

УДК 551.593.65
МРНТИ 41.01.05

ИЗУЧЕНИЕ СЛОИСТОСТИ МЕЗОСФЕРНЫХ СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ (МСО) ПО НАБЛЮДАТЕЛЬНЫМ ДАННЫМ 2018 ГОДА

Солодовник А.А.¹, Сартин С.А.¹, Жумабаева С.К.¹, Гизитдинов Н.Э.¹,
Жанбырбаев Т.Т.¹, Терехин Н.С.¹

¹СКГУ им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан

Пустовалов А.В.²

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Томск, Россия

2018 ЖЫЛҒЫ БАҚЫЛАУ МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША МЕЗОСФЕРАЛЫҚ КҮМІС БҰЛТТАРДЫҢ (МКБ) ҚАБАТТЫСЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

А.А. Солодовник¹, С.А. Сартин¹, С.К. Жумабаева¹, Н.Э. Гизитдинов¹,
Т.Т. Жанбырбаев¹, Н.С. Терехин¹

¹ М. Қозыбаев атындағы СҚМУ, Петропавл, Kazakhstan

Пустовалов А.В.²

² Ұлттық зерттеу Томск политехникалық университеті, Томск, Ресей

STUDY OF THE STRATIFICATION OF MESOSPHERIC SILVER CLOUDS (MSC) ACCORDING TO OBSERVATIONAL DATA IN 2018

A. Solodovnik¹, S. Sartin¹, S. Zhumabayeva¹, N. Gizitdinov¹,
T. Zhanbirbayev¹, N. Terekhin¹

¹NKSU named after M. Kozybaev, Petropavlovsk, Қазақстан

A. Pustovalov²

²National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

Аннотация

В СКГУ на протяжении долгих лет ведётся непрерывная регистрация МСО. В этой связи каждый наблюдательный сезон, с начала июня по август месяц, организуются точки наблюдений с максимально возможным выносом к северу. Для изучения слоистости серебристых облаков используется специально, разработанная программа, позволяющая сравнивать два открытых в одном рабочем окне снимка варьируя площадь перекрытия одного снимка другим. Отслеживая развитие отдельных форм облака, в программе предусмотрено расстановка векторов, связывающих одну и ту же структуру на разных снимках, можно с уверенностью говорить о слоистости наблюдаемого облака. В данной работе приводится пример обработки наблюдательного материала сезона 2018 года, показывающего эффективность предложенного метода по определению слоистости МСО.

Ключевые слова: облако, мезосфера, сумеречный сегмент, морфологические формы, генезис, слоистость, видимая динамика.

Андапта

СҚМУ–де ұзақ жылдар бойы МӘҰ үздіксіз тіркелуі жүргізіледі. Осыған байланысты әр бақылау маусымы маусым айының басынан тамыз айына дейін солтүстікке барынша мүмкін болатын бақылау нүктелері ұйымдастырылады. Күміс бұлттардың қабаттылығын зерттеу үшін арнайы әзірленген бағдарлама қолданылады, ол бір жұмыс терезесінде ашылған екі суретті бір суреттің жабынының ауданын екіншісіне түрлендіре отырып салыстыруға мүмкіндік береді. Бұлттың жекелеген түрлерінің дамуын қадағалай отырып, бағдарламада әртүрлі суреттерде бір құрылымды байланыстыратын векторларды орналастыру қарастырылып, байқалатын бұлттың қабаттылығы туралы сеніммен айтуға болады. Бұл жұмыста МКБ қабаттылығын анықтау бойынша ұсынылған әдістің тиімділігін көрсететін

2018 жылғы бақылау материалын өңдеу мысалы келтіріледі.

Түйінді сөздер: бұлтты, мезосфера, сегіздік сегмент, морфологиялық нысандар, генезис, қабаттысы, көрінетін динамикасы.

Abstract

At NKSU, for many years a continuous registration of MSCs has been conducted. In this regard, each observational season, from the beginning of June to August, is organized by observation points with the maximum possible departure to the north. To study the lamination of noctilucent clouds, a specially developed program is used that allows comparing two images opened in one working window by varying the overlap area of a full image with another. By tracking the development of individual cloud forms, the program provides for the placement of vectors linking the same structure in different images, it is possible to speak with confidence about the layering of the observed cloud. This paper presents an example of processing observational material of the season of 2018, which shows the effectiveness of the proposed method for determining the layering MSC.

Key words: clouds, mesosphere, twilight segment, morphological forms, genesis, midnight, destruction of clouds, stratification, visible dynamics.

Введение

В 2018 году наблюдения МСО производилось из четырёх точек: город Петропавловск, село Повозочное, село Ленинское, точка близ села Долматово. Точка наблюдения, размещенная близ села Долматово, географически являлась самой северной точкой наблюдений МСО в Республике Казахстан. Наблюдения производились с помощью цифрового фотоаппарата CanonEOS 600 D и 1000 D с минимальным разрешением 2,5 МПк с экспозициями от 2 до 6 секунд, в зависимости от степени освещенности сумеречного сегмента.

В 2018 году первое появление МСО датируется 6 июня, суммарно по всем наблюдательным пунктам было отмечено 14 эпизодов появления серебристых облаков. Чаще всего наблюдались облачные поля 1 типа (флер), 2 типа: 2 – а (полосы размытые) и 2 – в (резко очерченные), сравнительно реже наблюдались вихри (завихрения с малым радиусом) и волнообразные образования (гребешки). Временной промежуток от появления до исчезновения МСО в среднем составлял около трёх часов [1].

Для изучения слоистости мезосферных серебристых облаков в период с 6 июня 2018 года по 14 июля 2018 были выбраны наблюдательные данные из двух наблюдательных точек, одна из которых находилась в селе Повозочное, а вторая в селе Ленинское. Регистрация осуществлялась с интервалом, между соседними снимками, в 1 минуту. Количество добротных изображений по каждому эпизоду появления МСО составило более 150. Ниже приведены типичные фотографии, полученные в разные даты и в разное время.

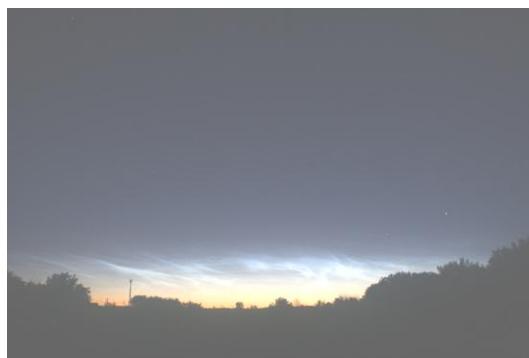


Рисунок 1 Фотография МСО, полученная 3 июля 2018 года в 1 час 2 минуты



Рисунок 2 Фотография МСО, полученная 26 июня 2018 года в 2 часа 32 минуты

Ранее уже отмечалось, что мезосферные серебристые облака (МСО) являются главным маркёром физических процессов, происходящих в верхних слоях атмосферы, локализуясь в области мезопаузы [1]. Тем самым возникает вопрос об изучении их динамических показателей. Конечно по снимкам с поверхности Земли довольно сложно судить о динамических процессах, происходящих на такой высоте, но такой показатель, как слоистость можно довольно добротнo определять по изучению векторных полей видимой динамики МСО. Методика заключается в построении векторов по наблюдательным материалам (между соседними фотографиями с интервалом 10 – 20 минут) отмечая перемещение отдельно выбранных структур. Ниже приводятся данные обработки наиболее выразительных ночей.

В ночь с 13 на 14 июня наблюдалось появление МСО с ярко выраженной слоистой структурой. На соседних снимках ниже (выделено красной областью) видно как во времени развивалась отдельная структура МСО, относящаяся к четвёртой группе а.



Рисунок 3 Фотография МСО, полученная 14 июня 2018 года в 0 часов 41 минут



Рисунок 4 Фотография МСО, полученная 14 июня 2018 года в 0 часов 52 минуты

Для анализа структуры и кинематики облачных полей производилась обработка полученных изображений с помощью специальной программы, позволяющей сравнивать последовательные изображения полей МСО в едином активном окне с частичным наложением. Данная программа позволяет построить поле векторов смещения выбранной структуры, а так же очертить контуры самой структуры. Программа не имеет ограничений по количеству векторов смещения, наблюдаемых за раз структур, а так же количеству и размеру изображений [2].

Для определения направления и скорости движения выбранной структуры с помощью программы производится попарное сравнение всех соседних изображений МСО, и для каждой пары определяется начало и конец вектора смещения выбранной структуры.

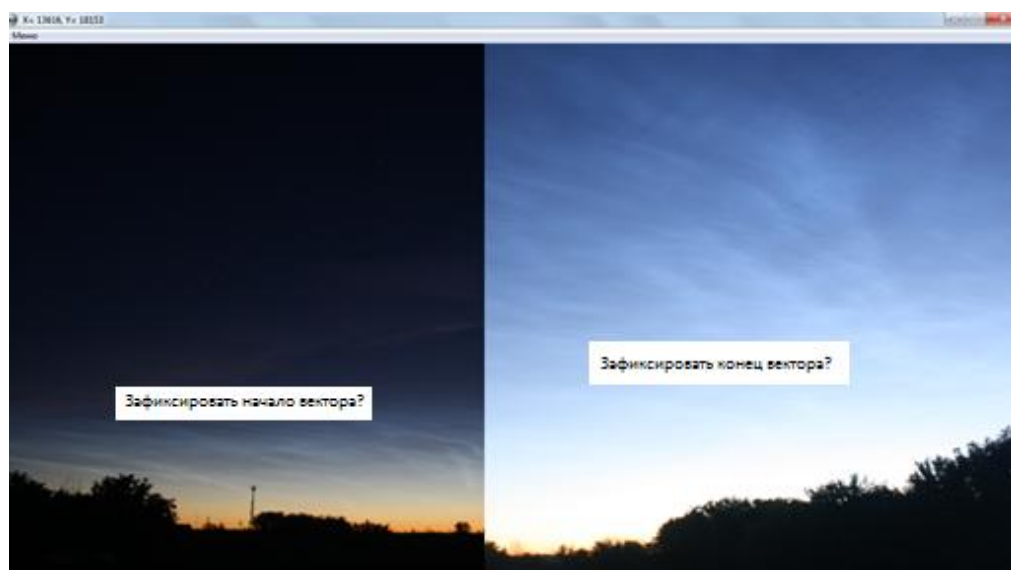


Рисунок 5 Наложение изображений полей МСО и обозначение вектора смещения

Далее для всего набора изображений, строятся вектора смещения выбранных структур, которые показывают направление движения структур и значение скоростей, на выбранном интервале времени.

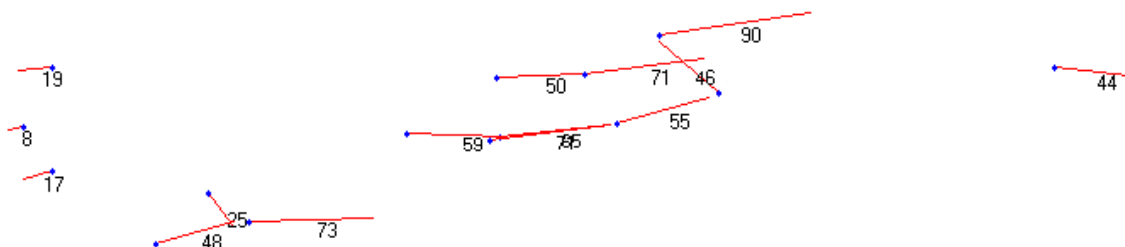


Рисунок 6 Поле векторов смещения структуры

Заключение

Обозначенная на рисунках 3 и 4 область практически осталась на своем исходном месте, то есть программа не зафиксировала её перемещение. С правой стороны облака мы видим, как часть структур развивается хоть и медленно в восточном направлении, при этом основная часть облака имеет довольно быстрое развитие в сторону запада. Выше было упомянуто, что часть облака вообще остается на своём месте с момента первой фиксации. Тем самым можно утверждать что данное облако имеет, по крайней мере, два отдельных слоя.

Литература:

1. Солодовник А.А., Сартин С.А., Алексеева А.А., Нуракай Г., Черкасова А.В., О наблюдениях серебристых облаков в Северном Казахстане. *Norwegian Journal of development of the International Science* № 25 part 1, 2018, с. 8 – 11.
2. Сартин С.А., Рейбандт А.И. Определение слоистости МСО методом построения векторных полей скоростей отдельных структур. // Материалы Международной научно – практической конференции «Достижения и перспективы исследований небесных тел и Земли: фундаментальные, прикладные и научно–методические аспекты», Петропавловск, СКГУ, 2014, с. 164 – 168.