

Сравнение современных глобальных климатологий облачности

А.В. Чернокульский, И.И. Мохов

*Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
119017, Москва, Пыжевский пер., 3
E-mail: chern_av@ifaran.ru*

Проведен анализ различных современных данных по климатологии облачного покрова Земли. Наряду с данными спутниковых и наземных наблюдений, использовались также данные реанализов. По данным Международного спутникового проекта по климатологии облачности ISCCP (The International Satellite Cloud Climatology Project), по спутниковым данным MODIS (The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) и Patmos-X (AVHRR Pathfinder Atmosphere – Extended), а также по данным наземных наблюдений EECRA (Extended Edited Synoptic Cloud Reports Archive) доля покрытия облаками Земли составляет около 2/3. По данным спутниковых наблюдений UW HIRS (University of Wisconsin High-resolution Infrared Radiation Sounder) эта доля достигает 3/4. Наибольшие различия между разными данными отмечены в высоких широтах, главным образом, в зимнее время. По данным реанализа ERA-40 (ECMWF Re-Analys) доля покрытия облаками Земли (как и по данным наблюдений) близка к 2/3, а по данным двух версий NCEP (National Centers for Environmental Prediction) реанализа – около 1/2.

Ключевые слова: облачность, спутниковые данные, наземные наблюдения, данные реанализа.

Введение

Облачность – одна из ключевых атмосферных компонент, от которой существенно зависит радиационный баланс земной климатической системы [1-3]. В частности, облака верхнего яруса усиливают парниковый эффект, а облака нижнего яруса в большей степени способствуют общему охлаждению системы. Глобальный облачный радиационный форсинг может достигать -15 Вт/м^2 [4], что существенно больше радиационного парникового эффекта при удвоении содержания в атмосфере CO_2 (3.8 Вт/м^2) [3].

В настоящее время существует более десятка глобальных банков данных для облачного покрова по спутниковым данным и данным наземных наблюдений, с различным временным и пространственным разрешением, разной продолжительности. Сравнение глобальных климатологий облачности проводилось ранее в целом ряде работ (см. например [5-16]). В частности, в [5, 7] наряду с данными ISCCP анализировались спутниковые данные, полученные с советских спутников Метеор [17], со спутника Nimbus-7 [18], а также данные наземных наблюдений [19] и комбинированные данные [20].

В данной работе проведен анализ различных наиболее полных современных данных по климатологии облачного покрова Земли, используются данные спутниковых и наземных наблюдений, а также данные реанализов.

Используемые данные

При анализе использовались спутниковые данные ISCCP [21], UW HIRS [15], Patmos-X [22] и MODIS [23]. Использовались также данные наземных наблюдений EECRA [19]. Кроме того, проводилось сопоставление с данными различных реанализов: реанализа Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) ECMWF – ERA-40 [24], а также двух версий реанализа американского Национального центра прогноза

состояния окружающей среды NCEP: NCEP/NCAR (National Center of Atmospheric Research) [25] и NCEP/DOE (Department of Energy) [26] (табл.1).

Таблица 1. Некоторые общие характеристики используемых данных

Данные	Период (месяц/год)	Разрешение
Спутниковые данные		
ISCCP D2	07/1983 – 06/2007	2,5° x 2,5°
UW HIRS	01/1979 – 12/2001	1° x 1°
Patmos-X (AVHRR)	01/1981 – 12/2005	0,5° x 0,5°
MODIS-Terra	01/2000 – 12/2008	1° x 1°
MODIS-Aqua	07/2002 – 12/2008	1° x 1°
Данные наземных наблюдений		
EECRA E-series	01/1971 – 12/1996 (суша)	5° x 5°
	01/1954 – 12/1997 (океан)	10° x 10°
Данные реанализа		
ERA-40	09/1957-08/2002	2,5° x 2,5°
NCEP/NCAR	01/1948 – 12/2008	1,875° x 1,875°
NCEP/DOE	01/1979 – 01/2008	1,875° x 1,875°

Данные проекта ISCCP, доступные с июля 1983 года, основаны на измерениях с полярноорбитальных (ПО) и геостационарных (ГС) спутников, в двух спектральных каналах – видимом (длина волны ~0,6 мкм) и инфракрасном (ИК) (длина волны ~11 мкм). Пространственное разрешение составляет 4-7 км, временное – 3 часа (табл. 2). Анализировались данные серии D2 [27] – среднемесячные значения, на регулярной широтно-долготной сетке 2,5°x2,5°.

Данные для облачности, полученные с помощью инфракрасного радиометра высокого разрешения HIRS, установленного на ПО охватывают 23-летний период с января 1979 г. по декабрь 2001 г. с небольшими пробелами в 1980 г. и в 1981 г. При получении данных UW HIRS использовались 6 ИК каналов [28]. Пространственное разрешение радиометра HIRS составляет 20-35 км. Глобальные среднемесячные данные UW HIRS для облачности представлены для широт ниже 84° на регулярной сетке с разрешением 1°x1°.

Данные Patmos-X получены с помощью радиометров AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), установленных на ПО Tiros-N и NOAA [29], для 5 каналов: видимого, ближнего ИК и 3 ИК с пространственным разрешением 1,1-4 км [30]. Анализировались данные при среднемесячном осреднении для ячеек равной площади с широтным шагом в 0,5° для периода с 1981 г. по 2005 г.

Данные, полученные с использованием спектрометрического радиометра MODIS на ПО Terra доступны с декабря 1999 г., а на ПО Aqua – с апреля 2002 г. Облачные данные получены в 10 спектральных каналах (4 видимых и 6 ИК), дважды в сутки, с высоким пространственным разрешением (0,25-1 км). Анализировались среднемесячные значения с пространственным разрешением 1°x1° отдельно для спутников Terra и Aqua.

Таблица 2. Некоторые характеристики спутниковых данных, используемых в работе

Данные	Спутники	Каналы	Временное разрешение (количество измерений в сутки)	Пространственное разрешение (км)
ISCCP	ПО + ГС	В (1) + ИК (1)	8	4-7
UW HIRS	ПО (NOAA)	ИК (6)	2	20-35
Patmos-X	ПО (NOAA)	В (1) + ИК (2)	2	1,1-4
MODIS	ПО (EOS)	В (4) + ИК (6)	2	0,25-1

Данные наземных наблюдений EECRA включают наблюдения на станциях Всемирной метеорологической организации, а также наблюдения с морских судов. Использовались данные

серии «Е» – среднемесячные значения облачности для широтно-долготных ячеек с разрешением $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ для суши (для Антарктиды данные отсутствуют) и $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ для океана [31]. Данные для суши получены для 5388 станций, отобранных с учетом требований непрерывности измерений, наличия длинного ряда наблюдений, в том числе, как дневных, так и ночных измерений [32; 33]. Для облачности над океаном используется несколько модифицированный архив COADS (The Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set) [34]. Данные для суши охватывают период с января 1971 г. по декабрь 1996 г., для океана – с января 1954 г. по декабрь 1997 г.

Данные реанализа ERA-40 с 6-часовым шагом по времени, пространственным разрешением около 120 км для 31 слоя в атмосфере охватывают период с сентября 1957 г. по август 2002 г. Анализировались среднемесячные значения, представленные на регулярной сетке $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$.

В двух версиях NCEP реанализа используется модель с горизонтальным разрешением около 210 км для 28 слоев по вертикали и 6-часовым разрешением по времени. Среднемесячные данные представлены на гауссовой сетке (с шагом примерно $1,875^{\circ}$), с января 1948 г. по декабрь 2008 г. для NCEP/NCAR, и с января 1979 г. по январь 2008 г. для NCEP/DOE.

Результаты

В таблицах 3-5 представлены глобально- и полушарно-осредненные значения облачности со среднегодовым и сезонным осреднением за декабрь-январь-февраль (ДЯФ) и июнь-июль-август (ИИА), а также их стандартные отклонения. Осреднение для каждого банка данных проводилось для временных периодов, отмеченных в табл. 1.

Таблица 3. Среднегодовые значения облачности

Данные	Глобальное осреднение	Северное полушарие	Южное полушарие
<i>Спутниковые данные</i>			
ISCCP D2	$0,66 \pm 0,012$	$0,64 \pm 0,014$	$0,69 \pm 0,011$
UW HIRS	$0,75 \pm 0,003$	$0,74 \pm 0,005$	$0,76 \pm 0,005$
Patmos-X	$0,64 \pm 0,009$	$0,60 \pm 0,011$	$0,67 \pm 0,010$
MODIS-Terra	$0,67 \pm 0,001$	$0,64 \pm 0,003$	$0,70 \pm 0,002$
MODIS-Aqua	$0,68 \pm 0,001$	$0,65 \pm 0,003$	$0,70 \pm 0,002$
<i>Данные наземных наблюдений</i>			
EECRA	0,65	0,62	0,68
<i>Данные реанализа</i>			
ERA-40	$0,64 \pm 0,016$	$0,62 \pm 0,019$	$0,66 \pm 0,016$
NCEP/NCAR	$0,52 \pm 0,006$	$0,51 \pm 0,011$	$0,53 \pm 0,007$
NCEP/DOE	$0,55 \pm 0,004$	$0,52 \pm 0,004$	$0,58 \pm 0,005$

Таблица 4. Значения облачности, осредненные за декабрь-январь-февраль

Данные	Глобальное осреднение	Северное полушарие	Южное полушарие
<i>Спутниковые данные</i>			
ISCCP D2	$0,67 \pm 0,011$	$0,63 \pm 0,015$	$0,71 \pm 0,009$
UW HIRS	$0,75 \pm 0,007$	$0,74 \pm 0,005$	$0,76 \pm 0,007$
Patmos-X	$0,63 \pm 0,011$	$0,54 \pm 0,011$	$0,72 \pm 0,012$
MODIS-Terra	$0,68 \pm 0,003$	$0,65 \pm 0,006$	$0,72 \pm 0,004$
MODIS-Aqua	$0,69 \pm 0,003$	$0,65 \pm 0,006$	$0,72 \pm 0,004$
<i>Данные наземных наблюдений</i>			
EECRA	0,65	0,60	0,70
<i>Данные реанализа</i>			
ERA-40	$0,65 \pm 0,016$	$0,62 \pm 0,020$	$0,68 \pm 0,013$
NCEP/NCAR	$0,53 \pm 0,007$	$0,50 \pm 0,011$	$0,56 \pm 0,011$
NCEP/DOE	$0,56 \pm 0,006$	$0,54 \pm 0,006$	$0,58 \pm 0,005$

Таблица 5. Значения облачности, осредненные за июнь-июль-август

Данные	Глобальное осреднение	Северное полушарие	Южное полушарие
<i>Спутниковые данные</i>			
ISCCP D2	0,66 ± 0,014	0,65 ± 0,015	0,66 ± 0,014
UW HIRS	0,74 ± 0,005	0,76 ± 0,008	0,73 ± 0,006
Patmos-X	0,64 ± 0,011	0,65 ± 0,013	0,63 ± 0,011
MODIS-Terra	0,66 ± 0,003	0,65 ± 0,003	0,68 ± 0,006
MODIS-Aqua	0,67 ± 0,003	0,67 ± 0,003	0,68 ± 0,006
<i>Данные наземных наблюдений</i>			
ЕЕCRA	0,63	0,64	0,63
<i>Данные реанализа</i>			
ERA-40	0,63 ± 0,015	0,63 ± 0,019	0,63 ± 0,013
NCEP/NCAR	0,51 ± 0,006	0,53 ± 0,012	0,50 ± 0,011
NCEP/DOE	0,55 ± 0,003	0,51 ± 0,006	0,59 ± 0,010

Среднегодовое глобальное значение по спутниковым данным составляет от 0,64 (Patmos-X) до 0,75 (UW HIRS), по данным ISCCP D2 и MODIS оно практически равно 2/3. Близкое значение (0,65) имеет и облачность по наземным наблюдениям. При этом, в южном полушарии (ЮП) значения облачности выше (0,68 – 0,76 по различным спутниковым и наземным данным), в северном (СП) ниже (0,64 – 0,74).

Согласно данным наблюдений, полушарно осредненная облачность летом больше, чем зимой. В ЮП летом количество облаков находится в диапазоне 0,70 – 0,76, зимой – в диапазоне 0,63 – 0,73, а в СП – соответственно в диапазонах 0,64 – 0,76 и 0,54 – 0,76.

В целом можно отметить, что на уровне глобально- и полушарно- осредненных значений, данные ISCCP, Patmos-X, MODIS и ЕЕCRA достаточно близки (0,64 – 0,68 для среднегодовой глобальной облачности), при этом в целом облачность по спутниковым данным немного больше, чем по данным наземных наблюдений. Исключение составляют спутниковые данные Patmos-X для зимнего полушария, где количество облаков равно или даже меньше, чем по данным наземных наблюдений. По данным UW HIRS количество облаков выше, чем по другим данным наблюдений (достигает 0,75 для Земли в целом, 0,74 для СП и 0,76 для ЮП).

Что касается реанализов, то облачность по данным ERA-40 ближе к данным наблюдений (0,65 для глобальных значений, 0,62 для СП и 0,68 для ЮП), чем по данным NCEP, где количество облаков существенно меньше (0,52 и 0,55 при глобальном осреднении для NCEP/NCAR и NCEP/DOE соответственно). Кроме того, летняя облачность по данным ERA-40 и NCEP/NCAR больше, чем зимняя (как и по данным наблюдений). По данным NCEP/DOE максимум отмечается зимой, а минимум летом.

На рис. 1а представлены зависимости от широты для среднегодовой облачности. Анализируемые данные достаточно хорошо согласуются друг с другом, и в целом адекватно характеризуют общие закономерности распределения зональной облачности в средних и низких широтах, с четко выраженными минимумами в субтропиках (0,5 – 0,65 для ЮП и 0,45 – 0,6 для СП) и максимумами в экваториальных (0,65 – 0,8) и средних широтах (0,85 – 0,95 для ЮП и 0,6 – 0,8 для СП).

В высоких широтах отмечаются заметные различия между разными данными, достигающие 0,6 в ЮП и 0,5 в СП (см. также [5, 7]). Особенно значительны они во время полярной ночи. В частности, в арктических (рис.1б) и в антарктических широтах (рис.1в) согласно данным Patmos-X облачность около 0,2, а по данным UW HIRS на уровне 0,8. В то же время, по другим данным облачность находится в диапазоне от 0,4 до 0,7.

Летом существенных различий между разными данными не наблюдается, за исключением арктических широт, где по данным ISCCP облачность уменьшается к полюсу (до 0,6), а по другим данным растет до 0,8 – 0,9.

В годовом ходе облачности (рис. 1г, рис. 2) отмечено подобие различных данных в экваториальных, тропических и субтропических широтах. Наибольшие вариации облачности в годовом ходе связаны со смещением внутритропической зоны конвергенции (ВЗК) и муссонами.

В средних и в высоких широтах отмечены существенные различия между разными данными. В полярных широтах ЮП облачность по данным ISCCP D2, UW HIRS и MODIS больше зимой и меньше летом. В то же время облачность по данным Patmos-X и EECRA, наоборот, в зимние месяцы меньше, причем согласно Patmos-X общее количество облаков над Антарктидой уменьшается зимой практически до нуля. В средних широтах ЮП облачность по данным Patmos-X и MODIS зимой больше, чем летом, по данным UW HIRS, наоборот, летняя облачность больше зимней. По остальным данным годовой ход облачности в средних широтах ЮП слабо выражен. В высоких широтах СП облачность по данным ISCCP D2 и UW HIRS в течение года практически не меняется. По данным Patmos-X, MODIS (Aqua в больше степени, чем Terra) и EECRA летом облаков больше, чем зимой, при этом при удалении от полюса максимум смещается в осенние месяцы.

Зональные значения облачности по данным реанализа ERA-40 в целом согласуются с данными наблюдений (рис. 1а). В то же время, по данным NCEP реанализов зональные значения облачности подобны данным наблюдений только в низких широтах для зимнего полушария, в других случаях облачность заметно ниже, чем по спутниковым и наземным данным (рис. 1а-в).

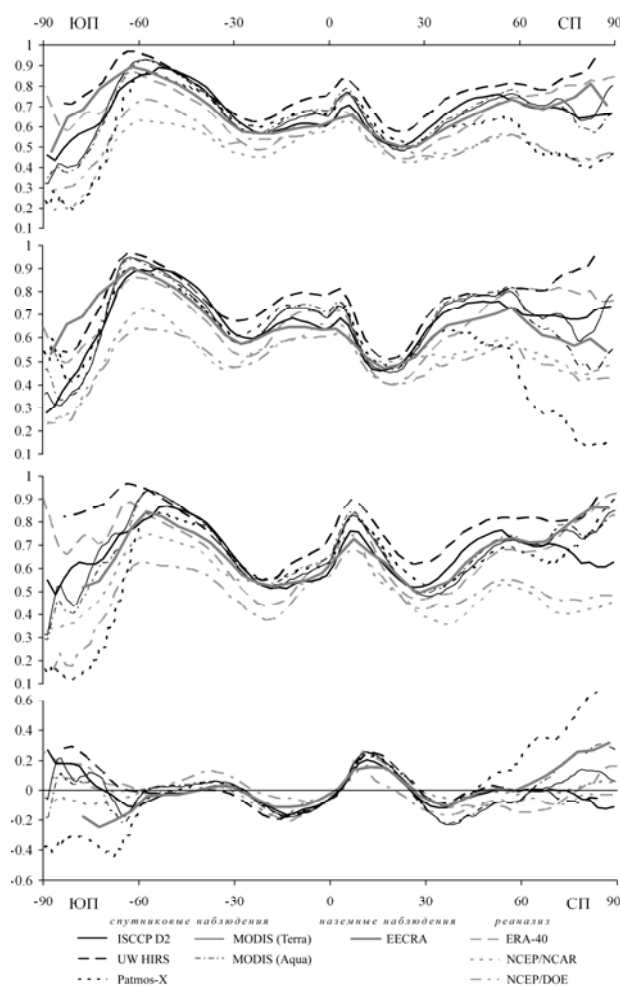
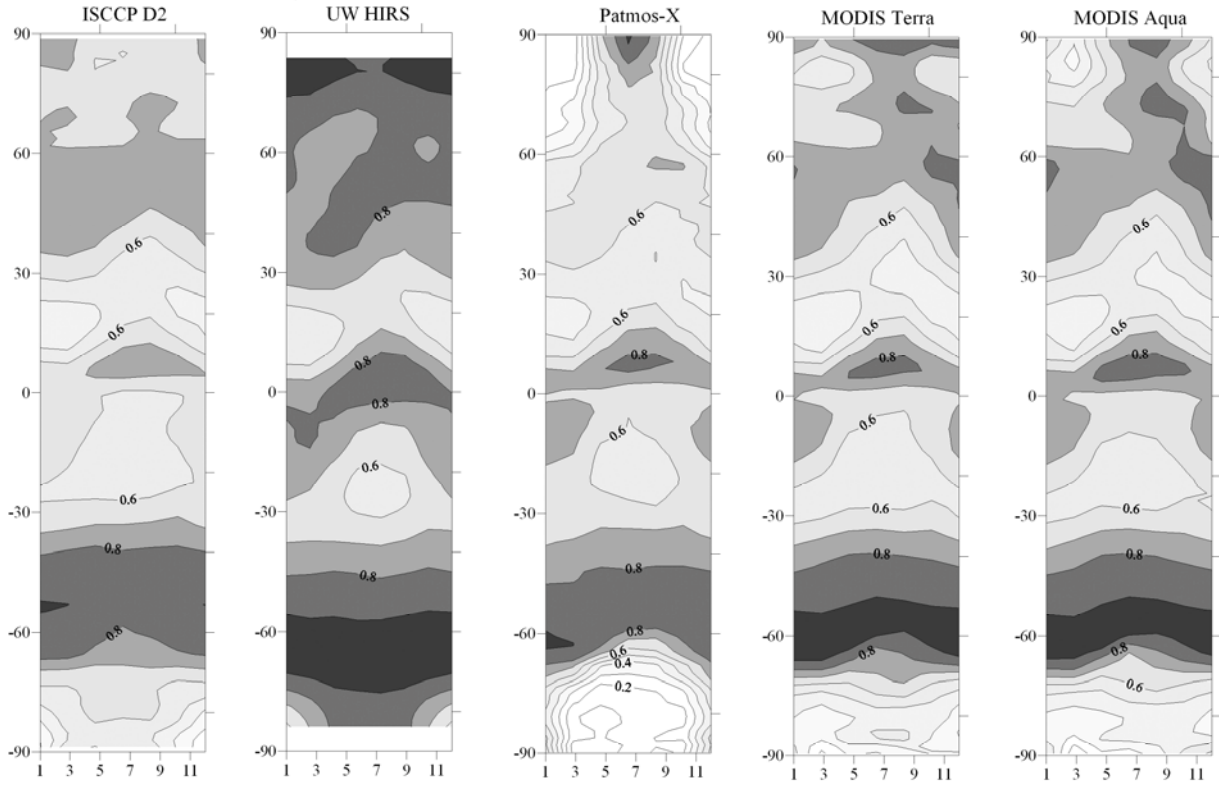


Рис. 1. Зональное распределение общего количества облаков: среднегодового (а), для ДЯФ (б), для ИИА (в), для разницы между ИИА и ДЯФ (г)

спутниковые наблюдения



наземные
наблюдения

реанализ

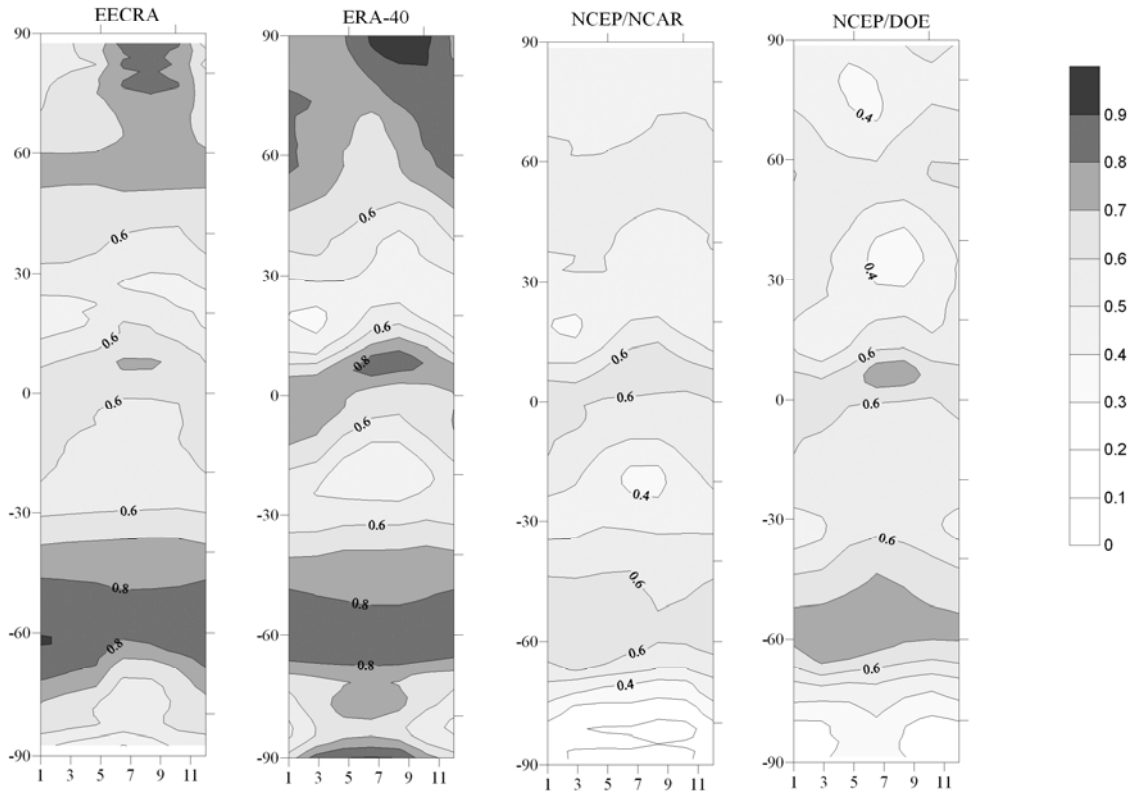


Рис. 2. Годовой ход облачности на различных широтах по разным данным

Обсуждение результатов и выводы

Согласно полученным результатам, глобальное среднегодовое значение облачности по данным наблюдений составляет $0,66 \pm 0,02$, исключением является облачность по данным UW HIRS (около 0,75). Максимум облачности отмечается в области ВЗК (восходящая ветвь ячейки Хэдли) (0,65 – 0,8), а также в зоне восходящих ветвей полярной ячейки и ячейки Ферреля – в средних широтах ЮП (0,85-0,95) и СП (0,6-0,8). Минимальные значения облачности отмечаются в районах нисходящих ветвей меридиональных ячеек общей циркуляции, в частности, в субтропической области повышенного давления, где над океанами проявляются антициклонические центры действия. Количество облаков здесь падает до 0,45-0,6 в ЮП и 0,4-0,55 в СП. В области нисходящих ветвей полярных ячеек минимум облачности по всем данным отмечен только в летнее время в ЮП, где количество облаков снижается до 0,3-0,55. Зимой (в условиях полярной ночи), а в СП и летом, отмечается большая рассогласованность данных, при этом разница может достигать 0,8 (0,9 по данным UW HIRS и 0,1 по данным Patmos-X).

Количество облаков по данным Patmos-X, в целом согласуясь с остальными данными наблюдений в низких и средних широтах, заметно ниже в высоких, над снежной поверхностью [13]. Количество облаков по данным UW HIRS практически во всех широтах (за исключением средних широт ЮП) на 10-15% больше, чем количество облаков по другим данным наблюдений. Следует отметить, что данные UW HIRS основаны только на ИК каналах, в то же время часть из них, в отличие от остальных спутниковых данных находится в полосе поглощения CO_2 , что позволяет диагностировать полупрозрачные перистые облака [15]. В то же время пространственное разрешение этих данных существенно хуже других (табл. 2), что может внести погрешность при определении малых по размеру облаков. Данные ISCCP D2, в отличие от остальных спутниковых данных, имеют наилучшее временное разрешение (3 часа) (табл. 2), что позволяет учесть суточный ход облачности (в частности, учесть утренний максимум в слоистообразной облачности и вечерний в кучевой) [27]. Однако при этом используется только 2 канала (видимый и ИК), в связи с чем возможны неточности в определении облаков верхнего яруса. В частности, в высоких широтах СП в летнее время облачность по данным ISCCP D2 уменьшается к полюсу, в то время как по другим данным наблюдений она увеличивается (до 0,7-0,9). Облачность по данным MODIS в целом хорошо согласуется с данными ISCCP D2 и с наземными наблюдениями (EECRA). Различия между данными Aqua и Terra связаны главным образом с разницей в определении границы снежного покрова [35], а также с различием в траектории спутников (со сдвигом на 3 часа) [36].

Данные реанализов в целом адекватно воспроизводят зональное распределение облачности, с максимумами в средних широтах и на экваторе, и с минимумами в субтропиках. Однако, если глобальная облачность по данным ERA-40 близка к данным наблюдений (0,64), то облачность по данным NCEP/NCAR и NCEP/DOE существенно ниже наблюдаемой (0,52 и 0,55 соответственно).

Работа выполнена в рамках проектов по программам РАН, РФФИ, Минобрнауки и при поддержке гранта Президента РФ.

Литература

1. Марчук Г.И., Кондратьев К.Я., Козодеров В.В., Хворостьянов В.И. Облака и климат. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 512 с.
2. Матвеев Ю.Л., Матвеев Л.Т., Солдатенко С.А. Глобальное поле облачности. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 278 с.
3. Solomon S., Qin D., Manning M. et al. (eds.) Climate Change 2007: The Physical Science Basis // Cambridge/New York: Cambridge University Press. 2007. 996 pp.
4. Ramanathan V., Cess R.D., Harrison E.F., et al. Cloud-radiative forcing and climate: Results from the Earth Radiation Budget Experiment // Science. 1989. No.243. P.57–63.

5. *Mokhov I.I., Schlesinger M.E.* Analysis of global cloudiness. 1. Comparison of Meteor, Nimbus 7, and International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP) Satellite Data // *J. Geophys. Res.* 1993. V. 98. No.D7. P.12849-12868.
6. *Rossow W.B., Walker A.W., Garder L.C.* Comparison of ISCCP and Other Cloud Amounts // *J. Climate.* 1993. V.6. P.2394–2418.
7. *Mokhov I.I., Schlesinger M.E.* Analysis of global cloudiness. 2. Comparison of ground-based and satellite-based cloud climatologies // *J. Geophys. Res.* 1994. No.99. No. D8. P.17045-17065.
8. *Jin Y., Rossow W.B., Wylie D.P.* Comparison of the Climatologies of High-Level Clouds from HIRS and ISCCP // *J. Climate.* 1996. V.9. P.2850–2879.
9. *Weare B.C.* Comparison of NCEP–NCAR Cloud Radiative Forcing Reanalyses with Observations // *J. Climate.* 1997. V.10. P.2200–2209.
10. *Jakob C.* Cloud Cover in the ECMWF Reanalysis // *J. Climate.* 1999. No. 12. P.947–959.
11. *Sun B.* Cloudiness over the contiguous United States: Contemporary changes observed using ground-based and ISCCP D2 data // *Geophys. Res. Lett.* 2003. No.30(2). P.1053, doi:10.1029/2002GL015887.
12. *Meerkötter R., König C., Bissolli P., Gesell G., and Mannstein H.* A 14-year European Cloud Climatology from NOAA/AVHRR data in comparison to surface observations // *Geophys. Res. Lett.* 2004. No.31, P.L15103, doi:10.1029/2004GL020098.
13. *Thomas S.M., Heidinger A.K., and Pavolonis M.J.* Comparison of NOAA's Operational AVHRR-Derived Cloud Amount to Other Satellite-Derived Cloud Climatologies. // *J. Climate.* 2004. V.17, P.4805–4822.
14. *Norris J.R.* Multidecadal changes in near-global cloud cover and estimated cloud cover radiative forcing // *J. Geophys. Res.* 2005. No.110. P.D08206, doi:10.1029/2004JD005600.
15. *Wylie D., Jackson D.L., Menzel W.P., and Bates J.J.* Trends in Global Cloud Cover in Two Decades of HIRS Observations // *J. Climate.* 2005. V.18. P.3021–3031.
16. *Bedacht E., Gulev S.K. and Mackea A.* Intercomparison of global cloud cover fields over oceans from the VOS observations and NCEP/NCAR reanalysis // *Int. J. Climatol.* 2007. No. 27. P.1707–1719.
17. *Мамзеев Ю.Л., Тумов В.И.* Данные о структуре и изменчивости климата. Глобальное поле облачности // Обнинск: ВНИИГМИ – МЦД. 1985. 100 с.
18. *Stowe, L., Wellemeyer C., Eck T., H. et al.* Nimbus-7 Global Cloud Climatology. part I: Algorithms and Validation // *J. Climate.* 1988, V.1. P.445–470.
19. *Hahn C.J. and Warren S.G.* Extended edited cloud reports from ships and land stations over the globe, 1952–1996. Tech. Rep. NDP-026C // Oak Ridge: CDIAC, 1999, 79 pp.
20. *Берлянд Т.Г., Строчкина Л.А.* Глобальное распределение общего количества облаков. Л.: Гидрометеиздат. 1980. 71 с.
21. *Rossow W.B. and Duenas E.* The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP) web site: An online resource for research // *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 2004. V. 85. P.167–172.
22. *Jacobowitz H., Stowe L.L., Ohring G., Heidinger A., Knapp K., and Nalli N.R.* The Advanced Very High Resolution Radiometer Pathfinder Atmosphere (PATMOS) Climate Dataset: A Resource for Climate Research // *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 2003. V. 84. P.785–793.
23. *Barnes W.L., Pagano T.S., Salomonson V.V.* Prelaunch characteristics of the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on EOS-AM1 // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing.* 1998. V.36(4). P.1088-1100
24. *Uppala S.M., Kållberg P.W., Simmons A.J. et al.* The ERA-40 re-analysis // *Quart. J. R. Meteorol. Soc.* 2005. V.131, P.2961-3012, doi:10.1256/qj.04.176
25. *Kistler R., Kalnay E., Collins W. et al.* The NCEP-NCAR 50-Year reanalysis: Monthly Means CD-ROM and Documentation // *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 2001. V.82(2). P.247–267.
26. *Kanamitsu M., Ebisuzaki W., Woollen J., Yang S-K., Hnilo J.J., Fiorion M., Potter J.* NCEP-DOE AMIP-II Reanalysis (R-2) // *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 2002. V.83. P.1631–1643.

27. Rossow W. B. and Schiffer R.A. Advances in understanding clouds from ISCCP // Bull. Amer. Meteor. Soc. 1999.V. 80. P.2261–2287.
28. Wylie D.P. and Menzel W.P. Eight Years of High Cloud Statistics Using HIRS. // J. Climate. 1999. V.12. P.170–184.
29. Cracknell A.P. The Advanced Very High Resolution Radiometer // London: Taylor and Francis, 1987. 534 pp.
30. Avery T. E. and Berlin G. L. Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation. // New York: Macmillan, 1992, 472 pp.
31. Hahn C.J. and Warren S.G. A gridded climatology of clouds over land (1971-96) from surface observations worldwide. Tech. Rep. NDP-026E // Oak Ridge: CDIAC, 2007, 71 pp.
32. Hahn C.J. and Warren S.G. Cloud climatology for land stations worldwide, 1971–1996. Tech. Rep. NDP-026D // Oak Ridge: CDIAC, 2003, 35 pp.
33. Warren S.G., Eastman R.M. and Hahn C.J. A Survey of Changes in Cloud Cover and Cloud Types over Land from Surface Observations, 1971–96 // J. Climate. 2007. V.20. P. 717–738.
34. Worley S.J., Woodruff S.D., Reynolds R.W., Lubker S.J., Lott N. ICOADS release 2.1 data and products // International Journal of Climatology. 2005. No. 25(7). P.823–842.
35. Wang L., Qu J.J., Xiong X. et al. A New Approach For Snow Coverage Monitoring Using Simulated Aqua MODIS Band 6 // AGU Fall Meeting Abstracts. 2005. P. A1062
36. Ackerman, S.A., Holz R.E., Frey R. et al. Cloud Detection with MODIS. Part II: Validation. // J. Atmos. Oceanic Technol. 2008 V. 25. P.1073–1086.

Comparison of global cloud climatologies

A.V. Chernokulsky, I.I. Mokhov

*A.M. Obukhov Institute of atmospheric physics, RAS
Moscow, Pyzhevsky 3, 119017
E-mail: chern_av@ifaran.ru*

Different data for cloud climatologies based on satellite and surface observations and also on reanalysis data are analyzed. Global cloudiness is about 2/3 from ISCCP (The International Satellite Cloud Climatology Project), MODIS (The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), Patmos-X (AVHRR Pathfinder Atmosphere – Extended) satellite data and from surface observations EECRA (Extended Edited Synoptic Cloud Reports Archive). According to the UW HIRS (University of Wisconsin High-resolution Infrared Radiation Sounder) satellite data global cloudiness is about 3/4. Large distinctions between different data are noted in high latitudes, especially in winter. Global cloudiness from ECMWF reanalysis (ERA-40) data is close to 2/3 (as well as cloudiness from observations data) while according to both versions of NCEP (National Centers for Environmental Prediction) reanalysis data it is about 1/2.

Keywords: cloud climatology, satellite data, surface observations, reanalysis data.