

# Широтные вариации облачности Северо-Восточной Азии на фазе максимума и минимума 23-го солнечного цикла

В.С. Соловьев, В.И. Козлов

*Институт космических исследований и аэронавтики СО РАН*

*677980, г. Якутск, пр. Ленина, 31*

*Email: [solo@ikfia.ysn.ru](mailto:solo@ikfia.ysn.ru); [v.kozlov@ikfia.ysn.ru](mailto:v.kozlov@ikfia.ysn.ru)*

По данным спутников NOAA построены обобщенные карты плотности облачного покрытия для общей, низкой и высокой облачности с разрешением в  $1^\circ$  над территорией Северо-Востока Азии ( $80^\circ$ - $170^\circ$  в.д. и  $40^\circ$ - $80^\circ$  с.ш.) как за весь период 1997-2004 гг., так и для периодов минимума (1997-1998 гг.) и максимума солнечной активности (2000-2002 гг.) в 23-ем солнечном цикле.

Облачность в масштабах сотен километров ведет себя по-разному, в зависимости от широты и орографии местности, определяясь изменением преимущественных траекторий циклонов и антициклонов. На фазе перехода от минимума к максимуму солнечной активности в широтном диапазоне  $45^\circ$ - $70^\circ$  с. ш. наблюдаются более заметные вариации плотности верхнего облачного покрова по сравнению с южными и северными широтами: на широтах  $55^\circ$ - $70^\circ$  с. ш. наблюдается рост облачности на  $\sim 5\%$ , в то время как на широтах  $45^\circ$ - $55^\circ$  с. ш. – наблюдается снижение на  $\sim 5\%$ . Картина изменения нижней облачности носит иной характер: облачность севернее  $50^\circ$ -й широты во время максимума солнечной активности выше, чем в минимуме, а южнее – наблюдается обратная картина. Смещение облачности, объясняется смещением путей западных циклонов в зависимости от активности солнца.

## Введение

Степень и характер изменения циркуляции атмосферы, исследованный на протяжении нескольких веков, связан с уровнем солнечной активности (СА) [1]. Изменение типа циркуляции, по-видимому, связано с перестройкой барического поля в высоких и средних широтах. Исторические данные свидетельствуют о том, что в эпохи повышенной солнечной активности давление в области тропического максимума повышается, а в высоких широтах - падает, что приводит к широтному смещению траекторий циклонов к полюсу. В работе [2] приведены результаты, подтверждающие зависимость путей циклонов в северо-восточной Атлантике и Европе от фазы солнечного цикла. В эпоху солнечного максимума «северный» путь атлантических циклонов сдвигается к югу, в то время как «южный» путь сдвигается к северу, причем амплитуда вариаций составляет примерно  $10^\circ$  широты. Автор работы [3] приводит доказательства того, что основные особенности структуры циркуляции Северо-западной Азии до  $140^\circ$ -го меридиана (устойчивые области пониженного давления и антициклоны) также смещаются к северу в период повышенной солнечной активности, а в эпоху слабой активности Солнца имеют более южное расположение. Смещением пути циклонов в [4] объясняется широтная зависимость в 11-летнем цикле солнечной активности для трех широтных поясов ( $50$ - $60^\circ$ ,  $60$ - $64^\circ$  и  $65$ - $68^\circ$  N) Азии вариаций прихода суммарной радиации, исследованной по данным метеостанций.

Облачность в масштабах сотен километров ведет себя по-разному, в зависимости от широты и орографии местности, определяясь изменением траекторий циклонов и антициклонов. В г. Якутске по метеонаблюдениям повторяемость по общей облачности (8-10 баллов) с мая по сентябрь в среднем составляет  $59 \pm 4\%$  и по нижней облачности –  $23 \pm 3\%$ . Таким образом, основной вклад в общую облачность вносят облака верхнего яруса.

По данным спутников NOAA рассмотрена низкая и высокая облачность над территорией Северо-Востока Азии ( $80^\circ$ - $170^\circ$  в.д. и  $40^\circ$ - $80^\circ$  с.ш.) за период 1997-2004 гг. [5, 6].

---

Авторы поддерживаются РФФИ, грант 06-05-96021-р\_восток\_a

## 1. Карты плотности облачного покрытия

Фаза роста 23-го солнечного цикла началась в 1997 г., а последний пик максимума пришелся на 2001 г. Регулярный прием спутниковой информации по облачности в ИКФИА начался с 1997 г. Выделены два периода: 1997-1998 гг., как соответствующий минимуму солнечной активности (СА), и 2000-2002 гг., как соответствующий максимуму СА. Построены обобщенные карты плотности облачного покрытия для общей, низкой и высокой облачности с разрешением в  $1^\circ$  как за весь период 1997-2004 гг., так и для периодов минимума СА (1997-1998 гг.) и максимума СА (2000-2002 гг.) в 23-ем солнечном цикле и карта относительных изменений облачности в зависимости от СА. На рис. 1 показаны карты процентов покрытия общей облачностью: слева для 1997-1998 гг. (минимум СА), справа 2000-2002 гг. (максимум СА). Поскольку определяющий вклад для Северо-Востока Азии в общую облачность вносит верхняя облачность, то картина распределения общей облачности отражает также и картину распределения верхней облачности.

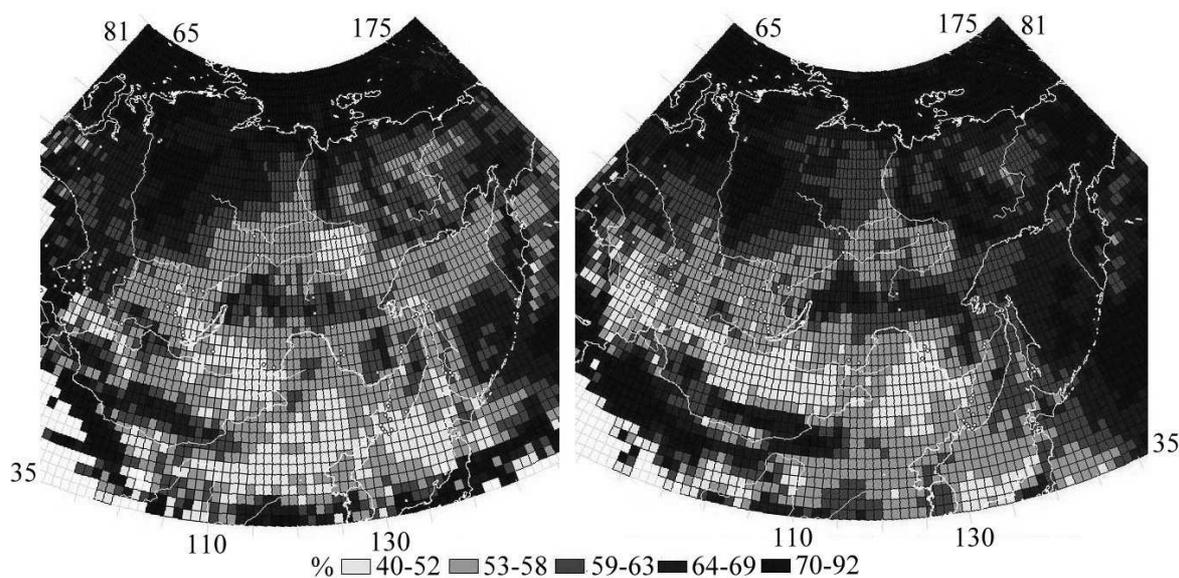


Рис. 1. Общая облачность, процент покрытия.  
Слева 1997-1998 гг. (минимум СА). Справа 2000-2002 гг. (максимум СА)

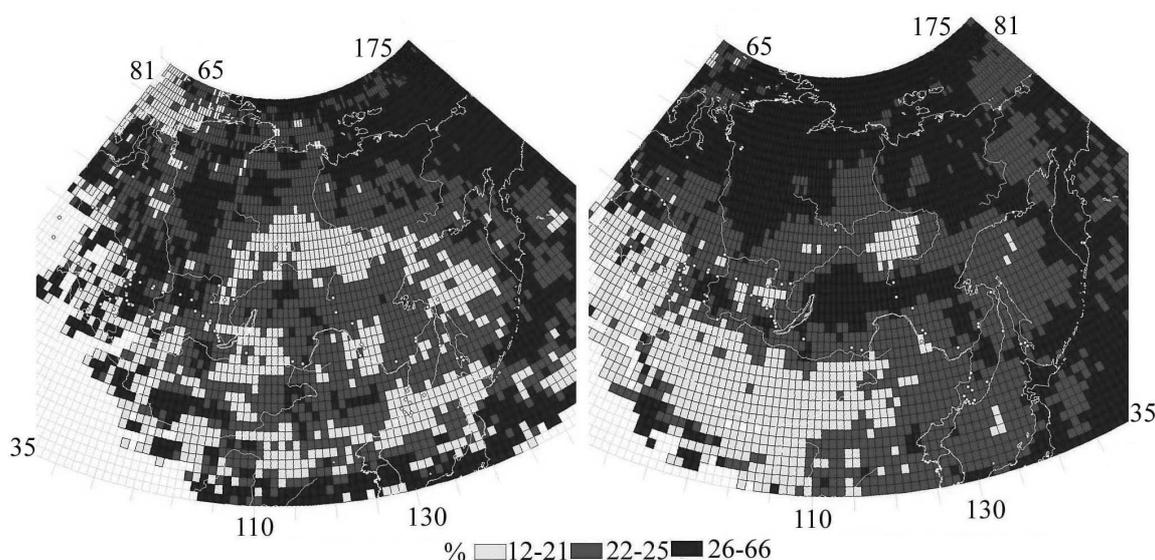


Рис. 2. Нижняя облачность, процент покрытия.  
Слева 1997-1998 гг. (минимум СА). Справа 2000-2002 гг. (максимум СА)

Карты процентов покрытия нижней облачностью показаны на рис. 2: слева для 1997-1998 гг. (минимум СА), справа 2000-2002 гг. (максимум СА). Из рисунков видно, что в зависимости от солнечной активности происходит широтное смещение областей с меньшей облачностью. На рисунках для максимума и минимума СА просматриваются изменения интенсивности нескольких зональных «полос», соответствующих смещению путей циклонов. Нужно также отметить, что восточнее 130-го меридиана, за горными хребтами наблюдается более сложная картина смещения облачности в периоды максимума и минимума солнечной активности, хотя основные зональные «полосы», соответствующие смещению путей движения западных циклонов, также просматриваются. Таким образом, представления об изменении облачности в северной, центральной и южной Европе в зависимости от солнечной активности [3, 4], определяющиеся смещением к центру южных и северных путей движения атлантических циклонов на восток с увеличением солнечной активности могут быть распространены на всю Евразию.

## 2. Широтный ход плотности облачности

Широтный ход общей облачности для периодов максимума и минимума солнечной активности приведен на рис. 3. Там же приведено отношение плотности общей облачности для периодов минимума и максимума СА.

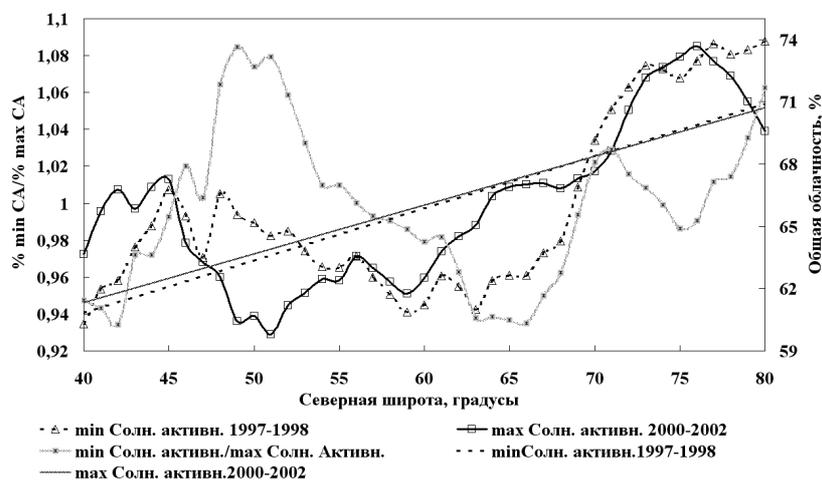


Рис. 3. Широтный ход общей облачности и отношение плотности облачности для периодов минимума и максимума СА

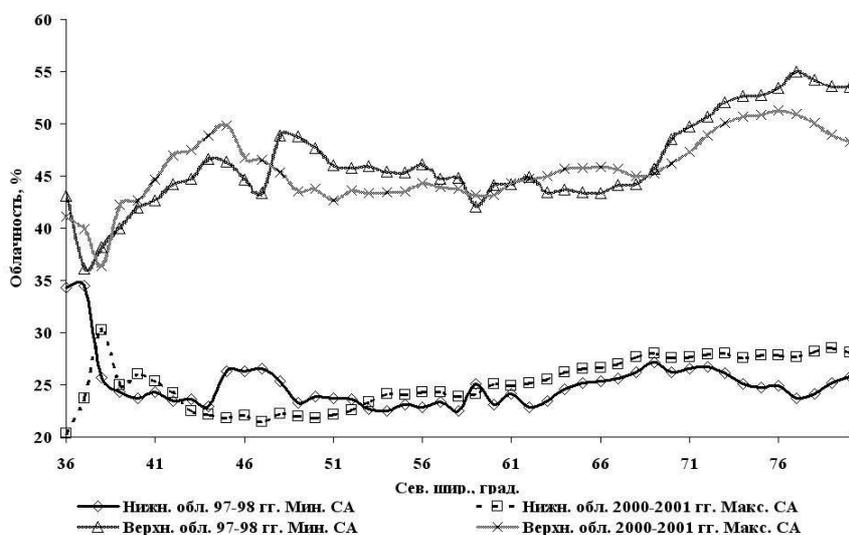


Рис. 4. Широтный ход верхней и нижней облачности для периодов минимума и максимума СА

Широтный ход верхней и нижней облачности для периодов минимума и максимума солнечной активности 23-го цикла приведен на рис. 4. На фазе перехода от минимума к максимуму СА в широтном диапазоне 45°-70° с. ш. наблюдаются более заметные вариации плотности верхнего облачного покрова по сравнению с широтами расположенными южнее или севернее этого интервала: причем, на широтах 55°-70° с. ш. наблюдается рост облачности на ~ 5%, в то время как на широтах 45°-55° с. ш. – наблюдается снижение на ~ 5%. Картина изменения нижней облачности носит иной характер: облачность севернее 50-й широты во время максимума СА выше, чем в минимуме, а южнее – наблюдается обратная картина. Таким образом, можно отметить, что широтные вариации облачности верхнего и нижнего ярусов антикоррелируют.

Такая картина широтной динамики облачного покрова соответствует представлениям об изменении облачности в северной, центральной и южной Европе в зависимости от фазы солнечной активности [2, 7, 8] и определяется смещением южных и северных путей атлантических и северных циклонов с ростом солнечной активности при их движении на восток. Реальная картина путей движения циклонов имеет более сложную структуру, несколько отклоняясь при своем движении на запад севернее или южнее, при столкновении с более устойчивыми блокирующими антициклоническими зонами [9]. Тем не менее, можно отметить, что наблюдавшиеся широтные смещения облачности для Европы, в зависимости от солнечной активности в 22-м цикле [2,7,8], сохраняют на масштабах более тысячи километров свой характер и в 23-ем цикле от 80° до 140° в.д.

### Заключение

Анализ результатов показывает, что над территорией Северо-Востока Азии (80°-170° в.д. и 40°-80° с.ш.) на фазе перехода от минимума к максимуму солнечной активности в широтном диапазоне 45°-70° с. ш. наблюдаются вариации плотности верхнего облачного покрова, более заметные по сравнению с южными и северными широтами: на широтах 55°-70° с. ш. наблюдается рост облачности на ~ 5%, в то время как на широтах 45°-55° с. ш. – наблюдается снижение на ~ 5%. Картина изменения нижней облачности носит иной характер: облачность севернее 50-й широты во время максимума СА выше, чем в минимуме, а южнее – наблюдается обратная картина. Облачность в масштабе северного полушария антикоррелирует с солнечной активностью [7]. Облачность в масштабах сотен километров ведет себя по-разному, в зависимости от широты и орографии местности, определяясь изменением траекторий циклонов и антициклонов. Наблюдавшиеся широтные смещения облачности для Европы в зависимости от солнечной активности в 22-м цикле [2,7,8], сохраняют свой характер и в 23-ем цикле от 80° до 140° в.д. Это, вероятно, объясняется смещением путей западных циклонов в зависимости от активности солнца [3].

Авторы благодарят РФФИ за поддержку исследований: 06-05-96021 p\_восток\_a.

### Литература

1. Морозова А. Л., Пудовкин М. И. Климат Центральной Европы XVI-XX вв. и вариации солнечной активности. // Геомагнетизм и Аэрномия. 2000. Т. 40. № 6. С. 68-75.
2. Brown G.M. and John J.I. Solar cycle influences in troposphere circulation // Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics. 1979. № 41. P.43-52;
3. Абросов В.Н. Гетерохронность периодов повышенного увлажнения гумидной и аридной зон // Известия ВГО. 1962. №4. С. 325-328.
4. [Веретененко С.В., Пудовкин М.И. Широтная зависимость эффектов солнечной активности в вариациях прихода суммарной радиации // Геомагнетизм и аэрномия. 1999. Т. 39. №6. С. 131-134

5. Соловьев В.С., Козлов В.И. Облачное покрытие Северо-Восточной Азии // Материалы совещания «Шестое Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу», Томск, 2005, стр. 88-92.
6. Соловьев В.С., Козлов В.И. Исследование пространственно-временной динамики лесных пожаров и облачности в Северо-Азиатском регионе по данным спутников NOAA // Оптика атмосферы и океана, 2005. Т.18, № 01-02. С.146-149.
7. Svensmark H., Friis-Christensen E.. Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage – a missing link in solar-climate relationships. // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics.1997. V. 59. No. 11. P.1225-1232.
8. Tinsley B.A. The solar cycle and the QBO influences on latitude of storm tracks in the North Atlantic // Geophysical Research Letters.1988. V. 15. № 5. P. 409-415.
9. Груза Г.В., Коровкина Л.В. Климатический мониторинг процессов блокирования западного переноса в Северном полушарии // Метеорология и гидрология. - 1991. - N8. - С. 11-17.