

Климатический режим нижней облачности над территорией Сибири и его современные изменения. Часть 2. Изменения режима нижней облачности

В.С. Комаров, С.Н. Ильин, А.В. Лавриненко,
Н.Я. Ломакина, Е.В. Горев, Д.П. Нахтигалова*

*Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН
634021, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1*

Поступила в редакцию 5.03.2013 г.

Представлены результаты анализа климатических изменений количества нижней облачности над территорией Сибири за последние 47 лет (1966–2012 гг.), проведенного по данным наземных метеорологических наблюдений 25 станций при годовом и сезонном осреднении. Установлено, что для рассматриваемого периода характерны заметные долговременные колебания нижней облачности (относительно нормы за 1966–1975 или 1976–2005 гг.): если в конце XX и в начале XXI в. (с 1976 по 2005 г.), когда над территорией Северного полушария наблюдалось глобальное потепление, ее количество повсеместно увеличивалось, то в период начавшегося похолодания (2006–2012 гг.) над Западной Сибирью имело место существенное уменьшение количества облаков нижнего яруса, а над Восточной Сибирью – заметное ослабление его роста.

Ключевые слова: облака нижнего яруса, их количество, долгопериодные изменения, Сибирский регион; low-level clouds, amount of low clouds, long-period changes, Siberian region.

Введение

В первой части настоящей статьи [1] рассмотрены особенности многолетнего режима нижней облачности (*Sc*, *St*, *Ns*, *Cu*, *Cb*) над территорией Сибири. Однако режим нижней, как и общей, облачности за рассматриваемый в [1] период 1966–2012 гг. не оставался постоянным и заметно менялся во времени, причем как в глобальном, так и в региональном масштабах. Так, согласно [2], на фоне общего глобального понижения количества общей облачности, наблюдаемого в период 1948–2007 гг., во внетропических широтах Северного полушария в 60–70-е гг. отмечалось его увеличение, наиболее ярко проявляющееся в приполярной зоне. В дальнейшем (вплоть до начала 90-х гг.) оно вновь сменилось на слабое уменьшение общей облачности.

Почти к таким же выводам пришли и авторы [3–5], которые показали, что во второй половине XX в. в умеренных широтах Северного полушария имели место слабое уменьшение или незначительный тренд изменения количества общей облачности.

Однако по данным других источников (например, [6–10]) изменение количества общей облачности во второй половине XX в. над умеренными широтами Северного полушария, в том числе над

территорией России в целом и ее отдельными регионами, имеет определенную тенденцию к его увеличению, особенно до 1990 г.

Заметные изменения во временном ходе за тот же период характерны и для количества нижней облачности, особенно на региональном уровне. К сожалению, как и в случае с общей облачностью, до сих пор еще нет единого мнения о реальной тенденции современного изменения количества нижней облачности. Так, согласно [9, 11, 12] над всей территорией России во второй половине XX в. преобладало уменьшение количества нижней облачности. В то же время, по данным других публикаций (например, [10, 13]), в тот же период и даже до 2004 г. отмечается определенная тенденция к увеличению количества нижней облачности.

Из вышесказанного следует, что до настоящего времени остаются еще неопределенными тенденции современного изменения режима общей и нижней облачности, особенно в период глобального потепления, начавшегося с 1976 г. [14], а также в самые последние годы (2004–2010) [2, 15], когда проявилась явная тенденция к похолоданию климата, отмечаемого как над всей территорией Северного полушария, так и над его отдельными регионами, в том числе и над азиатской частью России. Учитывая это, авторами настоящей статьи сделана попытка провести на примере Сибирского региона детальный анализ межгодовых изменений количества нижней облачности за последние 47 лет (с 1966 по 2012 г. включительно), о результатах которого и пойдет речь ниже.

* Валерий Сергеевич Комаров (gfm@iao.ru); Сергей Николаевич Ильин; Андрей Викторович Лавриненко (gfm@iao.ru); Наталья Яковлевна Ломакина (lnya@iao.ru); Евгений Владимирович Горев; Дарья Петровна Нахтигалова.

1. Исходные данные и методика их обработки

Как и в случае с анализом режима нижней облачности (см. [1]), основными исходными данными, использованными для оценки ее климатических изменений, послужили многолетние (1966–2012 гг.) восьмисрочные синоптические наблюдения за состоянием облачного покрова (с высотой нижней границы ниже 2 км), полученные для 25 метеорологических станций Сибири и заимствованные из Архива NOAA (<http://www.ncdc.noaa.gov/>).

При этом для изучения особенностей долговременных изменений количества нижней облачности над территорией Сибири была применена, как и в [11], процедура статистического сравнения его средних значений \bar{N}_H (баллы), рассчитанных в среднем за сутки для четырех сезонов (зимы, весны, лета и осени) и для года в целом по данным трех последовательных периодов: 1966–1975, 1976–2005 и 2006–2012 гг. Следует подчеркнуть, что период 1966–1975 гг. характеризуется незначительным изменением температуры, период 1976–2005 гг. в полной мере соответствует периоду глобального потепления, а 2006–2012 гг. отличаются явной тенденцией к похолоданию климата на всей территории Северного полушария [2, 15]. Кроме того, для выявления существующих тенденций долговременных изменений количества нижней облачности над территорией Сибирского региона были использованы также его среднегодовые и среднесезонные разности $\Delta\bar{N}_H$ (баллы), рассчитываемые между данными двух временных интервалов (1976–2005 или 2006–2012 гг.) и нормой, определенной за период 1966–1975 гг., либо одного интервала (2006–2012 гг.) и нормой,

полученной за период 1976–2005 гг. В последнем случае оценивается тенденция изменения количества нижней облачности от периода глобального потепления климата к периоду его заметного похолодания.

2. Современные изменения среднегодового количества нижней облачности

Как показывает анализ литературы по затрагиваемой проблеме, в большинстве существующих исследований оценка современных изменений количества общей и нижней облачности рассматривалась при годовом обобщении данных наблюдений за облачным покровом. Поэтому и мы для сравнения рассмотрим вначале изменения среднегодового количества нижней облачности, наблюдаемого с 1966 по 2012 г. на территории Сибири. С этой целью воспользуемся табл. 1, содержащей для 25 метеорологических станций Сибири значения среднегодового количества нижней облачности \bar{N}_H (баллы), рассчитанные для трех периодов: 1966–1975 гг. (для него характерны незначительные межгодовые изменения среднегодовой температуры [2]), 1976–2005 гг. (периода, когда наблюдалось глобальное потепление [2, 14]) и 2006–2012 гг. (периода, отличающегося тенденцией к похолоданию климата на всей территории Северного полушария [15]). Кроме того, в табл. 1 приведены разности $\Delta\bar{N}_H$ между среднегодовым количеством нижней облачности, полученным по данным за 1976–2005 или 2006–2012 гг., и средним баллом (нормой), оцененным за 1966–1975 или 1976–2005 гг., которые позволяют выявить тенденции изменения этой облачной характеристики во времени.

Таблица 1

Среднегодовое количество нижней облачности \bar{N}_H (баллы), рассчитанное за 1966–1975 гг. (1), 1976–2005 гг. (2) и 2006–2012 гг. (3) и разности $\Delta\bar{N}_H$ между ними, определенные относительно нормы за 1966–1975 гг. или 1976–2005 гг.

Станция	\bar{N}_H			$\Delta\bar{N}_H$		
	1	2	3	Δ_{2-1}	Δ_{3-1}	Δ_{3-2}
Западная Сибирь						
<i>Полярные широты (70–75° с.ш.)</i>						
Диксон	5,4	5,4	5,5	0,0	0,1	0,1
<i>Субполярные широты (60–70° с.ш.)</i>						
Салехард	4,2	4,3	4,2	0,1	0,0	–0,1
Туруханск	4,6	4,9	4,5	0,3	–0,1	–0,4
Александровское	4,4	4,7	4,3	0,3	–0,1	–0,4
Бор	4,4	5,0	4,4	0,6	0,0	–0,6
<i>Умеренные широты (50–60° с.ш.)</i>						
Екатеринбург	4,4	4,6	4,1	0,2	–0,3	–0,5
Тобольск	4,2	4,4	4,1	0,2	–0,1	–0,3
Омск	3,8	4,1	3,6	0,3	–0,2	–0,5
Новосибирск	4,2	4,3	3,9	0,2	–0,3	–0,4
Енисейск	4,0	4,2	3,8	0,2	–0,2	–0,4

Станция	\bar{N}_H			$\Delta\bar{N}_H$		
	1	2	3	Δ_{2-1}	Δ_{3-1}	Δ_{3-2}
Восточная Сибирь						
<i>Полярные широты (70–75° с.ш.)</i>						
Хатанга	4,7	4,7	4,4	0,0	–0,3	–0,3
Тикси	4,7	5,0	5,1	0,3	0,4	0,1
<i>Субполярные широты (60–70° с.ш.)</i>						
Тура	4,0	4,4	4,6	0,4	0,6	0,2
Оленек	3,1	3,2	3,4	0,1	0,3	0,2
Жиганск	3,4	3,5	3,5	0,1	0,1	0,0
Якутск	2,8	2,8	2,9	0,0	0,1	0,1
Олекминск	2,8	2,9	3,2	0,1	0,4	0,3
Верхоянск	4,3	4,5	4,6	0,2	0,3	0,1
Вилуйск	3,0	3,2	3,3	0,2	0,3	0,1
Ванавара	3,4	3,6	3,5	0,2	0,3	–0,1
<i>Умеренные широты (50–60° с.ш.)</i>						
Киренск	3,5	3,7	3,8	0,2	0,3	0,1
Чара	3,0	3,1	3,2	0,1	0,2	0,1
Нижнеудинск	3,5	3,9	4,1	0,4	0,6	0,2
Багдарин	2,9	3,0	3,2	0,1	0,3	0,2
Чита	2,4	2,5	3,0	0,1	0,6	0,5

Анализ табл. 1 показывает, что характер меж-периодных изменений среднегодового количества нижней облачности в значительной степени зависит не только от сравниваемых периодов, но и от географического положения рассматриваемого района Сибири.

В частности, из сравнения среднегодового количества нижней облачности, рассчитанного по данным 1976–2005 гг., с нормой за 1966–1975 гг. хорошо видно, что на всей территории Сибири разности $\Delta\bar{N}_H$ между ними имеют положительный знак. А это свидетельствует о том, что в 1976–2005 гг. повсеместно количество нижней облачности было заметно большим (выше на 0,1–0,4 балла), чем в период 1966–1975 гг. Подобный вывод хорошо согласуется с результатами [10, 13], полученными либо по данным единичной станции, либо на основе ограниченного ряда синоптических наблюдений за нижней облачностью.

Однако при сравнении среднегодового количества нижней облачности, рассчитанного по данным 2006–2012 гг., с той же нормой за 1966–1975 гг. выявляется иная картина. Так, если над территорией Восточной Сибири разности $\Delta\bar{N}_H$ между этими периодами по-прежнему положительные, т.е. сохраняется тенденция к возрастанию среднегодового количества нижней облачности (до 0,3–0,6 баллов), то над Западной Сибирью, исключая районы, расположенные к северу от полярного круга (66°33' с.ш.), преобладает его заметное уменьшение (на 0,1–0,3 балла). Аналогичное уменьшение, но при больших $\Delta\bar{N}_H$ (до 0,5–0,6 баллов), характерно и для случая, когда рассматриваются разности между среднегодовым количеством нижней облачности, полученным по данным 2006–2012 гг., и нормой за 1976–2005 гг.

Из сказанного выше следует, что увеличение среднегодового количества нижней облачности

в 1976–2005 гг. (по сравнению с периодом 1966–1975 гг.), отмечаемое над всей территорией Сибирского региона, совпадает с периодом глобального потепления, а в последние 7 лет (с 2006 по 2012 г.), когда наметилась тенденция к похолоданию климата, такое увеличение наблюдается только над территорией Восточной Сибири (над Западной ее частью имеет место уменьшение количества облаков нижнего яруса).

3. Климатические изменения среднесезонного количества нижней облачности

Наряду с анализом долгопериодных колебаний среднегодового количества нижней облачности представляет большой интерес изучить также и современные климатические изменения его среднесезонных значений. Воспользуемся данными табл. 2 и 3, в которых приведены для региона Сибири отклонения среднесезонного количества нижней облачности $\Delta\bar{N}_H$, рассчитанного по данным 1976–2005 и 2006–2012 гг., от нормы за период 1966–1975 гг., а также по данным только 2006–2012 гг., но уже от нормы за 1976–2005 гг. Из анализа этих таблиц следует, что во все сезоны отклонения среднесезонных значений количества нижней облачности, определенных по данным 1976–2005 гг., от нормы за 1966–1975 гг. имеют повсеместно положительный знак, т.е. количество нижней облачности возрастает от периода 1966–1975 к периоду 1976–2005 гг., когда отмечалось глобальное потепление.

Если же сравнить с той же нормой среднесезонные значения количества нижней облачности, рассчитанные по данным 2006–2012 гг., то подобное увеличение N_H (на 0,1–0,7 балла) сохраняется лишь над территорией Восточной Сибири. В то же

Таблица 2

Норма среднесезонного количества нижней облачности \bar{N}_H (баллы)
за период 1966–1975 гг. и отклонения от нее среднего количества облаков,
определенные по данным 1976–2005 гг. (Δ_1) и 2006–2012 гг. (Δ_2)

Станция	Зима			Весна			Лето			Осень		
	\bar{N}_H	Δ_1	Δ_2	\bar{N}_H	Δ_1	Δ_2	\bar{N}_H	Δ_1	Δ_2	\bar{N}_H	Δ_1	Δ_2
Западная Сибирь												
<i>Полярные широты (70–75° с.ш.)</i>												
Диксон	3,7	0,1	0,3	4,8	-0,1	0,0	7,0	-0,2	0,0	6,4	-0,1	-0,3
<i>Субполярные широты (60–70° с.ш.)</i>												
Салехард	2,9	0,2	0,1	3,6	0,2	0,0	4,5	0,1	0,0	5,6	0,1	-0,2
Туруханск	3,9	0,8	-0,1	4,2	0,1	-0,2	5,0	0,2	-0,3	5,5	0,1	-0,2
Александровское	3,4	0,8	-0,1	3,7	0,3	-0,1	5,2	0,1	-0,2	5,3	0,1	-0,1
Бор	3,4	0,7	-0,1	4,3	0,4	-0,2	5,2	0,2	-0,1	5,5	0,5	-0,3
<i>Умеренные широты (50–60° с.ш.)</i>												
Екатеринбург	4,3	0,6	-0,1	3,8	0,0	-0,1	4,1	0,4	0,3	5,4	0,3	0,2
Тобольск	3,6	0,9	-0,1	3,9	0,1	-0,1	4,3	0,1	-0,2	5,2	0,1	-0,1
Омск	3,4	0,9	-0,2	3,3	0,1	0,0	3,7	0,1	-0,2	4,7	0,2	-0,2
Новосибирск	4,0	0,2	-0,2	4,0	0,1	-0,4	3,5	0,1	-0,1	5,2	0,0	-0,3
Енисейск	3,6	0,2	-0,2	3,8	0,1	-0,3	3,6	0,1	-0,1	5,1	0,1	-0,5
Восточная Сибирь												
<i>Полярные широты (70–75° с.ш.)</i>												
Хатанга	4,3	0,1	-0,5	4,6	-0,5	-0,5	5,1	-0,6	-0,8	5,7	-0,4	-0,4
Тикси	3,8	0,5	0,3	3,9	0,3	0,4	5,2	0,1	0,4	5,9	0,3	0,6
<i>Субполярные широты (60–70° с.ш.)</i>												
Тура	2,4	0,1	0,5	3,6	0,5	0,6	5,2	0,3	0,5	4,8	0,6	0,7
Оленек	1,8	0,1	0,2	2,5	0,0	0,1	3,8	0,1	0,4	4,5	0,1	0,3
Жиганск	1,8	0,1	0,4	2,8	0,1	0,1	4,6	0,1	0,4	4,4	0,1	0,2
Якутск	1,6	0,2	0,4	2,6	0,1	0,1	3,2	0,1	0,4	3,9	0,1	0,3
Олекминск	2,20	0,1	0,4	2,5	0,1	0,3	3,0	0,2	0,5	3,4	0,2	0,3
Верхоянск	3,4	0,6	0,4	3,9	0,0	0,1	4,3	0,1	0,2	5,6	0,1	0,3
Вилуйск	1,7	0,2	0,4	2,5	0,2	0,3	3,6	0,4	0,5	4,1	0,3	0,6
Ванавара	2,1	0,2	0,3	3,1	0,3	0,2	3,9	0,1	-0,1	4,3	0,5	0,4
<i>Умеренные широты (50–60° с.ш.)</i>												
Киренск	2,9	0,0	-0,1	3,1	0,3	0,5	3,7	0,2	0,5	4,3	0,1	0,2
Чара	2,0	0,1	0,1	3,0	0,2	0,3	3,8	0,1	0,3	3,0	0,1	0,2
Нижнеудинск	2,3	0,7	0,8	3,4	0,3	0,6	4,3	0,3	0,4	4,1	0,4	0,5
Багдарин	1,5	0,3	0,5	2,9	0,1	0,3	4,0	0,2	0,2	2,8	0,1	0,4
Чита	1,4	0,2	0,7	2,4	0,1	0,7	3,3	0,1	0,6	2,4	0,1	0,5

Таблица 3

Норма среднесезонного количества нижней облачности \bar{N}_H (баллы)
за период 1976–2005 гг. и отклонение от нее среднего количества облаков,
определенное за 2006–2012 гг. (Δ)

Станция	Зима		Весна		Лето		Осень	
	\bar{N}_H	Δ	\bar{N}_H	Δ	\bar{N}_H	Δ	\bar{N}_H	Δ
Западная Сибирь								
<i>Полярные широты (70–75° с.ш.)</i>								
Диксон	3,8	0,2	4,7	0,1	6,8	0,2	6,3	-0,2
<i>Субполярные широты (60–70° с.ш.)</i>								
Салехард	3,2	0,0	3,8	-0,2	4,6	-0,1	5,7	-0,3
Туруханск	4,7	-0,9	4,3	-0,3	5,2	-0,5	5,6	-0,3
Александровское	4,2	-0,4	4,0	-0,4	5,3	-0,3	5,0	-0,3
Бор	4,1	-0,2	4,7	-0,2	5,4	-0,3	5,3	-0,3
<i>Умеренные широты (50–60° с.ш.)</i>								
Екатеринбург	4,9	-0,7	3,8	-0,1	4,5	-0,1	5,7	-0,1
Тобольск	4,5	-1,0	4,0	-0,2	4,4	-0,3	5,3	-0,2
Омск	4,3	-1,1	3,4	-0,1	3,8	-0,3	4,9	-0,4
Новосибирск	4,2	-0,4	4,1	-0,4	3,6	-0,2	5,2	-0,3
Енисейск	3,8	-0,4	3,9	-0,4	3,7	-0,2	5,2	-0,5

Станция	Зима		Весна		Лето		Осень	
	\bar{N}_H	Δ	\bar{N}_H	Δ	\bar{N}_H	Δ	\bar{N}_H	Δ
Восточная Сибирь								
<i>Полярные широты (70–75° с.ш.)</i>								
Хатанга	4,4	–0,6	4,1	0,0	4,5	–0,2	5,3	0,0
Тикси	4,3	–0,2	4,2	0,1	5,3	0,3	6,2	0,3
<i>Субполярные широты (60–70° с.ш.)</i>								
Тура	2,5	0,3	4,1	0,1	5,5	0,2	5,4	0,3
Оленек	1,9	0,1	2,5	0,1	3,9	0,3	4,6	0,2
Жиганск	1,9	0,3	2,9	0,0	4,7	0,3	4,5	0,1
Якутск	1,8	0,2	2,6	0,0	3,3	0,3	4,0	0,2
Олекминск	2,3	0,3	2,6	0,2	3,2	0,3	3,6	0,1
Верхоянск	4,2	0,1	3,9	0,1	4,4	0,1	5,7	0,2
Вилуйск	1,9	0,2	2,7	0,1	4,0	0,1	4,4	0,3
Ванавара	2,3	0,1	3,4	–0,1	4,0	–0,2	4,8	–0,1
<i>Умеренные широты (50–60° с.ш.)</i>								
Киренск	3,1	–0,3	3,4	0,2	3,9	0,3	4,4	0,1
Чара	1,9	0,2	3,2	0,1	3,9	0,2	3,1	0,1
Нижнеудинск	3,0	0,1	3,7	0,3	4,6	0,1	4,5	0,1
Багдарин	1,8	0,2	2,9	0,3	4,2	0,0	2,9	0,3
Чита	1,6	0,5	2,5	0,6	3,4	0,3	2,5	0,4

время над Западной Сибирью во все сезоны от периода 1966–1975 к периоду 2006–2012 гг. преобладает не увеличение, а заметное уменьшение (на 0,1–0,5 балла) среднесезонного количества нижней облачности. Эти различия между Западной и Восточной Сибирью сохраняются и в случае, когда среднесезонное количество нижней облачности, оцененное по данным 2006–2012 гг., сравнивается с нормой за 1976–2005 гг. В этом случае количество нижней облачности над Западной Сибирью заметно уменьшается, особенно зимой, когда оно составляет 0,4–1,1 балла, а над Восточной Сибирью по-прежнему возрастает, но уже с меньшей интенсивностью (на 1–3 балла), чем при использовании нормы за 1966–1975 гг.

Таким образом, существующий характер меж-периодных изменений среднесезонного количества нижней облачности на территории Сибирского региона полностью определяет аналогичные изменения его среднегодовых значений, а именно их повсеместное увеличение в конце XX в., когда наблюдались глобальное потепление и заметное уменьшение или менее интенсивный рост в последние годы (2006–2012 гг.), т.е. в период начавшегося похолодания.

1. Комаров В.С., Ильин С.Н., Лавриненко А.В., Ломакина Н.Я., Горев Е.В., Нахтигалова Д.П. Режим нижней облачности над территорией Сибири и его современные климатические изменения. Часть 1. Особенности режима нижней облачности // Оптика атмосф. и океана. 2013. Т. 26, № 7. С. 579–583.
2. Переведенцев Ю.П. Теория климата. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2009. 504 с.

3. Wylie D., Jackson D.L., Menzel W.P., Bates J.J. Trends in global cloud cover in two of HIRS observations // J. Climate. 2005. V. 18, N 15. P. 3021–3031.
4. Warren S.G., Eastman R.M., Hahn C.J. A survey of changes in cloud cover and cloud types over land from observations 1971–1996 // J. Climate. 2007. V. 20, N 4. P. 717–738.
5. Мохов И.И., Чернокульский А.В., Акперов М.Г., Дюфрен Ж.Л., Ле Трет Э. Изменение характеристик циклонической активности и облачности в атмосфере внетропических широт северного полушария по модельным расчетам в сопоставлении с данными реанализа и спутниковыми данными // Докл. РАН. 2009. Т. 424, № 3. С. 393–397.
6. Sun B.M., Groisman P.Ya. Cloudiness variations over the former Soviet Union // Int. J. Climatol. 2000. V. 20, N 10. P. 1097–1111.
7. Sun B.M., Groisman P.Ya., Mokhov I.I. Recent changes in cloud type frequency and inferred increases in convection over the United States and the former USSR // J. Climate. 2001. V. 14, N 8. P. 1864–1880.
8. Dai A., Karl T.R., Sun B., Trenberth K.E. Recent trends in cloudiness over the United States: A tale of monitoring inadequacies. // Bull. Amer. Meteorol. Soc. 2006. V. 87, N 15. P. 597–606.
9. Жеребцов Г.А., Коваленко В.А., Молодых С.И. Радиационный баланс атмосферы и климатические проявления солнечной переменной // Оптика атмосф. и океана. 2004. Т. 17, № 12. С. 1003–1017.
10. Журавлева Т.Б., Рассказчикова Т.М., Складнева Т.К., Смирнов С.В. Статистика облачности над г.Томском: данные наземных наблюдений 1993–2004 гг. // Оптика атмосф. и океана. 2006. Т. 19, № 10. С. 880–886.
11. Байкова И.М., Ефимова Н.А., Строчкина Л.А. Современное изменение облачного покрова над территорией России // Метеорол. и гидрол. 2002. № 9. С. 52–61.

12. Хлебникова Е.И., Саль И.А. Особенности климатических изменений облачного покрова над территорией России // Метеорол. и гидрол. 2009. № 7. С. 5–13.
13. Ефимова Н.А., Строкينا Л.А., Байкова И.М., Малкова И.М. Изменение температуры воздуха и облачности в 1967–1990 гг. на территории бывшего СССР // Метеорол. и гидрол. 1994. № 69. С. 66–69.
14. Шерстюков Б.Г. Изменения, изменчивость и колебания климата. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. 293 с.
15. Шерстюков Б.Г., Салугашвили Р.С. Новые тенденции в изменениях климата северного полушария Земли в последнее десятилетие // Труды ГУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2010. Вып. 175. С. 43–51.

V.S. Komarov, S.N. P'in, A.V. Lavrinenko, N.Ya. Lomakina, E.V. Gorev, D.P. Nakhtigalova.
Climate conditions of low clouds over the territory of Siberia and its modern change. Part 2. Changes of low clouds conditions.

The results of the analysis of climatic changes of the amount of low clouds over the territory of Siberia for the last 47 years (1966–2012) are presented according to the data of ground-based meteorological observations of 25 stations with annual and seasonal averaging. It has been found that the significant long-term fluctuations of the lower clouds are typical for the concerned period (relative to the standard of the 1966–1975 or 1976–2005). The amount of low clouds increased everywhere at the end of the XX century and at the beginning of the XXI (from 1976 to 2005), when global warming was observed over the territory of the Northern hemisphere. Over the period of the started cooling (2006–2012) a significant decrease of the amount of low clouds has been observed over the Western Siberia, and the marked weakening of its growth has been observed over the Eastern Siberia.