

УДК 551.593

В.Г.ТЕЙФЕЛЬ, А.М.КАРИМОВ, Г.А.ХАРИТОНОВА

НАБЛЮДЕНИЯ УНИКАЛЬНОГО ПОЯВЛЕНИЯ МЕЗОСФЕРНЫХ СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ НАД ВОСТОЧНЫМ КАЗАХСТАНОМ

В ночь с 14 на 15 июля 2006 г. при наблюдениях из Алматы был зарегистрирован уникальный случай формирования мезосферных серебристых облаков (МСО) над территорией Восточного Казахстана. Площадь поля МСО составляла до 90 тысяч квадратных километров. Основное поступательное движение МСО происходило в западном направлении со средней скоростью около 82 ± 40 м/с.

В летний период с конца мая до начала августа 2006 г. в соответствии с проектом «Мезосфера0507» республиканской космической программы, являющимся продолжением ранее начатых исследований [1], лаборатория физики Луны и планет Астрофизического института им. В.Г.Фесенкова выполняла поиск и наблюдения мезосферных серебристых облаков, формирующихся в районе мезопаузы на высоте около 82 км. Для этого была организована экспедиция в Северный Казахстан (совместно с Северо-Казахстанским Университетом), где условия видимости МСО наиболее благоприятны. Одновременно велись патрульные наблюдения на обсерватории Астрофизического института в Алматы, поскольку не исключалась редкая, но реальная, возможность их появления и на более южных широтах.

В предутренние часы с 14 на 15 июля 2006 г. действительно наблюдалось появление и развитие значительного и довольно яркого поля МСО низко над горизонтом в северо-восточной части неба. Облака появились около 3 ч. 45 м. (21h 45m UT) и с 3 ч. 52 м. была начата фотосъемка утреннего сумеречного сегмента и МСО на цифровую камеру PANASONIC LUMIX с территории обсерватории Астрофизического института. от северо-восточного угла корпуса планетной лаборатории АФИФ. Сектор обзора составлял около 45 градусов к востоку от точки севера и около 60 градусов к западу. Западная граница МСО находилась в азимуте около 8 градусов к Е от N и постепенно перемещалась к западу. Всего до 4 ч. 49 м был получен 91 снимок МСО, включая основной их массив и отдельное небольшое образование вблизи восточного края сумеречного сегмента. За это время угол погружения Солнца под горизонт менялся от -14.2 до -5.6 градуса. Облачное поле в основном состояло из волокон, параллельных горизонту и перемещав-

шихся в западном направлении, что характерно для движений МСО. Однако наблюдалось одно волокно, пересекавшее основной массив и перемещавшееся к северо-востоку.

Впоследствии, в августе 2006 г. в один из вечеров создались благоприятные условия дальней видимости, когда была хорошо различима линия видимого горизонта на севере и северо-востоке. В это время с той же точки наблюдения была выполнена панорамная съемка сумеречного неба и горизонта, что дало возможность путем привязки к местным удаленными объектам провести на снимках линию горизонта и экстраполировать ее на снимки в северо-восточном направлении, где горизонт скрыт холмом.

Эта линия видимого горизонта не является линией математического горизонта, поскольку пункт наблюдения находится на высоте около 1400 м над уровнем моря. Соответственно, она проходит ниже математического горизонта приблизительно на 1.4 градуса. Зато она дает возможность правильно ориентировать снимки, полученные ранее, по горизонтали. Для этого было необходимо повернуть снимки с изображениями МСО на 3 градуса против часовой стрелки. На одном из снимков серии съемки МСО по хорошо видимым звездам из созвездия Большой Медведицы (οUMa, 23, 25 и 29 UMa) были определены азимут (10.8 градуса к Е от N) и угловая высота (1.3 градуса) телевизионной вышки (по расположению ее верхнего сигнального огня).

Сначала был определен масштаб кадра в его нижней части, где располагались МСО и опорные звезды. По известному угловому расстоянию между 23 UMa и οUMa (454 угловых минуты или 7.6 градуса) масштаб был найден равным 0.034 град./пиксель. Угловые высоты звезд и азимуты (относительно математического

горизонта) находились с помощью астропрограммы "THE SKY" на момент съемки. После этого нетрудно было рассчитать и провести линию математического горизонта на всех кадрах, снятых при неизменном положении фотокамеры.

Следующим этапом обработки наблюдений был расчет азимутально-высотной сетки по методу, описанному в [2,3], для чего на снимках необходимо было сначала определить высоту и азимут для центра кадра. Для этого использовались звезды, достаточно близкие к центру снимка, так что погрешность, связанная с нелинейной проекцией небесной сферы (входящего в кадр участка неба), при этом была наименьшей. В результате для серии снимков, полученных при одном неизменном положении фотокамеры (снимки с номерами 680-695), были найдены высота $h_0=13.4^\circ$ и азимут $A_0=27.4^\circ$ к востоку от точки севера.

На рис.1 показан образец рабочего снимка МСО с нанесенной сеткой. Линии горизонта соответствует нижний срез рисунка. Для иллюстрации на нем же помещена рассчитанная по формуле Бурова [4] шкала расстояний в километрах от пункта наблюдения до проекции на земную поверхность деталей МСО, видимых на разных угловых высотах.

Дальнейшая обработка для нанесения на карту облачного поля выполнялась с помощью программ GETDATA и EXCEL. Первая программа позволяла оцифровать контур поля МСО, а вторая – перевести измеренные величины угловых высот и азимутов в расстояния и прямоугольные координаты проекции поля на земную поверхность в километрах (рис.2). После этого полученный контур поля переносился на географическую карту (рис.3). Пунктиром на этих рисунках отмечена та часть поля МСО, которая была скрыта холмом при наблюдениях, так что точный контур там определить было невозможно.

Общая площадь поля МСО, располагавшегося над Восточным Казахстаном, составляла от 60 до 90 тысяч кв.км. По измерениям положения отдельных деталей на нескольких последовательных снимках были определены их скорости движения и направление. Точность определения не могла быть высокой, так как угловая высота над горизонтом для основной части поля облаков не превышала 8-9 градусов. Среднее значение скорости составило

82 ± 40 м/с. Направления векторов скоростей, показанные на рис.4, лежат в пределах углов от -51 до $+52$ градусов от направления на запад, являющегося преимущественным для общего перемещения всего поля МСО. Исключение составило упомянутое выше протяженное волокно, перемещавшееся в противоположную сторону (рис.4). Это, как и ряд других наблюдений, свидетельствует о по крайней мере двухярусности зоны формирования МСО в мезопаузе. Волновые движения, индикаторами которых и служат волокна или гребни, формирующиеся на вершинах или впадинах волн, происходят независимо на этих ярусах. Все эти особенности наилучшим образом прослеживаются на анимациях, составленных из ряда последовательных снимков. Анимации помогают легче выявлять наиболее устойчивые детали, по которым определяются скорости движения.

Появление МСО над территорией Казахстана – крайне редкое событие. Подобное, за исключением еще двух-трех случаев очень слабых и узко локализованных облаков [5,6], имело место в предутренние сумерки 16-17 июня 1996 г., когда также над Восточным Казахстаном сформировалось мощное поле серебристых облаков [7].

Благодаря включению исследований МСО в космическую программу Казахстана имеется возможность организовать регулярные патрульные наблюдения для обнаружения МСО над Казахстаном и выяснения причин перемещения к югу границы их возможного появления. Надо отметить, что появление МСО 14-15 июля 2006 г. явно было связано с какими-то обширными в географическом (долготном и широтном) распространении аномалиями в атмосфере. Именно в эту ночь было получено аномально большое число сообщений о появлении МСО от наблюдателей в Западной Европе (рис.5). Если в среднем за сезон число публикуемых в международном каталоге [8] сообщений в одну ночь составляло около 8-10, то в ночь 14-15.07.2006 поступило не менее 49 сообщений. Наблюдались в эту ночь серебристые облака и из наших экспедиционных пунктов в Северном Казахстане, но над территорией Западной Сибири и в более раннее время.

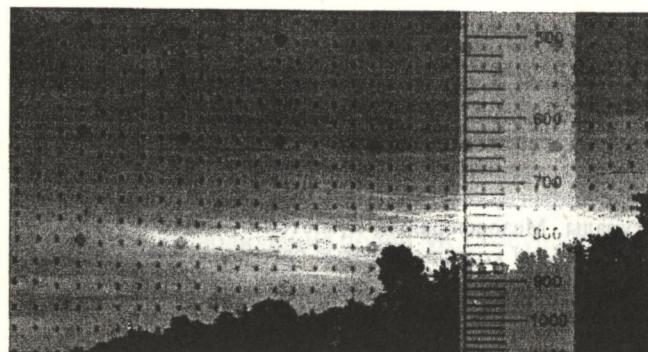


Рис.1 Цифровой снимок МСО с нанесенной градусной альт-азимутальной сеткой и шкалой расстояний до проекции облачного поля. Нижний срез рисунка соответствует линии математического горизонта

Рис.2. Образцы контуров поля МСО в проекции на земную поверхность (координаты в км). Диагональная линия отмечает сектор видимости поля МСО из точки наблюдения

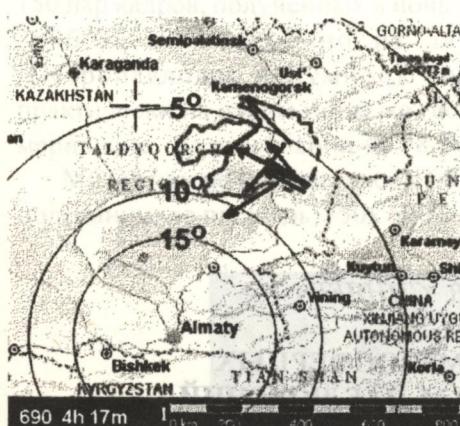
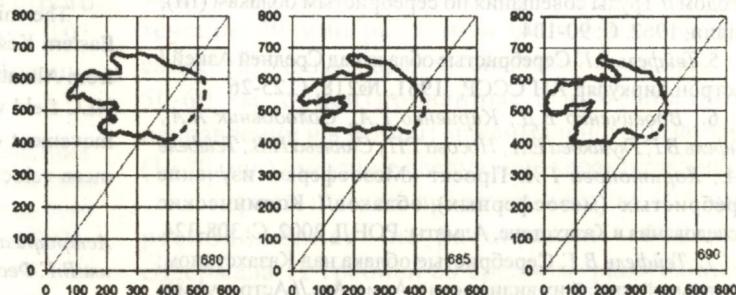


Рис.3. Пример нанесения на карту контура поля МСО и направления векторов скорости движения отдельных деталей облаков

ЧИСЛО НАБЛЮДЕНИЙ МСО В ИЮЛЕ 2006 г.

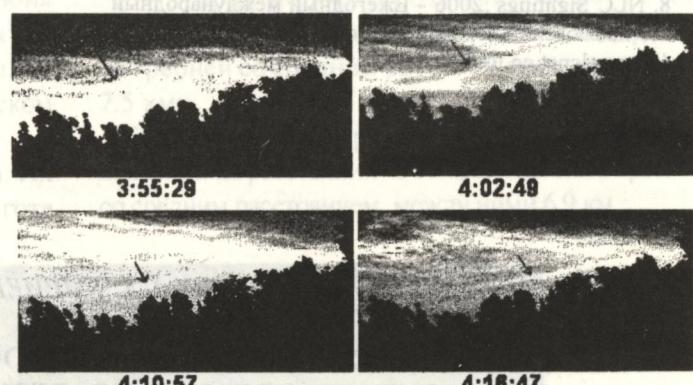
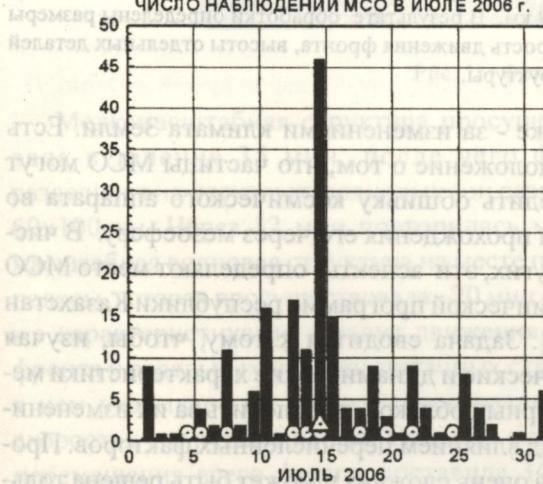


Рис.4. Движение волокна МСО (помеченного стрелкой), обратное общему направлению движения поля МСО .

Рис.5. Количество сообщений о наблюдениях МСО в июле 2006 г. в Западной Европе (гистограмма). Кружки - даты наблюдений в Северном Казахстане, треугольник - наблюдения в Алматы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тейфель В.Г. Космический эксперимент по наблюдению мезосферных (серебристых) облаков.// Наука Казахстана – освоению Космоса. «Новости науки Казахстана», 1995, С.23-25.

2.Бронштен В.А., Гришин Н.И. Серебристые облака. М., «Наука», 1970, 359 с.

3. Броништэн В.А. Серебристые облака и их наблюдение. М., «Наука», 1984. С: 1-128.

4. Буров М.И. Определение проекции серебристых облаков на земную поверхность фотограмметрическим методом // Труды совещания по серебристым облакам (III), Таллин, 1962. С: 90-104.

5. Тейфель В.Г. Серебристые облака над Средней Азией./ / Астрон.циркуляр АН СССР, 1961, №218, С.25-26

6. Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Солововник А.А., Тейфель В.Г, Глушкова Е.А., Носова Т.П., Синяева Н.В., Тейфель Я.А., Харитонова Г.А. Проект «Мезосфера»- изучение серебристых (мезосферных) облаков// Космические исследования в Казахстане, Алматы: РОНД, 2002. С: 308-324.

7. Тейфель В.Г. Серебристые облака над Казахстаном: уникальный случай их видимости в Алма-Ате.// Астрокурьер, №4, сентябрь 1996.

8. NLC Sightings :2006 - Ежегодный международный каталог наблюдений серебристых облаков // Internet site : <http://www.nlcnet.co.uk/>

Резюме

Алматы бакылауларынан 2006 жылдың 14-нен 15-ші шілдеге қараған түніндеги Шығыс Қазақстан үстіндегі мезосфералық күмістей бұлттардың қалыптасының бірегей жағдайы тіркелді. Мезосфералық күмістей бұлттардың өрісінің ауданы 90 мың шаршы шақырымнан тұрады. Мезосфералық күмістей бұлттардың негізгі ілгерілемелі қозғалысы батыс бағытында $82 +/- 40$ м/с шамасындағы орташа жылдамдықпен пайдалады.

Summary

The unique case of the Noctilucent clouds apparition above Eastern Kazakhstan have been registered by the observations from Almaty in the night 14-15 July 2006. The area of the NLC field was about 90000 square kilometers. Main general movement of the NLC field was directed westward and the mean velocity have been estimated about $82 +/- 40$ m/s

Астрофизический институт
им. В.Г. Фесенкова, г. Алматы Поступила 20 апреля 2007 г.