

(Центр астрофизических исследований СКГУ им. М. Козыбаева, Петропавловск,  
Республика Казахстан)

## **СЕЗОННЫЕ И МЕЖСЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ ПЛОЩАДИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЛЯ СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ**

### **Аннотация**

На основании обработки данных о распределении поля серебристых облаков, полученных с помощью аппаратуры спутника АИМ в сезоны 2007–2012 гг., исследованы временные вариации площади глобального поля облачности в северном полушарии Земли. Показано, что для каждого сезона характерно закономерное нарастание, а затем падение площади мезосферной облачности. При этом временной ход параметра уверенно описывается параболической функцией. Наряду с этим обнаружены периодические колебания площади облачного покрова с характерными периодами от 23 до 28 суток. Предложена физическая интерпретация обнаруженной зависимости.

**Ключевые слова:** мезосферные серебристые облака, площадь мезосферной облачности, карта распределения поля серебристых облаков.

**Кілт сөздер:** мезосфералық күміс түстес бұлттар, мезосфералық бұлттың ауданы, күміс түстес бұлттар-дың аумағын тарату картасы.

**Keywords:** mesospheric noctilucent clouds, mesospheric cloud area, the map of the field distribution of noctilucent clouds.

Исследования серебристых облаков, проводимые в Северо-Казахстанском госуниверситете, имеют довольно солидную историю. При этом наш исследовательский интерес плавно проэволюционировал от простого накопления и обработки данных синоптических наблюдений к крайне интригующей проблеме происхождения мезосферных серебристых облаков (МСО – в дальней-шем). Своеобразие природы объекта, связавшего явления ближнего космоса и атмосферно-кли-матические процессы, по нашему мнению позволяет в перспективе исследований выйти на актуальнейшую проблематику изменения земного климата. [1-5]

Одной из основ нашего подхода к изучению МСО стала концептуальная идея о связи возникновения, по крайней мере, низкоширотной части общего поля МСО с такими атмосферными явлениями, как грозовая активность и атмосферные фронты [1-5]. В этом свете получены не только веские доказательства связи появления МСО, наблюдаемых из Петропавловска, с метеорологи-ческими процессами над подстилающей территорией [4].

Но и разработан, показавший высокую эффективность метод предсказания появления МСО, базирующийся на анализе метеорологической ситуации. [4]

Как разработка метода предсказания появления МСО, так и исследование свойств их глобального поля стало возможно благодаря использованию данных, полученных с помощью аппаратуры спутника АИМ – специализированного ИСЗ, получающего данные о глобальном поле серебристых облаков как северного, так и южного полушарий Земли [3]. В частности, нами детально изучены усреднённые за сутки карты распределения поля серебристых облаков (часто их именуют маргаритками). Пример такой карты показан на рисунке 1.

Интересно отметить, что составленная из последовательных карт анимация неплохо иллюстрирует внутрисезонное изменение площади поля МСО. Но в этом вопросе мы прибегли к более тщательному методу обработки данных.

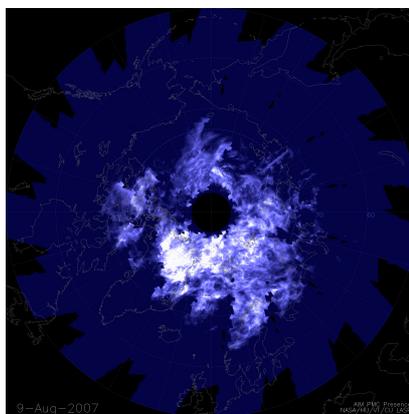
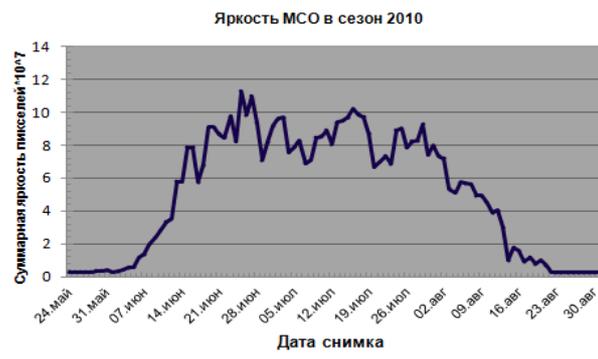


Рисунок 1 – Изображения полей МСО (светлые детали) над северной полярной областью Земли

Оригинальные карты изображений полей МСО были обработаны специальной программой, по результатам обработки найдены относительные площади (доли от общей площади изображения) полей облачности на каждую дату. При этом учитывался фон и влияние служебных символов на картах. Сезонные показатели хода активности облакообразования в течение каждого из сезонов видимости представлены таблично и графически. Так на рисунке 2 приведены сводка графиков, изображающих изменение площади поля МСО, зарегистрированного спутником для периода 2007–2012 годов.



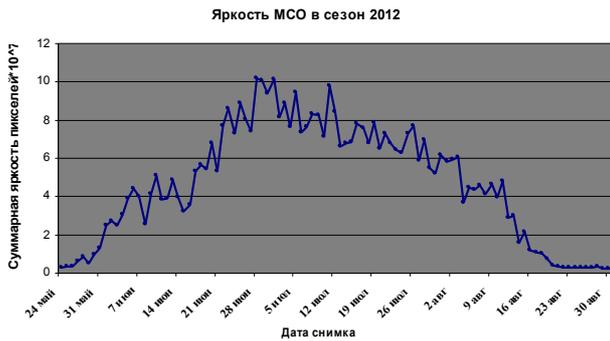
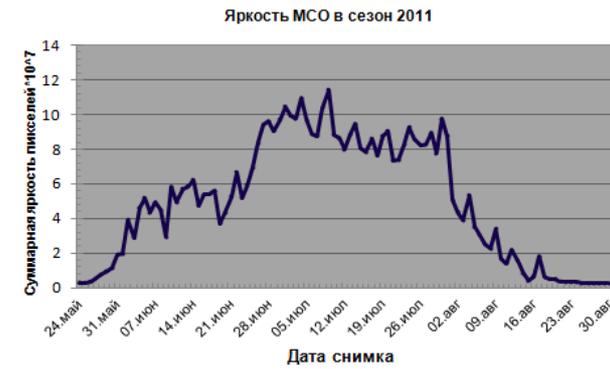
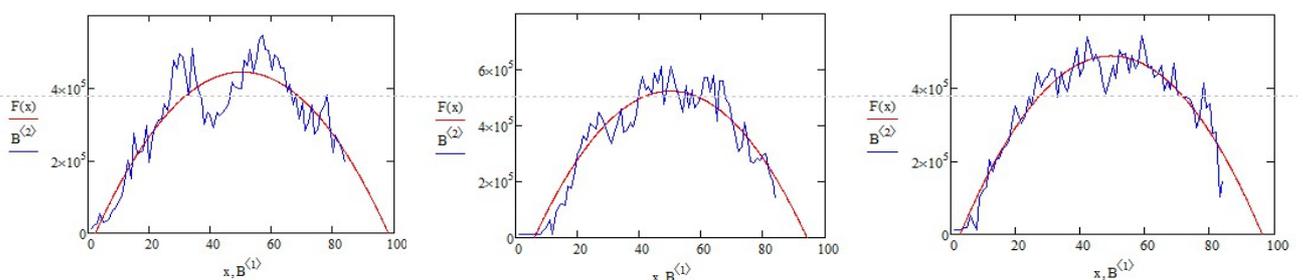


Рисунок 2 – Изменение относительной площади поля МСО в сезон 2007 года

При видимом различии вида графиков от года к году симптоматично совпадение дат появления и исчезновения облачных полей из года в год. Причём ветви спада активности облакообразования в различные сезоны практически совпадают. Весьма близки между собой и эпохи максимального развития площади облачных полей, причем даты этих максимумов близки к тем, которые получены задолго до эпохи АИМ из наземных наблюдений. Среди всех ситуаций особо интересен сезон 2007 года, когда наблюдался двойной максимум площади МСО. Подобное поведение отмечено и по наземным наблюдениям [6, 7].

Располагая данными об изменениях площади поля МСО северного полушария, можно попытаться выявить как общие свойства, так и некоторые особенности интенсивности формирования серебристых облаков в разные годы. Первый этап исследования имел целью выявить самые общие закономерности изменения площади облачного поля для каждого сезона. Оказалось, что с высокой точностью (относительная ошибка около 1%) общий сезонный ход площади МСО может быть описан параболической функцией. При этом такое описание имеет не только формальный характер; по такому закону в летний сезон изменяется влагосодержание атмосферы и ее суммарная внутренняя энергия (теплозапас). На рисунке 3 приведены результаты параболической аппроксимации хода площади облачного поля для сезонов 2007–2012 годов.



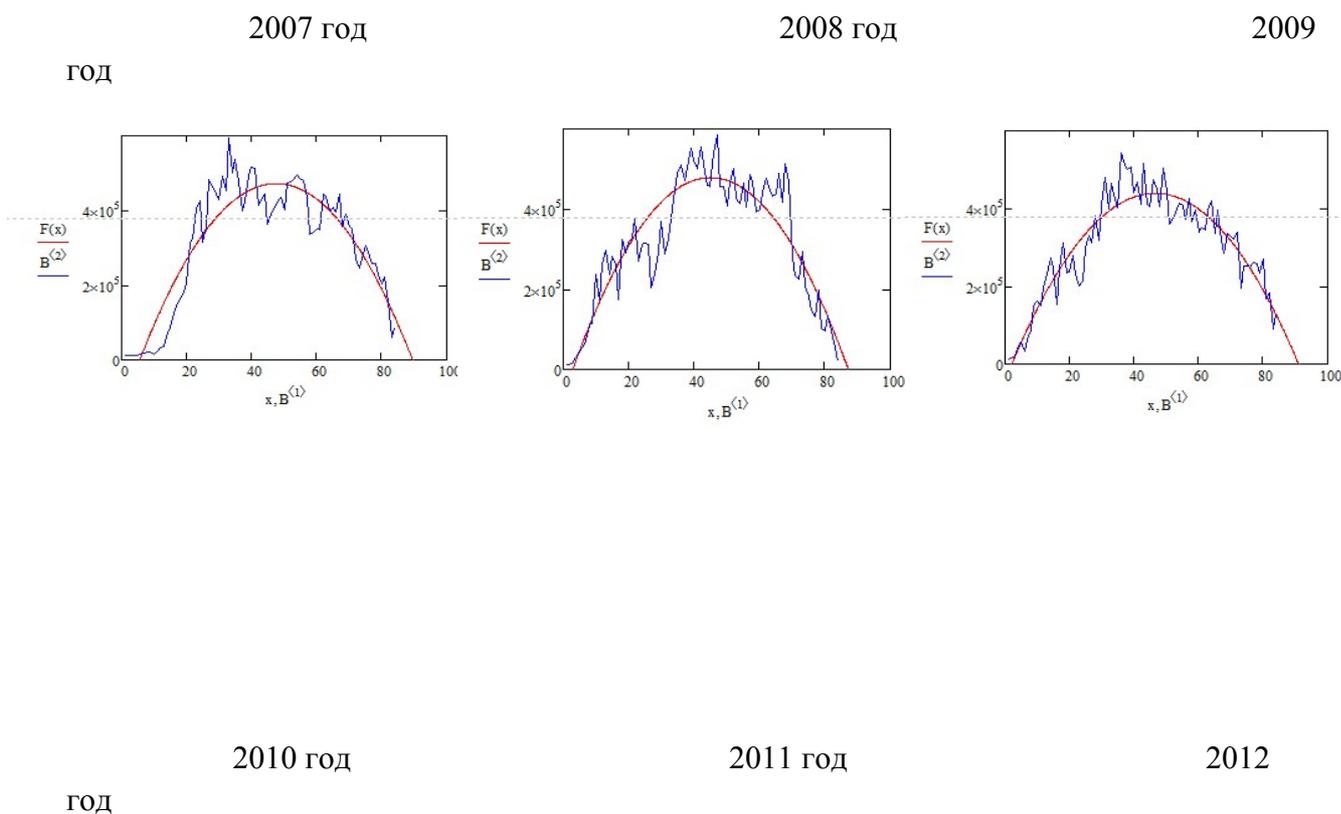


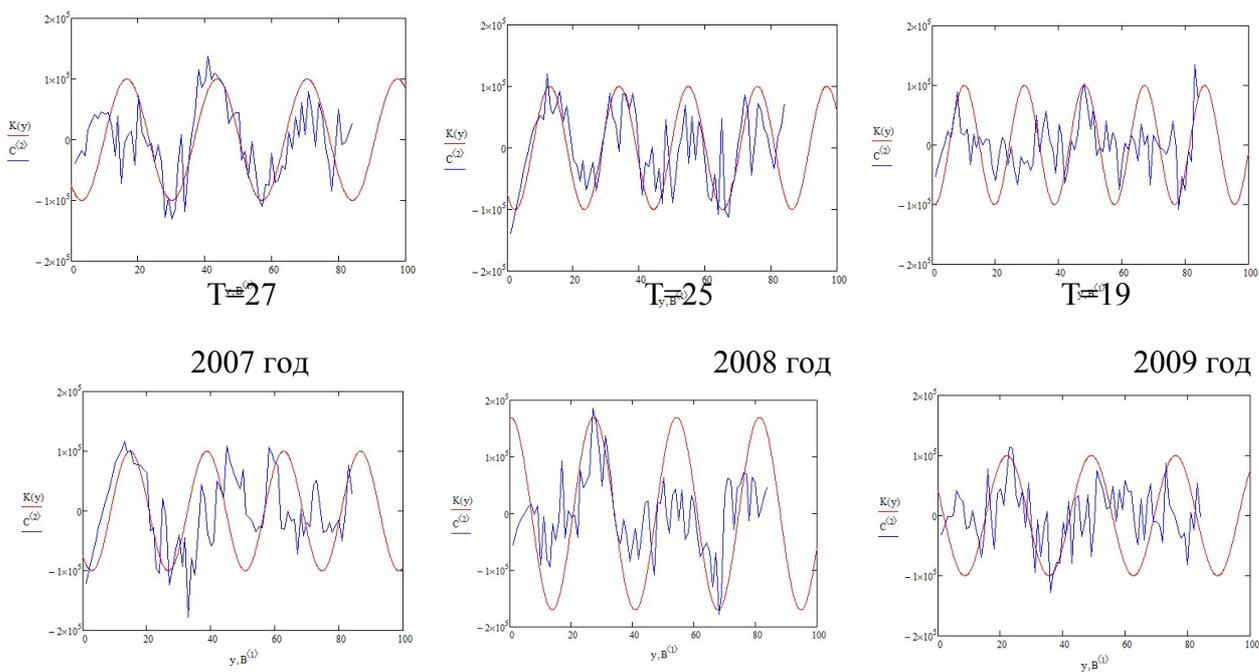
Рисунок 3 – Результаты параболической аппроксимации сезонных изменений площади поля серебристых облаков

Заметно некоторое различие в длительности сезонов видимости МСО, впрочем, незначительное. В таблице 1 показаны определённые по результатам аппроксимации даты максимального развития площади поля серебристых облаков.

Таблица 1 – Даты максимального развития площади поля серебристых облаков в сезоны 2007-2012 гг.

Сезон наблюдений	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Даты максимумов по графикам	26 июня	12 июня	4 июля	25 июня	9 июля  30 июля	28 июня
	19 июля	26 июля	21 июля			
Даты максимумов по аппроксимации	12 июля	5 июля	10 июля	2 июля	6 июля	3 июля

В дальнейшем нами исследован временной ход остаточных разностей: «наблюдаемая площадь поля минус вычисленное значение». Построенные по этим данным графики (рисунок 4) имеют очевидную периодичность. В этой связи их аппроксимация выполнялась гармоническими функциями. Программа позволяла определить период и амплитуду аппроксимирующей синусоиды по принципу минимальности дисперсии остаточных отклонений. На рисунке 4 приведены примеры такой обработки.



	T=20	T=27	T=27
год	2010 год	2011 год	2012

Рисунок 4 – Результаты аппроксимации остаточных отклонений площади поля МСО гармоническими функциями

Получено, что типичные периоды гармонических функций заключены в пределах от 23 до 28 суток. Большие значения периодов близки к периодам движения Луны вокруг Земли (звёздному, драконическому и аномалистическому месяцу). Меньшие периоды интерпретировать труднее, но и для них есть значимое объяснение. С периодом от 20 до 23 суток изменяется площадь пятен на диске Солнца. Сходный период (19–25 суток) имеют и периодические изменения давления в земной атмосфере. Следуя терминологии Дьякова их можно назвать «волнами погоды».

Таким образом, можно утверждать, что своими результатами мы независимо подтверждаем влияние лунных приливов на интенсивность образования МСО. [8] Кроме того, обнаружено влияние на этот процесс периодических колебаний давления в земной тропосфере.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Солодовник А.А. Атмосферное электричество и происхождение серебристых облаков // Земля и Вселенная. – 2007. – № 6.
- 2 Солодовник А.А., Кудабаяева Д.А. Метеорология тропосферы и серебристые облака // Мат-лы междунар. конф. «Космос на благо человечества – взгляд в будущее», Астана, 6-7 января 2011. – С. 83-85.
- 3 Солодовник А.А., Лазарев С.В. Метеорологические явления в тропосфере и проблема происхождения серебристых облаков // Информационно-аналитический обзор ЦНТИ Северо-Казахстанской области. – 2007. – 24 с.
- 4 Солодовник А.А., Кудабаяева Д.А., Крючков В.Н., Леонченко А. Метеорологические явления в тропосфере и серебристые облака // Мат-лы междунар. науч. конф.

«Валихановские чтения», Кокшетау, 2011 г. – С. 34-35 .

5 Солодовник А.А., Кудабеева Д.А., Сартин С.А., Бельченко В.Н. Метеорологические процессы в тропосфере Земли и происхождение серебристых облаков // Вестник Актыбинского государственного педагогического института. – 2010. – № 1. – С. 109-114.

6 Бронштэн В.А., Гришин Н.И. Серебристые облака. – М.: Наука, 1970. – 360 с.

7 Бронштэн В.А. Серебристые облака и их наблюдение. – М.: «Наука» главная редакция физ.-мат. лит-ры, 1984. – 128 с.

8 Dalin P., Pertsev N., Dubietis A., Zalcik M., Zadorozhny A., Connors M., Schofield G., McEwan T., McEachran L., Frand-sen S., Hansen O., Andersen H., Sukhodoev V., Perminov V., Balciunas R., Romejko V. A comparison between ground-based observations of noctilucent clouds and Aura satellite data // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. – 13 с.

## REFERENCES

1. Solodovnik A.A. *Atmosfernoe jelektrichestvo i proishozhdenie serebristyh oblakov, Zemlja i Vselennaja*, №6, **2007** (in Russ.)

2. Solodovnik A.A., Kudabaeva D.A. *Meteorologija troposfery i serebristye oblaka, Materialy mezhdunarodnoj konferencii «Kosmos na blago chelovechestva – vzgljad v budushhee»*, Astana, 6-7 janvarja **2011**, S. 83-85. (in Russ.)

3. Solodovnik A.A., Lazarev S.V. *Meteorologicheskie javlenija v troposfere i problema proishozhdenija serebristyh oblakov*, Informacionno-analiticheskij obzor CNTI Severo-Kazhastanskoj oblasti, **2007**, 24 s. (in Russ.)

4. Solodovnik A.A., Kudabaeva D.A., Krjuchkov V.N., Leonchenko A. *Meteorologicheskie javlenija v troposfere i serebris-tye oblaka*, Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Valihanovskie chtenija», Kokshetau, **2011** g.; S. 34-35. (in Russ.)

5. Solodovnik A.A., Kudabaeva D.A., Sartin S.A., Bel'chenko V.N. *Meteorologicheskie processy v troposfere Zemli i proishozhdenie serebristyh oblakov*, Vestnik Aktjubinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta, № 1, **2010**, S. 109-114. (in Russ.)

6. Bronshtjen V.A., Grishin N.I. *Serebristye oblaka*, **1970**. Moskva. Izd-vo «Nauka». 360 s.

7. Bronshtjen V.A. *Serebristye oblaka i ih nabljudenie*, **1984**. Moskva. «Nauka». glavnaja redakcija fiz.-mat. lit-ry. 128 s. (in Russ.)

8. Dalin P., Pertsev N., Dubietis A., Zalcik M., Zadorozhny A., Connors M., Schofield G., McEwan T., McEachran L., Frandsen S., Hansen O., Andersen H., Sukhodoev V., Perminov V., Balciunas R., Romejko V. *A comparison between ground-based observations of noctilucent clouds and Aura satellite data*, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics., **2013**, 13 s.

## Резюме

*А. А. Солодовник, Д. А. Кудабаева, В. Н. Крючков*

(М. Қозыбаев атындағы СҚМУ-дің астрофизикалық зерттеулер орталығы,  
Петропавл, Қазақстан Республикасы)

### МАУСЫМДЫҚ ЖӘНЕ МАУСЫМАРАЛЫҚ КҮМІС ТҮСТЕС БҰЛТТАРДЫҢ ГЛОБАЛЬДЫ АУМАҚ АУДАНДАРЫНЫҢ ВАРИАЦИЯЛАРЫ

2007–2012 жылдары маусымдарында АІМ жасанды жер серігінің құралдары көмегімен алынған күміс түстес бұлттар аумағының таралу мәліметтерін сараптау негізінде жердің солтүстік жартышарында уақытша бұлттылықтың глобальды аумақ аудандарының вариациялары зерттелді. Зерттеулердің нәтижесі әр маусым үшін мезосфералық бұлттылық ауданының артуы, содан соң азаюы заңдылықты түрде өтетінін көрсетті.

**Кілт сөздер:** мезосфералық күміс түстес бұлттар, мезосфералық бұлттың ауданы, күміс түстес бұлттар-дың аумағын тарату картасы.

## Summary

*A. A. Solodovnik, D. A. Kudabayeva, V. N. Krjuchkov*

(Center of Astrophysical Research NKSU them. M. Kozybayev, Petropavlovsk, Republic of  
Kazakhstan)

### SEASONAL VARIATIONS OF SPACE AND THE OFFSEASON GLOBAL FIELD OF NOCTILUCENT CLOUDS

On the basis of data on the distribution of the field of noctilucent clouds, obtained by the AIM satellite equipment in the seasons 2007–2012 y., studied temporal variations in the area of global cloud field in the northern hemisphere. It is shown that for every regular season is characterized by the growth and then drop area mesospheric clouds. In this case, the time course of the parameter confidently describes a parabolic function.

**Keywords:** mesospheric noctilucent clouds, mesospheric cloud area, the map of the field distribution of noctilucent clouds.

*Поступила 5.07.2013г.*