

СЕКЦИЯ 3. ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В АТМОСФЕРЕ

ЛИДАРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ НАД КАМЧАТКОЙ В ИЮНЕ 2009 ГОДА LIDAR OBSERVATIONS OF NOCTILUCENT CLOUDS OVER KAMCHATKA IN JUNE 2009

Бычков В. В.¹, Пережогин А. С.¹, Шевцов Б. М.¹, Маричев В. Н.², Черемисин А. А.³

¹Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, с.

Паратунка, Камчатского края

²Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск.

³Сибирский Федеральный Университет, Красноярск

According to the results of lidar observations carried out in June 2009 in Kamchatka, a very rare phenomenon, noctilucent clouds, was observed during a week from June 17 to 23 at the heights of 80-85 km. Simultaneously with that "Aura" satellite registered temperature decrease at this heights up to about 135°K on June 22. We describe the method of correction of lidar signals to remove the effects of consequences of the applied FEU which allowed to reform the profiles of the scattering ration up to the heights of 85-90 km.

Введение. Серебристые (мезосферные) облака, появляющиеся в летнее время в приполярных областях на высотах 80-90 км, впервые обнаружены в 1880 году. Серебристые облака возникают в результате конденсации имеющихся в области мезопаузы паров воды в присутствии пылевых частиц метеорного слоя при понижении температуры до очень низких значений, достигающих иногда 130°K, и бывают доступны для визуального наблюдения в сумерках. В 1989 году серебристые облака впервые наблюдались с помощью лидарной техники [1]. С тех пор в определении параметров мезосферных облаков все возрастающую роль играют лидарные методы исследования. С помощью лидарной техники становится возможным определить не только высоту и яркость облаков, но и такие параметры как размер и форма составляющих их частиц, горизонтальную структуру составляющих слоев. В лидарных исследованиях серебристых облаков, как и в исследовании аэрозолей, одним из определяемых параметров является отношение обратного рассеяния, суммарного к молекулярному.

В работе [2] подводятся итоги семилетних лидарных наблюдений серебристых облаков в обсерватории ALOMAR, северная Норвегия, (69N, 16E). По результатам накопленных лидарных данных в различных геофизических условиях обсуждаются статистические закономерности в появлении мезосферных облаков и их параметров. Однако в месте расположения лидара на Камчатке (53N, 158E) появление серебристых облаков следует отнести к редким явлениям. Лидарной станцией Камчатки появление серебристых облаков регистрировалось впервые, в течение недели в июне 2009 года. Наблюдения не были ориентированы на регистрацию мезосферных облаков и факт их обнаружения, в известной степени, можно считать случайным.

Средства наблюдений. Описание лидарной станции Камчатки приведено в работе [3]. В июне 2009 года наблюдения проводились при следующих параметрах лидара: лазер Brilliant V, длина волны излучения – 532 нм, энергия в импульсе – 0.4 Дж, частота – 10 Гц, диаметр приемного зеркала 60 см, угол зрения приемника – $7.5 \cdot 10^{-4}$ рад. Вертикальное разрешение приемника - 1.5 км, обусловлено временным разрешением в 10 мкс счетчика фотонов Hamamatsu-H8784. ФЭУ – Hamamatsu-M8259-01, темновой шум при 20°С – 20 ф/с. В июне 2009 года наблюдения проводились со светофильтром с шириной полосы пропускания на полувысоте равной 0.5 нм. Для исключения засветок ФЭУ от сигналов ближней зоны во время наблюдений использовалось электронное запираание ФЭУ импульсом длительностью 140 мкс. Наблюдения проводились с целью исследования явления последействия ФЭУ, и сигнал регистрировался в течение 4 мс после посылки каждого светового импульса лазера, с шагом 10 мкс, что соответствует области высот от 21 до 600 км с шагом по высоте 1.5 км.

Результаты наблюдений. Как показали результаты обработки сигналов лидарной станции Камчатки в 2007-2009 годах, в измеренных сигналах, начиная с 60 км, наблюдается ложный рост отношения рассеяния, что может быть объяснено возрастанием влияния последействия ФЭУ. Рост влияния последействия ФЭУ обусловлен уменьшением основного сигнала, сигнала молекулярного рассеяния, падающим в интервале высот 60 - 100 км на 3

порядка, в соответствии с экспоненциальным уменьшением плотности атмосферы. В связи с этим была разработана методика вычитания этой помехи. Обоснованию этой методики посвящена работа [4], в которой показано, что коррекция исходного сигнала, путем отыскания экспоненты в области 90-150 км и вычитания ее из исходного сигнала, позволяет восстановить профиль отношения рассеяния до высот около 80 км.

На рис. 1 приведены откорректированные на последствие профили отношения рассеяния за 17, 22 и 23 июня 2009 года. Исходные данные накапливались около 4 часов и содержат 130-140 тысяч первичных сигналов. По рисунку видно, что в следовавших один за другим днями, 22 и 23 июня, области повышенного светорассеяния совпадают и расположены в интервале высот 80-87 км. Неделями ранее, 17 июня, толщина наблюдавшегося слоя примерно вдвое меньше, область повышенного светорассеяния занимает интервал 80-83 км.

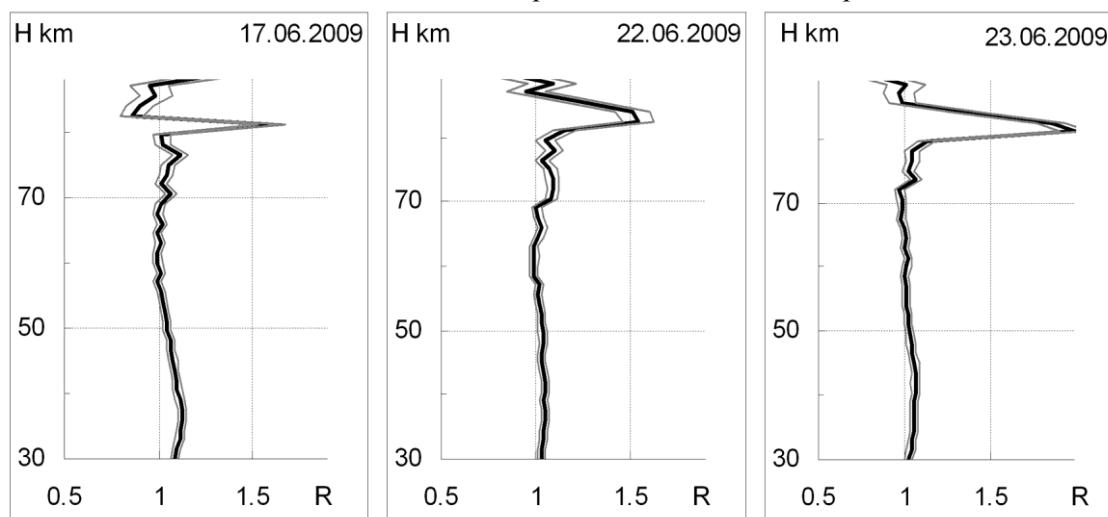


Рис. 1. Отношение рассеяния в области высот 30-90 км над Камчаткой по результатам лидарных наблюдений 17, 22 и 23 июня 2009 года.

На рис. 2а изображены данные измерений температуры метеорологического спутника NASA “Aura”, полученные 17 и 22 июня при пролете в ближайшей (по географическим координатам) к месту расположения лидара точке. В обоих случаях измерения проведены в ночных условиях, местное время ~ 4:00 - 5:00 Lt. Для сравнения на том же рисунке приводятся данные измерений температуры этим же спутником 3 июня, ближайшее расстояние реализовалось в 15:04 Lt. Если 3 июня в области 85-90 км зафиксирована температура 174°K (день), то 17 и 22 июня в этом же интервале высот были отмечены температуры 140°K и 135°K соответственно (ночь).

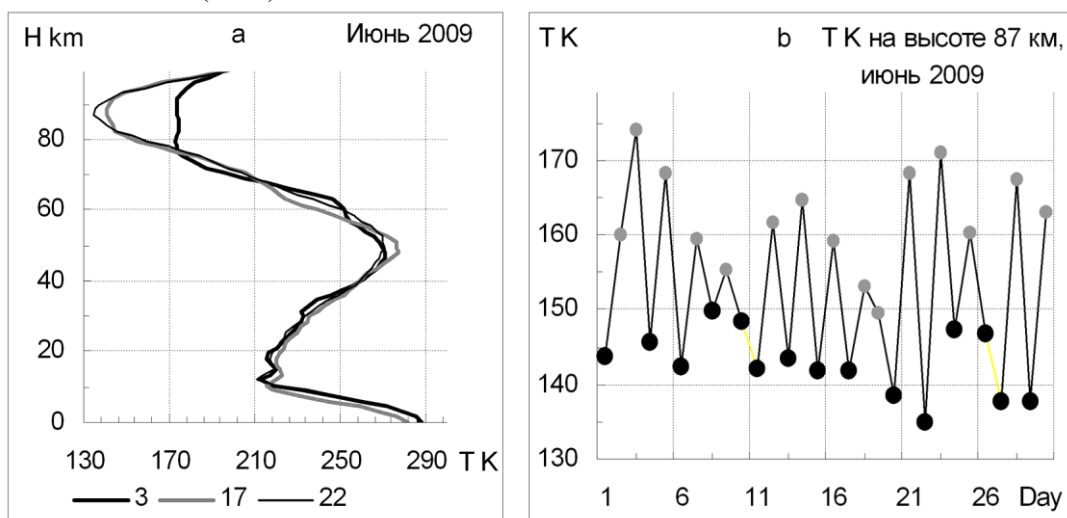


Рис. 2. Профили температуры 3, 17 и 22 июня по данным спутника Aura (а), и месячный ход температуры на высоте 87 км (б) в июне 2009 г.

На рис. 2б изображен месячный ход температуры в области мезопаузы, на высоте 87 км, измеренный тем же спутником. Темными маркерами отмечены дни с локальными

минимумами температуры, измеренными при пролете спутника в ночных условиях (4:00-5:00 Lt). Верхние значения температуры на графике получены в точках траекторий при пролете в дневное местное время, около 15:00-16:00 Lt. Точки измерения отобраны по критерию минимального расстояния от лидара и в таком виде дают представление о величине суточных вариаций температуры. Непосредственно по маркерам видно, что уже 17 июня наблюдаются пониженное ночное значение температуры равное 141.5°K, а 20, 22, 27 и 29 июня температура на высоте 87 км опускается ниже 140 градусов. Ход линии маркеров наглядно показывает, что в июне наблюдались два периода с ночными понижениями температуры ниже 140 градусов – с 17 по 22 и 27-29 июня. В первом случае были зарегистрированы области повышенного светорассеяния на высотах 80-87 км. Эти обстоятельства позволяют сделать заключение том, что наблюдавшиеся в период с 17 по 23 июня повышения отношения рассеяния в области 80-87 км не являются случайными флуктуациями аэрозольного содержания и соответствуют появлению на этих высотах полярных мезосферных облаков.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН №16, гранта РФФИ № РФФИ 07-05-00734а, программы ДВО РАН №06-П-СО-07-026

Литература

1. Hansen, G., Serwazi, M., and von Zahn, U.: First detection of a noctilucent clouds by lidar // GRL, 16, 1445-1448, 1989.
2. J. Fiedler, G. Baumgarten, G. von Cossart. Mean diurnal variations of noctilucent clouds during 7 years of lidar observations at ALOMAR // Annales Geophysicae, 23, 1175-1181, 2005.
3. Бычков В. В., Маричев В.Н., Пережогин А. С., Шевцов Б. М., Шумейко А. В. Динамика лидарных отражений в мезосфере Камчатки в период зимнего аномального поглощения радиоволн в ионосфере // Оптика атмосферы и океана. 2008, № 12, с. 1083-1087.
4. Бычков В. В., Пережогин А. С., Шевцов Б. М., Маричев В.Н., Новиков П.В., Черемисин А.А. Сезонные вариации аэрозольного наполнения стратосферы и мезосферы Камчатки по результатам лидарных наблюдений в 2007-2009 г. // Материалы V международной конференции “Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений”

СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ АЭРОЗОЛЬНОГО НАПОЛНЕНИЯ СТРАТОСФЕРЫ И МЕЗОСФЕРЫ КАМЧАТКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЛИДАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В 2007 – 2009 Г.Г.

SEASONAL VARIATIONS OF AEROSOL FILLING OF STRATOSPHERE AND MESOSPHERE OF КАМЧАТКА BY RESULTS OF LIDAR OBSERVATIONS IN 2007-2009 Бычков В. В.¹, Пережогин А. С.¹, Шевцов Б. М.¹, Маричев В.Н.², Новиков П.В.³, Черемисин А.А.⁴

¹Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, с. Паратунка, Камчатского края,

²Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск.,

³Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ГОУ ВПО ИрГУПС в г. Красноярске

⁴Сибирский Федеральный Университет, Красноярск

By results of lidar observations carried out in 2007-2009 years in Kamchatka, the seasonal dynamics of aerosol distributions in the range 30-80 km is analysed. Double layered structure of aerosol appearance, located at 35-50 and 60-75 km was find out. The similarity and distinctions of aerosol distribution in Kamchatka with the West Siberian ones was established. The method of correcting lidar signals, allowing to restore dispersion ratio up to 80 km, is described.

Введение. Считается, что при высотах зондирования больших 30 км лидарные сигналы воспроизводят молекулярное рассеяние [1,2] и только в особых случаях, например при вторжениях больших комет, наблюдается слои аэрозольного рассеяния в верхней стратосфере и мезосфере [3]. Между тем, по данным лидарных наблюдений над Томском, обнаружено появление аэрозольного рассеяния в зимнее время на высотах 35-45 км [4]. В январе 2008 года, над Камчаткой обнаружено появление аэрозольных слоев над стратопаузой [5]. В настоящей работе представлены результаты анализа двухлетних лидарных наблюдений верхней стратосферы и мезосферы над Камчаткой.