

О.А. Авасте, Т.Е. Томас

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР ПО СЕРЕБРИСТЫМ ОБЛАКАМ

Международный семинар по серебристым облакам состоялся в Таллине с 27 по 31 июля 1988 г. Семинар был организован рабочей группой по серебристым облакам комиссии по метеорологии верхней атмосферы Международной ассоциации метеорологии и физики атмосферы Международного геодезического и геофизического союза, Межведомственным геофизическим комитетом при Президиуме АН СССР, Центральной аэрологической обсерваторией Госкомгидромета СССР, Тартуским государственным университетом и Институтом астрофизики и физики атмосферы АН ЭССР. В работе семинара принимали участие 29 ученых из 8 стран мира. Основное внимание на семинаре было уделено новым данным о климатологии и физике серебристых облаков, особенно проблемам использования ракетной и космической техники для исследований в мезопаузе. Было представлено 20 докладов, которые были подробно обсуждены в ходе проводившихся дискуссий.

Сопредседатель международного семинара по серебристым облакам Г.Э. Тхomas (США) сделал обзор о научной тематике предыдущего семинара по серебристым облакам, который состоялся в Боулдере, Колорадо (США), с 16 по 18 марта 1988 г. Он проанализировал главные тенденции и нерешенные проблемы, связанные с ионосферными процессами в зоне образования СО, с динамикой мезопаузы, с микроструктурой СО, с электродинамикой в мезопаузе, а также с проблемами климатологии и морфологии СО.

Два доклада были посвящены электродинамическим процессам в средней атмосфере и в мезопаузе.

А.М. Задорожный представил результаты измерений вертикальной компоненты электрического поля и вертикального распределения окиси азота в средней атмосфере по ракетным измерениям с острова Хейса (81°с. ш. 58°в. д.) и в Волгограде (48°с. ш., 46°в. д.). Эти измерения показали, что во время «тихого» магнетического периода напряженность электрического поля в высокоширотной мезопаузе значительно меньше, чем в средних широтах. При сильном возмущении профиль E-слоя в высоких широтах становится сходным с профилем для средней широты. Над Волгоградом зависимость напряженности электрического поля от геомагнитного возмущения оказывается слабее.

В.А. Гольдберг (США) дал обзор проблем электродинамики средней атмосферы и мезосферы в высоких широтах. Он указал, что открытие возможных сильных (порядка единиц Вольт на метр) электрических полей в мезосфере дает основание говорить о более активном электрическом воздействии в этом регионе, чем ранее предполагалось. Измерения, выполненные в последнее время, показывают влияние СО на величину напряженности электрического поля. В дальнейшем планируется изучение влияния мезосферных облаков на локальную электрическую среду. Параметры электрического поля могут быть использованы для слежения за состоянием нейтральной атмосферы, в частности за турбулентностью и структурой гравитационных волн в высоких широтах и в связи с этим могут являться могучим орудием для изучения динамики мезосферы и ее связи с электрическими явлениями.

Проблемы влияния гравитационных волн на поле температуры в районах, близких в мезопаузе, были обсуждены в докладе А. Эбела. Он продемонстрировал результаты, полученные для трехмерной модели глобальной циркуляции: глубина температурного минимума, полученная в этой модели, явно зависит от интенсивности гравитационных волн. Он показал также взаимосвязь между интенсивностью разрушения гравитационных волн и формированием СО. Э. Копп (Швейцария) исследовал присутствие в СО ионных кластеров. Ионы в холодных арктических регионах мезопаузы могут быть ядрами сублимации, т.е. причиной образования ледяных частиц, которые формируют СО и полярные мезосферные облака (особенно, когда температура мезопаузы ниже 150°К). Состав этих ионов может также дать важную информацию о термической структуре и композиции нейтральных компонентов, таких как H₂O, H₂O₂ и др. Он проанализировал данные трех ракетных измерений над Кируной (30 июля—17 августа 1978; 3 августа 1982 г.) на присутствие СО. В переходной области высот, где доминирующие протон-гидраты превращаются в молекулярные ионы. Наблюдаемый профиль протон-гидратов более резкий, чем предсказывает модель. Это состояние указывает на резкое изменение переноса.

М.Ф. Тейлор (Англия) с соавторами Р.П. Лоу (Канада), Р.Дж. Бейкером и Дж. Ульвиком (США) представили доклад о связи серебристых облаков с эмиссией ночного неба. Измерения, проведенные в течение нескольких последовательных ночей в исследовательском центре Поумер Флат, Аляска (65.1°с. ш., 147,50°з. д. в августе 1986, а также наблюдения в аэропорту Гулкана (62.2°с. ш. 145.5°з. д.) показали, что изучение интенсивности эмиссии и температуры мезопаузы должно дать информацию о состоянии атмосферы в окрестности мезопаузы во время появлений СО.

П. Ротвелл и П.Н. Смит (Англия) представили информацию о системе слежения с помощью приборов зарядовой связи (ПЗС), которая позволяет одновременно исследовать структуру волн СО и свечения ОН. Эта система была подвергнута подробному первоначальному исследованию.

Климатология СО по наблюдениям с поверхности Земли была обсуждена Н.П. Фаст и В.Г. Фастом (СССР).

В докладе О.Б. Васильева, Ч.И. Виллманна, Л.С. Ивлева и А.И. Лазарева отмечено, что последние наблюдения облачных образований в мезопаузе в экваториальных широтах с советских космических кораблей и в полярных районах с американских ИСЗ перечеркнули представление о широтных границах появления мезосферных (в широком смысле слова) образований. То же следует, по-видимому, констатировать и относительно сезонных границ их образования. При этом, несомненно, остаются определенные широтные и сезонные зависимости вероятности появления всех отмеченных образований. Рассмотрение широтной и сезонной зависимостей границ разности температур между стратосферным максимумом на высоте около 50 км и мезосферным минимумом (на высоте порядка 82 км) показывает, что в мезосфере условия, благоприятные для возникновения конвективной неустойчивости, возникают летом в высоких широтах. Это может объяснить более высокую вероятность образования мезосферных облаков летом в высоких широтах даже в том случае, если они состоят из пылевых частиц. Конденсационный рост частиц серебристых облаков на указанных пылевых частицах или ионах (кластерах) не исключается.

Г.Э. Тхомас, Э.И. Йенсен, О.Б. Тун (США) проанализировали кажущееся расхождение при сравнении фотометрических данных СО и полярных мезосферных облаков (ПМО). Они установили, что в диапазоне широт $50^\circ \div 65^\circ$ яркость СО может быть в десять и более раз выше, чем при рэлеевском атмосферном фоне. Однако яркость ПМО показывает очень слабые облака (относительно фона). Эти ученые также представили модель, зависящую от времени, учитывающую малые вариации температуры и динамики на высотах мезопаузы. Модель показала, что яркость облаков максимальна около 23 часов. Этот пик возникает в результате появления новых ядер в зоне температурного минимума (в 19 часов), а также в связи с увеличивающимся конденсационным ростом существующих частиц.

Простая одномерная модель формирования СО была представлена Е.Л. Лангебраун (СССР). Она показала, что продолжительность, жизни ледяных частиц кубической и шестигранной форм в облачном, слое СО выше, так как частицы других форм выпадают раньше, чем успевают вырасти до видимых размеров.

А. Родди (Ирландия) продемонстрировал важность лабораторных исследований зарождения льда при низких температурах, сходных по значениям с температурой образования СО. Г. Витт (Швеция) представил результаты оптических и ракетных измерений летней мезопаузы. Н. Вильгельм (Швейцария) описал малогабаритный фотометр рассеянного света для экспериментального изучения СО.

Характер СО был также проанализирован в докладе М. Гадсена (Шотландия) и У. Шрэрера (ФРГ). В этом докладе был представлен обзор климатологического исследования СО в северо-западной Европе. Они указали на важность сравнения данных о течениях метеорных потоков с ежедневным появлением СО, необходимость изучения морфологии волнообразной структуры СО с включением наличия разрушения гравитационной волны, систематических измерений высот СО посредством триангуляции друг от друга сторон).

Доклад А.И. Лазарева, О.А. Авасте и Т.А. Даминова (СССР) был посвящен анализу связей между появлением СО и вулканическими, извержениями. Они предложили гипотезу о том, что причиной обнаруженных советскими космонавтами слоев СО в тропических широтах являются частицы и газы, транспортированные в мезопаузу во время больших вулканических извержений.

У. Фон-Зан и В. Майер (ФРГ) представили новые данные о температуре мезопаузы, полученные от ракетного центра Андойа (10—19 июня 1987 г.). В общем 26 пассивных падающих сферических тел были тщательно прослежены радарными системами, в результате чего были получены температурные профили высотного диапазона от 30 до 95 км. Были вычислены данные отдельных профилей средней температуры в июне и июле. В обоих случаях мезопауза была на высоте 88 ± 1 км и при температуре 128 ± 5 К. Эти ученые указали на то, что конденсация водяного пара может обнаруживаться на высоте мезопаузы не только в регионах, в которых температура локально понижена из-за прихода атмосферных волн, но и в регионах, где условия не нарушены.

Во втором докладе У. Фон-Зан обсуждал температурные профили мезопаузы, полученные посредством измерения эффекта Доплера с лазерным возбуждением резонансных линий. Эта техника позволяет получить с Земли при помощи лидарных измерений нейтральные газовые температуры на высотах от 80 до 110 км. В течение ночи температурные профили были получены для 10-минутных периодов интегрирования с разрешением в 1 км с точностью $\pm 5^\circ\text{K}$. Было показано, что в двух зимних измерениях (1985/86 г., 1986/87 г.) с декабря до конца февраля температура мезопаузы на высоте 100 км оказалась близкой к 193°K .

К.Р. Фильбрик (США) представил средние климатические величины ракетных измерений. Средние условия высотной широты летней мезопаузы дают температурный минимум около 125°K на высоте, близкой к 90 км. Летний сезон существенно отличается от зимнего не только в среднем профиле, но и в характере, частоте и структуре волны. Летние профили проявляют очень малую актив-

ность волны на высоте ниже 70 км, однако волны больших амплитуд могут расти на высотах между 80 и 100 км. Наблюдаемые волны важны при формировании СО и при других малых ядрах конденсации, так как равные, низкие температуры, достигающие 110°К, при минимумах волны, вероятно, встречаются часто. Г.А. Кокин (СССР) предложил идею о сотрудничестве советских ученых с компанией «СО-90». Центральная аэрологическая обсерватория СССР совместно с Новосибирским государственным университетом произведут запуск нескольких ракет типа М-100 в районе острова Хейс согласно координационной программе. Ракеты будут оснащены следующей аппаратурой: термометром сопротивления, ротационным измерителем поля, сферической ловушкой, зондом постоянного тока, фотоионизационным датчиком. Всего в эксперименте может быть использовано до 20 ракет. Кроме того, есть возможность представить несколько ракет (3–5) зарубежным специалистам для установки аппаратуры и реализации программы, представляющей общий интерес.

Для участников семинара был организован осмотр достопримечательностей г. Таллина. Они посетили Тартуский государственный университет, Институт астрофизики и физики атмосферы в Тыравере. Следующий семинар по проблемам СО, климатологии, мониторинга физико-химических явлений из космоса (в частности, характерные размеры частиц СО и ПМО, нуклеация и рост частиц, влияние разрушающих гравитационных волн, крупномасштабные процессы, возможное изменение химического, ионного состава, электрического поля и т.д.) будет проведен в рамках генеральной ассамблеи МАМФА в Ридине (Соединенное королевство), где утренняя сессия по СО состоится в августе 1989 г. Информацию можно получить по адресу: Dr. M.I. Taylor, Department of Physics University of Southampton, S09 5NH, United Kingdom.

Тартуский госуниверситет,
Институт астрофизики и физики атмосферы
АН Эст. ССР

Поступила в редакцию

26 сентября 1988 г.