~8° с.ш.	21,4 (0,095)	8,4 (0,040)	1,2	0,08	0,6	6/2	Cu fr . .
23.06.23 ~14° ш.ш.	29,9 (0,116)	11,7 (0,042)	4,2, 3,3	0,21	0,7	10/10	Cu fr So
24.06.14 ~17° с.ш.	23,4 (0,098)	9,1 (0,039)	2,0	0,06	0,6	8/7	Cu fr cong Cb Ac отдела, дожде
15	71,5 (0,342)	28,0 (0,129)	3,3	0,11	2,2	8/8	Cu fr cong Cb So отдела, дожде

прохождении облака без осадков  $\sim 86^\circ$  (0,8 см),  $\sim 50^\circ$  (1,35 см) и  $\sim 109^\circ$  (0,8 см),  $\sim 40^\circ$  (1,35 см). В этих случаях протяженность области значительных контрастов ( $\Delta L$ ) достигает 10–12 км.

В табл. 8 приведены характеристики для нескольких облачных образований в тропической зоне Атлантики.

Некоторые облачные образования содержат систему ядер, которые резко выделяются на общем профиле. Протяженность их размеров показана в скобках. Приращения интегрального содержания водяного пара ( $\Delta Q$ ) и жидкой воды ( $\Delta W$ ) по сравнению с фоном определены для максимальных облачных контрастов.

На рис. 8 представлены профили облаков без осадков (а) и с дождем (б). В облаке без осадков  $\Delta L$  не превышает  $\sim 1,5$  км. В центральной части облака ( $\Delta T_{\max}$ ) интегральное содержание водяного пара и жидкой воды увеличивается по сравнению с фоном соответственно на  $0,45 \text{ г/см}^2$  и  $1,6 \text{ кг/м}^2$ . Во втором случае  $\Delta L$  составляет  $\sim 5$  км. В передней части облака (до максимума) в области контрастов, превышающих  $15^\circ$ , градиенты роста  $\Delta T$  составляют  $15 + 17^\circ/100 \text{ м}$ , в тыловой части облака —  $2,6 - 5,0^\circ/100 \text{ м}$ . Дождь наблюдался на участке облака ( $\sim 2$  км) с максимальными радиоконтрастами.

По измеренным облачным контрастам, согласно значениям влажности облаков  $\bar{u}$ , используемых в расчетах (табл. 6), можно оценить мощность наблюдаемых облаков. Из табл. 8 следует, что облака мощностью  $\sim 3$  км наблюдались в частности 25 апреля, 22 июня (07 ч.), 24 июня (15 ч.); в других случаях мощность облаков находилась в пределах 1–2 км.

#### Заклучение

Для оценки водозапаса облаков над океаном использовались эмпирические соотношения для вертикального распределения влажности в облаках и средние значения влажности, полученные над территорией СССР. Водозапас определялся в зависимости от мощности и типа облачности.

Оптическую толщину, радиояркостную температуру и их контрасты для моделей облачной и безоблачной атмосферы целесообразно рассчитывать по климатическим зонам Мирового океана. Четкая зо-

нальность прослеживается на длине волны 1,35 см - вариации радиояркостной температуры происходят за счет вариаций содержания водяного пара в атмосфере. Так, широтная изменчивость значений радиояркостной температуры безоблачной атмосферы ( $\theta = 0^\circ$ ) составляют  $\sim 65^\circ$  (1,35 см),  $\sim 10-15^\circ$  (0,8 см).

Величины облачных контрастов, полученные экспериментально в тропической Атлантике, удовлетворительно согласуются с расчетными. Измеренные облачные контрасты и величины водности, используемые в моделях, дают возможность оценить мощность наблюдаемых облаков.

### Приложение

#### Методика расчета характеристик атмосферы

Полное зертикальное поглощение радиоволн в атмосфере или оптическая толщина, определяемая по формуле (7), находится методом относительных измерений [32]. Радиоизлучение атмосферы в радиодиапазоне по результатам многочисленных исследований можно представить в виде

$$T^H = T_{CP} (1 - e^{-\tau}),$$

где  $T_{CP} = 0,97 T_0$  [31],

$T_0$  - температура воздуха у поверхности.

Контраст оптической толщины облака равен

$$\Delta\tau = \ln \frac{T_{CP}}{T_{CP} - T^H - \Delta T^H} - \tau.$$

По известной величине  $\Delta\tau$  вычисляется интегральное содержание водяного пара  $\Delta Q$  и жидкой воды  $\Delta W$  в облаке.

Для длин волн 0,8 и 1,35 см согласно [3,34]

$$\Delta\tau_{0,8} = 0,014 \Delta Q + 0,156 \Delta W,$$

$$\Delta\tau_{1,35} = 0,08 \Delta Q + 0,055 \Delta W.$$



## ЛИТЕРАТУРА

1. Шифрин К.С., Рабинович В.И., Шукин Г.Г. Исследование поля микроволнового излучения в атмосфере. Тр. ГГО, 1968, вып.222, с. 5-18.
2. Применение радиотеплокаци в метеорологии и океанологии. Пер. с англ., Л., Гидрометеиздат, 1969.
3. Башаринов А.Е., Гурвич А.С., Егоров С.Т. Радиоизлучение Земли как планеты. М., Наука, 1974, 188 с.
4. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л., Гидрометеиздат, 1974, 567 с.
5. Атлас океанов. Тихий океан. М., МОМФ СССР, 1974, 302 карты.
6. Атлас океанов. Атлантический и Индийский океаны. М., МО ВМФ СССР, 1977, 306 карт.
7. Аэроклиматический справочник северного полушария. Вып. П. М., Гидрометеиздат, 1958, 437 с.
8. Аэроклиматический атлас северного полушария, т. I, П. Л., Гидрометеиздат, 1961, 1963.
9. Материалы по климату и циркуляции свободной атмосферы над зарубежными странами северного полушария. Т. I, вып. I, П. М., Гидрометеиздат, 1972, 1974.
10. Материалы по климату и циркуляции свободной атмосферы над тропической зоной Атлантического океана. Вып. I. М., Гидрометеиздат, 1976, 325 с.
11. Атлас климатических характеристик температуры, плотности и давления воздуха, ветра и геопотенциала в тропосфере и нижней стратосфере северного полушария. Вып. П, IV. М., Гидрометеиздат, 1974, 1975.
12. Авиационно-климатические характеристики зарубежных стран. Т. I. Вып. I-7. Обнинск, ВНИИТМИ МЦД, 1979-1983.
13. Синькевич А.А., Шилкин Н.С. Температурный режим кучевых облаков. Тр. ГГО, 1984, вып. 482, с. 87-96.
14. Климатические карты облачности северного полушария январь и июль (период МГГ и МГС). Редактор В.Я. Лобанова. М., 1967.
15. Изменчивость физических полей в атмосфере над океаном. М., Наука, 1983, 167 с.

16. Марчук Г.И., Кондратьев К.Я., Козодеров В.В., Хворостьянов В.И. Облака и климат. Л., Гидрометеоиздат, 1986, 511 с.
17. Морозова И.Ф. Поле облачности над отдельными районами Атлантического океана. Тр. ГГО, 1980, вып. 434, с. 105-108.
18. Берлянд Т.Г., Строкина Л.А., Грешникова Л.Е. Зональное распределение количества облаков на земном шаре. Метеорология и гидрология, № 3, 1980, с. 15-23.
19. ТРОПЭКС-72, Л., Гидрометеоиздат, 1974, 685 с.
20. ТРОПЭКС-74. Т.1. Атмосфера. Л., Гидрометеоиздат, 1976, 736 с.
21. Скацкий В.И. Исследование водности кучевых облаков. Тр. ИПГ, 1969, вып. 13.
22. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л., Гидрометеоиздат, 1984, 751 с.
23. Половина И.П. Воздействия на внутримассовые облака слоистых форм. Л., Гидрометеоиздат, 1971.
24. Фейгельсон Е.М., Краснокутская Л.Д. Потоки солнечного излучения и облака. Л., Гидрометеоиздат, 1978, 156 с.
25. Титов В.И., Муссаелян Г.Ш. Распределение средних высот верхней границы облаков. Тр. ВНИИГМИ-МЦД, 1977, вып. 42, 72-79 с.
26. Дубровина Л.С., Верзунова В.Д. Оценка толщины облаков с использованием данных ИСЗ. Тр. ВНИИГМИ-МЦД, 1983, вып. 107, с. 13-22.
27. Авиационно-климатический атлас-справочник. Вып. 3, М., Гидрометеоиздат, 1975.
28. Атлас облаков. Л., Гидрометеоиздат, 1978, 267 с.
29. L.A.Klein, C.T.Swift. An Improved Model for the Dielectric Constant of Sea Water at Microwave Frequencies. IEE Trans. Antennas and Propag. vol.AP-25, N 1, p.104 (1977).
30. Переслегин С.В. О соотношении между тепловыми и радиояркими контрастами морской поверхности. Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана. Т.3, № 1, 1967, с. 47-57.
31. Кисляков А.Г., Станкевич К.С. Исследование тропосферного поглощения радиоволн радиоастрономическими методами. Изв. вузов, Радиофизика, т. 10, № 9-10, 1967, с. 1244-1265.
32. Хрулев и др. Двухканальный радиотелескоп для исследования

радионизлучения атмосферы и морской поверхности. Изв. вузов, Радиофизика, т. 26, № 2, 1983, с. 155-160.

33. Гиль Г. Климат и погода в тропиках. Л., Гидрометеоздат, 1984, 605 с.
34. David H. Staelin. Measurements and Interpretation of the Microwave Spectrum of the Terrestrial Atmosphere near 1-Centimeter Wavelength. J. of Geophys. Res., 71, N 12, p.2875-2881 (1966).

Дата поступления статьи  
28 апреля 1987 г.

Тамара Валентиновна Александрова  
Ольга Алексеевна Подвойская

**РАДИОКАРТЫ АТМОСФЕРЫ НАД МИРОВЫМ ОКЕАНОМ**

---

Подписано в печать 17.07.87 г. МШ 07111. Формат 60x84/16.

Бумага многотельная. Печать офсетная. Объем 2,85 л. л.

Заказ 4601. Тираж 120. Бесплатно

---

Отпечатано на ротационге НИРФИ