

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЛАЧНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ ШИРОТНЫХ ЗОНАХ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

**М.А. Алимпиева, С.В. Морозова, Н.В. Короткова**

Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия  
alimpiewa@rambler.ru

## COMPARATIVE ANALYSIS OF CLOUDINESS IN DIFFERENT ZONES OF THE NORTHERN HEMISPHERE ACCORDING TO SATELLITE DATA

**M.A. Alimpieva, S.V. Morozova, N.V. Korotkova**

Saratov State University, Saratov, Russia  
alimpiewa@rambler.ru

**Аннотация.** В статье приведены результаты климатического обобщения спутниковой информации по облачности. Данные выбирались с сайта NASA. Временной интервал исследования охватывает 2000–2009 гг. Рассматривается временное изменение облачности в разных широтных зонах в январе и июле. Выявлены широты с положительным и отрицательным трендами изменения облачности в эти месяцы. Представлены средние многолетние карты распределения облачности в январе и июле. Определены географические районы преобладания июльской облачности над январской и наоборот.

**Ключевые слова:** спутниковый мониторинг, глобальное поле облачности, распределение облачности.

**Abstract.** This paper presents the results of climate generalization of satellite information about cloudiness. The data was taken from the NASA website. The time interval of the study is 2000–2009. The temporal change in cloudiness in different latitudinal zones in January and July was considered. Latitudes with positive and negative trends of cloudiness changes in these months are revealed. Average long-term maps of cloudiness distribution in January and July are presented. The geographic regions of the predominance of July cloudiness over January cloudiness, and vice versa, are determined.

**Keywords:** satellite monitoring, global cloudiness field, cloudiness.

Облачный покров принадлежит к числу основных факторов формирования климата. Этот фактор является довольно сложным и изменчивым регулятором радиационного режима Земли. Отметим, что, несмотря на большое количество публикаций по исследованию связи облачности и термического режима (например, [Завьялова, Морозова, 2020; Завьялова и др., 2018, 2020; Морозова, 2017; Морозова и др., 2021a, б; Morozova et al., 2020]), роль облачности в настоящих климатических изменениях в должной степени не определена. Сложность изучения облачного покрова планеты связана с определенными трудностями. Во-первых, визуальные наблюдения за облаками недостаточно репрезентативны. Наблюдатель видит ограниченное пространство, кроме того, наблюдения почти всегда ограничиваются светлым временем суток. Во-вторых, наблюдения за облаками являются фрагментарными с точки зрения глобального охвата. В-третьих, наблюдатель оценивает только количество и форму облаков и не определяет некоторые важные характеристики, например мощность. Авторы настоящей публикации считают, что наиболее достоверные оценки облачности можно получить, используя спутниковую информацию.

В настоящем исследовании поставлена задача оценить некоторые климатические закономерности распределения облачности над Северным полушарием.

Исходным материалом послужили сведения об облаках, размещенные на сайте NASA [[https://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?dl=MODAL2\\_M\\_CLD\\_FR](https://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?dl=MODAL2_M_CLD_FR)]. Отметим, что по спутниковым данным определяется так называемая облачная фракция. Она измеряется датчиками, обычно спектрорадиометрами умеренного разрешения MODIS, устанавливаемыми на спутниках Terra и Aqua, входящих в систему наблюдения за Землей EOS NASA. Спектрорадиометр MODIS собирает информацию в пикселях, причем каждый пиксель занимает один квадратный километр. Измерения инструментом MODIS проводятся дважды в сутки, ширина полосы обзора составляет 2330 км, для определения облачности используется 14 из 36 спектральных каналов MODIS. Укажем, что в статье под термином «облачность» понимается облачная фракция.

Выбранным промежутком исследования взят временной интервал 2000–2009 гг., для анализа выбраны два месяца – январь и июль. Средние месячные значения облачности для января и июля даны в табл. 1 и 2 соответственно.

Видно, что в январе наибольшие значения облачности отмечаются в районе широты 50° N. Самая малооблачная зона — широта 20° N. Можно заметить интересную особенность: наиболее сильные изменения облачности от года к году наблюдаются в районе 80-х и 40-х широт. Также следует отметить, что на исследуемом временном промежутке в широтной полосе 70°–80° N облачность возрастает. Коэффициенты наклона линейных трендов  $\alpha=0.009$  для 70° N и  $\alpha=0.017$  для 80° N.

Для июля (см. табл. 2) самой пасмурной оказывается широтная зона 50°–80° N. Вариации облачности в рассматриваемых широтных зонах гораздо меньше, чем зимой. Наибольшие вариации облачного покрова отмечаются в районе 70-х широт. Четко выявленных тенденций временного увеличения облачности для отдельных широт не выявлено, однако в районе 80-х широт наблюдается снижение облаков от года к году ( $\alpha=-0.012$ ).

Таблица 1

Средние месячные значения облачности для января (в долях единицы)

Широта	Годы									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	среднее
79.5	0.47	0.47	0.56	0.48	0.61	0.59	0.58	0.59	0.60	0.55
69.5	0.66	0.62	0.63	0.60	0.67	0.66	0.71	0.72	0.66	0.66
59.5	0.79	0.79	0.80	0.79	0.80	0.79	0.82	0.80	0.77	0.79
49.5	0.83	0.87	0.81	0.82	0.83	0.83	0.83	0.82	0.82	0.83
39.5	0.81	0.77	0.81	0.79	0.77	0.81	0.73	0.78	0.80	0.78
29.5	0.58	0.59	0.56	0.64	0.62	0.62	0.61	0.65	0.59	0.61
19.5	0.44	0.46	0.51	0.46	0.46	0.48	0.52	0.49	0.52	0.48
9.5	0.54	0.57	0.54	0.54	0.58	0.59	0.61	0.59	0.55	0.57
0.5	0.63	0.73	0.72	0.72	0.68	0.68	0.74	0.71	0.67	0.70

Таблица 2

Средние месячные значения облачности для июля (в долях единицы)

Широта	Годы									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	среднее
79.95	0.76	0.74	0.70	0.74	0.71	0.70	0.68	0.67	0.62	0.71
69.95	0.65	0.74	0.71	0.70	0.71	0.73	0.68	0.71	0.69	0.70
59.95	0.73	0.74	0.68	0.72	0.76	0.71	0.78	0.72	0.70	0.73
49.95	0.72	0.69	0.74	0.73	0.70	0.69	0.70	0.73	0.74	0.72
39.95	0.53	0.56	0.54	0.53	0.52	0.55	0.54	0.52	0.56	0.54
29.95	0.50	0.52	0.50	0.49	0.53	0.51	0.53	0.52	0.49	0.51
19.95	0.60	0.63	0.59	0.57	0.63	0.60	0.58	0.62	0.59	0.60
9.95	0.74	0.78	0.79	0.75	0.76	0.79	0.75	0.74	0.79	0.76
0.05	0.62	0.58	0.65	–	0.67	0.63	0.62	0.64	0.64	0.63

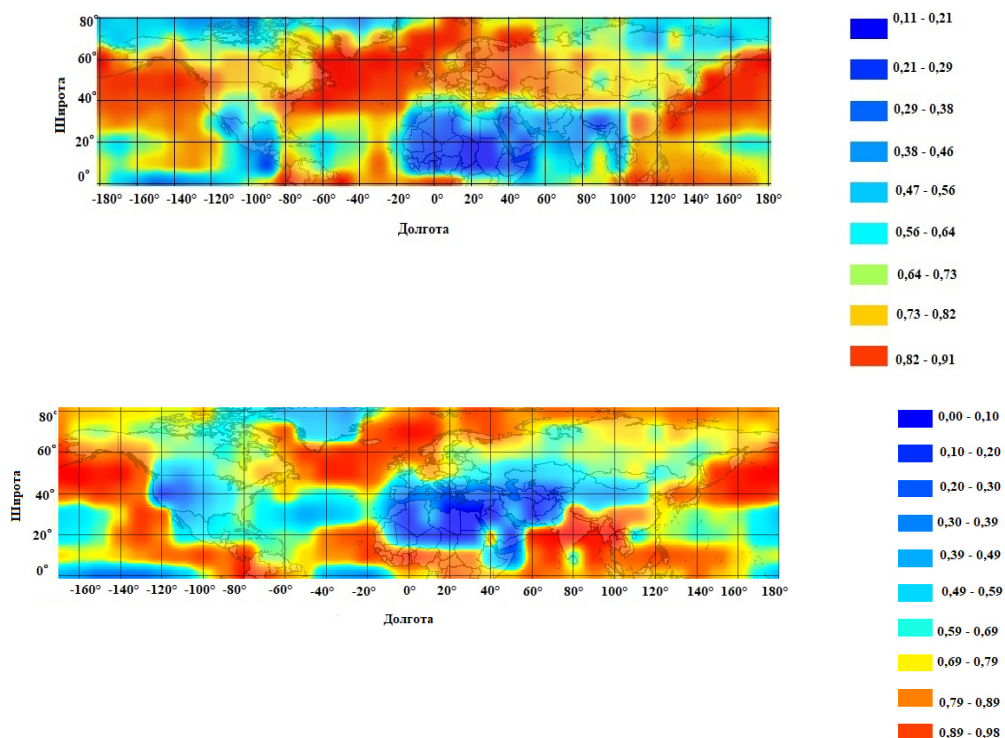


Рис. 1. Распределение облачности в январе (вверху) и июле. Цветовые градации указывают на диапазоны значений облачности в долях единиц

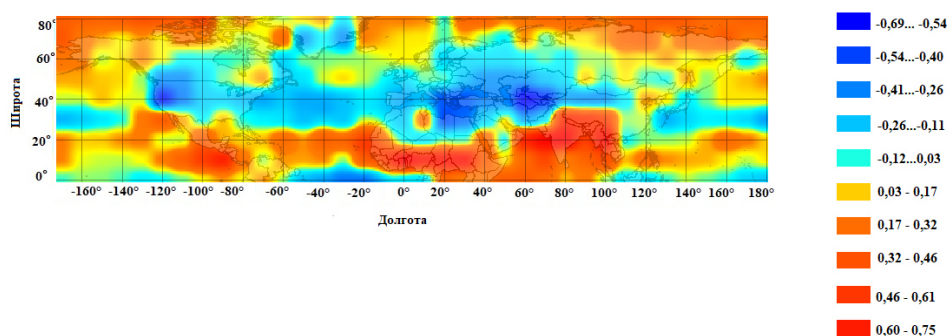


Рис. 2. Разница в значениях облачности. Цветовые градации указывают на диапазоны значений облачности в долях единиц

Выявленная широтно-временная изменчивость облачного покрова, безусловно, связана с циркуляционными процессами. В малооблачных районах преобладают барические поля повышенного давления, в наиболее пасмурных — циклонические вихри. Временная изменчивость облачного покрова может указывать на большую временную изменчивость полей давления и на частую и быструю смену синоптических процессов в районе конкретной широты.

Интересно выявить широты с преобладанием зимней или летней облачности. Самое сильное преобладание летней (июль) облачности над зимней (январь) отмечается в районе широты 10° N, что связано с сезонным смещением внутритропической зоны конвергенции (ВЗК). Наибольшее преобладание зимней облачности над летней наблюдается в районе 40-х широт, что объясняется изменением положения полярного фронта.

Представленные выше широтные данные об облачном покрове дают слишком обобщенное представление, которое не учитывает распределение облачности на разных долготах. На рис. 1 показано среднее многолетнее распределение облачности в январе и июле. Карты построены с разрешением 10°×10° в программе MAPINFO. При построении применялась интерполяция методом естественного соседа.

На картах хорошо видны районы с различными значениями облачности. Можно отметить, что от зимы к лету сильно уменьшается облачность над Северной Атлантикой и над Тихим океаном. Нагляднее разницу облачных полей можно увидеть на рис. 2, где показана разница между облачностью в июле и январе. Наибольшая разница в значениях облачности отмечается в широтных зонах 0°–20° N и в районе широты 40°. Причем в широтной зоне 0°–20° N июльская облачность преобладает над январской, а в районе широты 40° облачность в январе намного больше, чем в июле. Выявленная разница также объясняется динамикой циркуляционных структур.

В дальнейшем авторы планируют сопоставить полученные результаты с данными о количестве облаков в другие десятилетия, а также провести сравнение спутниковых данных с материалами наземных наблюдений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Завьялова Е.В., Морозова С.В. Исследование годового хода температуры и общей облачности по м/с Пермь и Оренбург. *Цифровая география*. Пермь, 2020. С. 370–373.

Завьялова Е.В., Морозова С.В., Молчанова Н.П. Облачно-радиационные процессы и климатическая изменчивость. *Геоэкология и природопользование: актуальные вопросы науки, практики и образования*. 2018. С. 129–133.

Завьялова Е.В., Морозова С.В., Кононова Н.К. и др. Сравнительная характеристика годового хода температуры и общей облачности. *Проблемы географии Урала и сопредельных территорий*. Челябинск, 2020. С. 10–15.

Морозова С.В. О возможной роли облачности в настоящих климатических изменениях. *Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова*. 2017. № 586. С. 251–260.

Морозова С.В., Завьялова Е.В., Алимпиева М.А. Сравнение режима облачности в аридных регионах по данным метеостанций Воронеж, Саратов и Оренбург. *Комплексные проблемы техносферной безопасности*. Воронеж, 2021а. С. 104–109.

Морозова С.В., Полянская Е.А., Кононова Н.К. Сравнительный анализ режима облачности в Нижнем Поволжье и Южном Предуралье на фоне меняющегося климата. *Материалы девятого международного симпозиума «Стены Северной Евразии»*. Оренбург, 2021б. С. 580–584.

Morozova S.V., Polyanskaya E.A., Kononova N.K., et al. On the role cloudiness in climatic changes. *Environmental transformation and sustainable development in the Asian Region*. Irkutsk. 2020. С. 110.

URL: [https://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=MODAL2\\_M\\_CLD\\_FR](https://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=MODAL2_M_CLD_FR) (дата обращения 20 апреля 2022 г.).