А. А. СОЛОДОВНИК, Д. А. КУДАБАЕВА, В. Н. КРЮЧКОВ

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

СЕЗОННЫЕ И МЕЖСЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ ПЛОЩАДИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЛЯ СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ

Аннотация

На основании обработки данных о распределении поля серебристых облаков, полученных с помощью аппаратуры спутника AIM 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 распре-деления 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 nocti-lucent clouds.

Исследования серебристых облаков, проводимые в Северо-Казахстанском госуниверситете, имеют довольно солидную историю. При этом наш исследовательский интерес плавно проэво-люционировал 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 возник-новения, 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 метеороло-гическими процессами над подстилающей территорией [4].

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

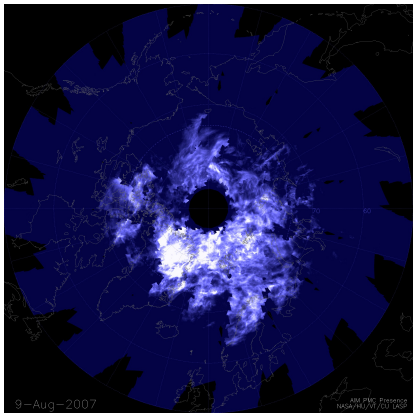


Рисунок 1 – Изображения полей МСО (светлые детали) над северной полярной областью Земли

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

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

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 пред-ставлены таблично и графически. Так на рисунке 2 приведены сводка графиков, изображающих изменение площади поля МСО, зарегистрированного спутником для периода 2007–2012 годов.


Яркость МСО в сезон 2008
Суммарная яркость пикселей *10^7
0
2
4
6
8
10
12
14
24.май
31.май
07.июн
14.июн
21.июн
28.июн
05.июл
12.июл
19.июл
26.июл
02.авг
09.авг
16.авг
23.авг
30.авг
Дата снимка


Яркость МСО в сезон 2009
Суммарная яркость пикселей *10^7
0
2
4
6
8
10
12
14
24.май
31.май
07.июн
14.июн
21.июн
28.июн
05.июл
12.июл
19.июл
26.июл
02.авг
09.авг
16.авг
23.авг
30.авг
Дата снимка


Яркость МСО в сезон 2010
Суммарная яркость пикселей *10^7
0
2
4
6
8
10
12
14
24.май
31.май
07.июн
14.июн
21.июн
28.июн
05.июл
12.июл
19.июл
26.июл
02.авг
09.авг
16.авг
23.авг
30.авг
Дата снимка


Яркость МСО в сезон 2011
Суммарная яркость пикселей *10^7
0
2
4
6
8
10
12
14
24.май
31.май
07.июн
14.июн
21.июн
28.июн
05.июл
12.июл
19.июл
26.июл
02.авг
09.авг
16.авг
23.авг
30.авг
Дата снимка

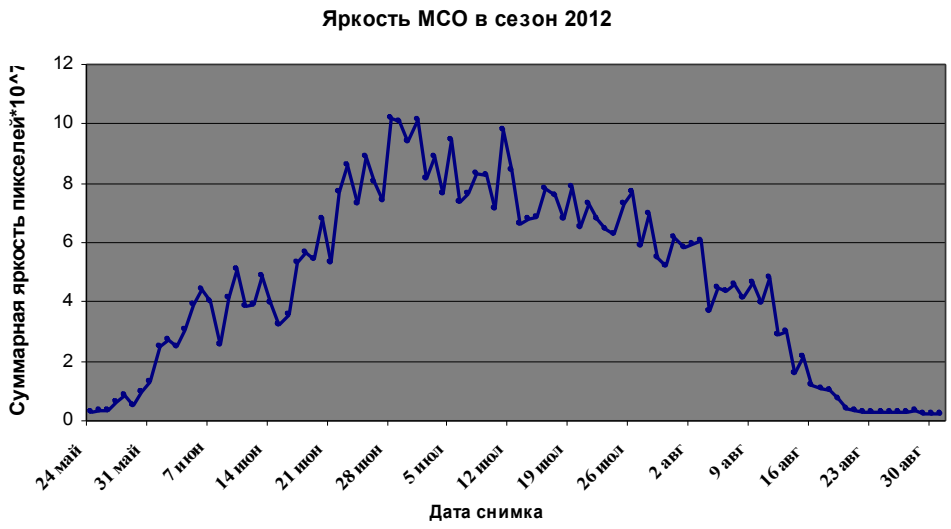
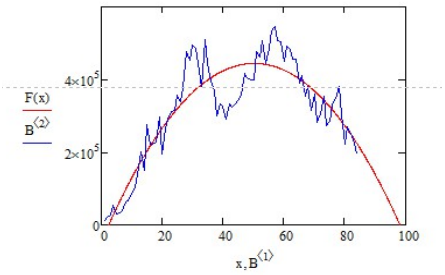


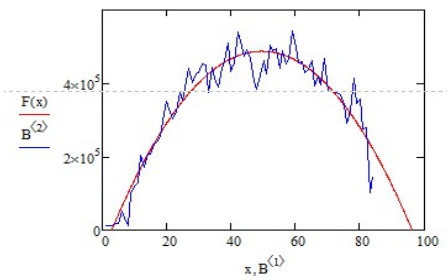
Рисунок 2 – Изменение относительной площади поля МСО в сезон 2007 года

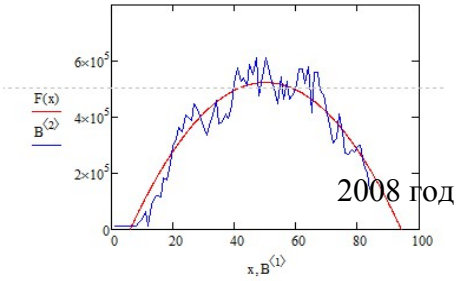
При видимом различии вида графиков из года в год симптоматично совпадение дат появления и исчезновения облачных полей. Причем ветви спада активности облакообразования в различные сезоны практически совпадают. Весьма близки между собой и эпохи максимального развития площади облачных полей, причем даты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

Располагая данными об изменениях площади поля МСО северного полушария можно попы-таться 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 харак-тер; по такому закону в летний сезон изменяется влагосодержание атмосферы и ее суммарная внутренняя энергия (теплозапас). На рисунке 3 приведены результаты параболической аппрокси-мации хода площади облачного поля для сезонов 2007–2012 годов.

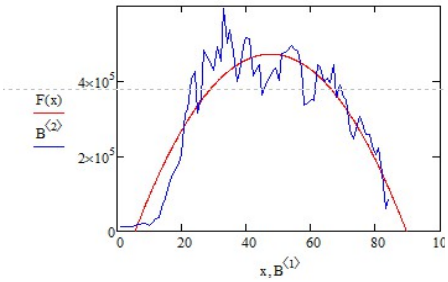
Заметно некоторое различие в длительности сезонов видимости МСО, впрочем, незначи-тельное. В таблице 1 показаны определённые по результатам аппроксимации даты максимального развития площади поля серебристых облаков.

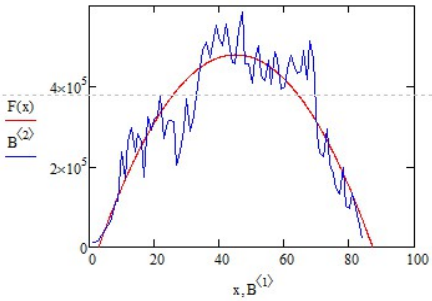


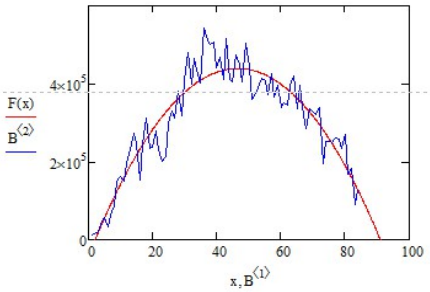




2007 год 2008 год 2009 год







2010 год 2011 год 2012 год

Рисунок 3 – Результаты параболической аппроксимации сезонных изменений 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 19 июля	12 июня 26 июля	4 июля 21 июля	25 июня	9 июля 30 июля	28 июня
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 функ-циями. Программа позволяла определить период и амплитуду аппроксимирующей синусоиды по принципу минимальности дисперсии остаточных отклонений. На рисунке 4 приведены примеры такой обработки.

Получено, что типичные периоды гармонических функций заключены в пределах от 23 до 28 суток. Большие значения периодов близки к периодам движения Луны вокруг Земли (звёзд-ному, драконическому и аномалистическому месяцу). Меньшие периоды интерпретировать труд-нее, 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.

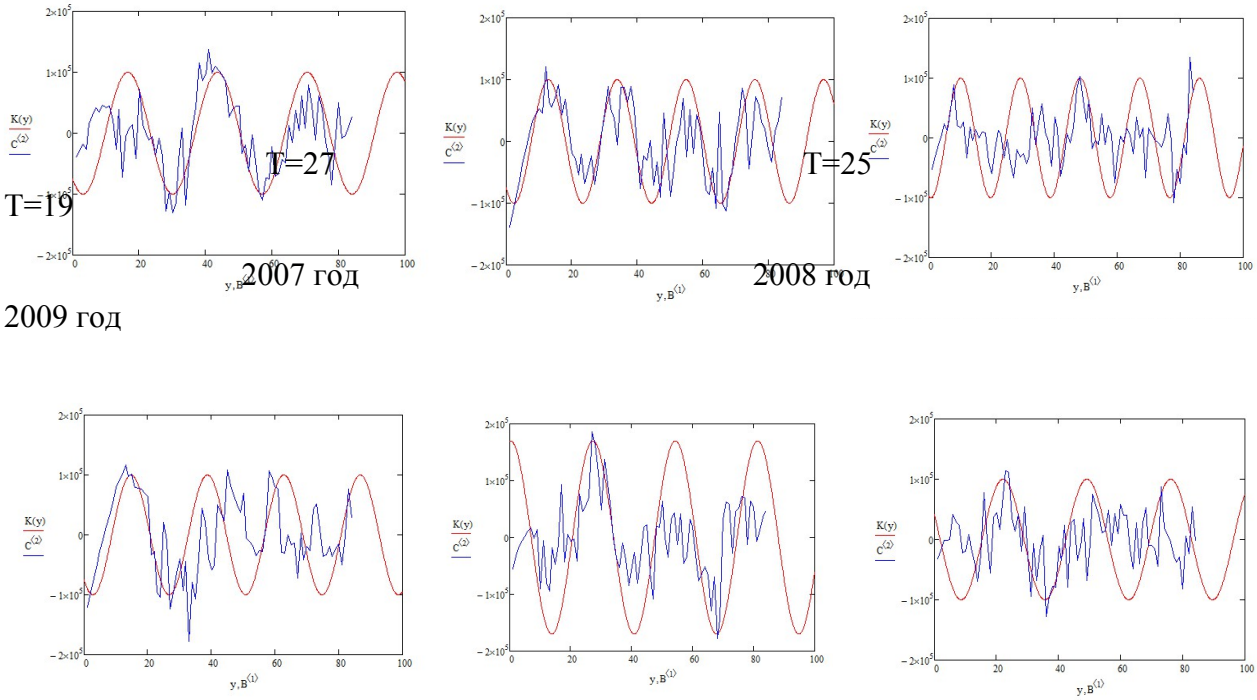


Рисунок 4 – Результаты аппроксимации остаточных отклонений площади поля МСО гармоническими функциями

ЛИТЕРАТУРА

1 Солодовник А.А. Атмосферное электричество и происхождение серебристых облаков // Земля и Вселенная. – 2007. – № 6.

2 Солодовник А.А., Кудабаева Д.А. Метеорология тропосферы и серебристые облака // Мат-лы междун. конф. «Космос на благо человечества – взгляд в будущее», Астана, 6-7 января 2011 г. – 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., Кудабаева Д.А., Крючков В.Н., Леонченко А. Метеорологические явления в тропосфере и серебристые облака // Мат-лы междун. научной конф. «Валихановские чтения», Кокшетау, 2011 г.. – С. 34-35 .

5 Солодовник А.А., Кудабаева Д.А., Сартин С.А., Бельченко В.Н. Метеорологические процессы в тропосфере Земли и происхождение серебристых облаков // Вестник Актюбинского гос. педагогич. ин-та. – 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», гл. ред. 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., 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. – 13 c.

REFERENCES

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

2 Solodovnik A.A., Kudabaeva D.A. Meteorologija troposfery i serebristye oblaka // Mat-ly mezhdun. konf. «Kosmos na blago chelovechestva – vzgljad v budushhee», Astana, 6-7 janvarja 2011 g. – 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-Kazahstanskoj oblasti. – 2007. – 24 s. (in Russ.).

4 Solodovnik A.A., Kudabaeva D.A., Krjuchkov V.N., Leonchenko A. Meteorologicheskie javlenija v troposfere i serebristye oblaka // Mat-ly mezhdun. nauchnoj konf. «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 gos. Pedagog. in-ta. – 2010. – № 1. – S. 109-114. (in Russ.).

6 Bronshtjen V.A., Grishin N.I. Serebristye oblaka. – M.: Nauka, 1970. – 360 s.

7 Bronshtjen V.A. Serebristye oblaka i ih nabljudenie. M.: «Nauka», gl. red. fiz.-mat. lit-ry, 1984. – 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. Құдабаева, В. Н. Крючков

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

МАУСЫМДЫҚ ЖӘНЕ МАУСЫМАРАЛЫҚ КҮМІС ТҮСТЕС БҰЛТТАРДЫҢ

ЖАҺАНДЫҚ 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 жаһандық аумақ аудандарының вариациялары зерттелді. Зерттеулерді 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)

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 15.05.2013 г.