

□ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

«Мыс Баранова» могут быть в будущем переданы непосредственно в мировую сеть мониторинга аэрозолей в рамках Arctic Monitoring and Assessment Programme (АМАР), в глобальные модели транспорта аэрозолей и дальнего переноса воздушных масс, а также для проведения сравнительных измерений уровней загрязнений на полярных станциях. Предполагается, что в дальнейшем такие приборы-аэталометры послужат основой для создания мобильной системы комплексного анализа аэрозольного состава атмосферы при проведении экспедиционных работ в удаленных районах, будут устанавливаться на передвижных платформах и беспилотных летательных аппаратах.

В заключение следует отметить, что значительная изменчивость массовой концентрации аэрозолей в фоновой и загрязненной атмосфере, их микроструктуры, состава, содержания органических, неорганических и ионных соединений существенно усложняет задачу анализа аэрозольной нагрузки атмосферы и оценки климатических последствий эмиссии. Аэрозоли горения могут служить трассером загрязнений, позволяющим идентифицировать источник эмиссии, если их характеристики определены в зависимости от вида топлива, условий и способа его сжигания. Учитывая вышесказанное, пробы аэрозоля, отобранные на НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»», будут подвер-

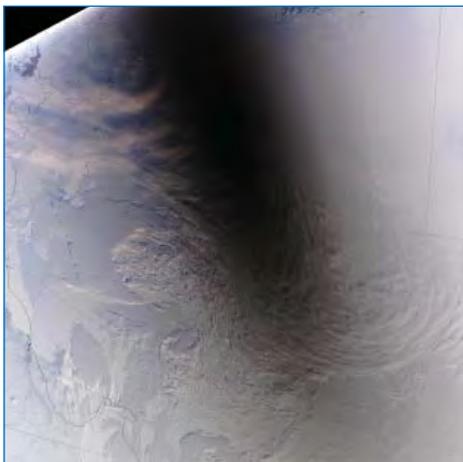
гнуты комплексной характеризации образцов частиц с использованием аналитического и химического оборудования лаборатории анализа аэрозолей НИИЯФ МГУ. Методами микроскопического анализа индивидуальных частиц в образцах проб будут идентифицированы микромаркеры дизельной эмиссии по наличию групп частиц сажи. При этом распространенность характерных групп определит степень загрязнения аэрозолей источниками дизельной эмиссии по сравнению с фоновым морским аэрозолями. Анализ содержания органических/неорганических и ионных компонентов в климатически активных и опасных аэрозольных составляющих загрязненной атмосферы определит влияние эмиссии судовых силовых установок. Кластерный анализ морфологии и состава индивидуальных частиц даст возможность оценить вклад дизельной эмиссии и шлейфов дальнего переноса воздушных масс в распространяемость и микроструктуру аэрозолей арктического региона.

*О.Б. Поповичева (НИИЯФ МГУ),
В.В. Мовчан (ААНИИ), Н.М. Ситников (ЦАО),
А.П. Макштас и В.Ю. Кустов (ААНИИ).
Фото О.Б. Поповичевой*

НАБЛЮДЕНИЯ ЗАТМЕНИЙ ПО ПРОГРАММЕ МОНИТОРИНГА ГЛОБАЛЬНОГО АЛЬБЕДО ЗЕМЛИ В АНТАРКТИКЕ

Солнечные затмения, как и лунные, представляют явления природы, знакомые человеку с древности. Хотя они довольно часты, в среднем происходит 2–3 солнечных и столько же лунных затмений в год, причем полных из них около трети, но одновременно затмения наблюдаются не повсеместно и поэтому считаются редкими. Очень часто они ассоциировались у людей с «концом света» и в прошлом использовались для астрологического устрашения народов. Мифологическое описание природы «внезапных концов света» сменилось научным подходом, выявившим регулярный и предсказуемый характер этих красочных природных явлений.

Космический снимок лунной тени при затмении Солнца
23 ноября 2003 года.



Согласно научному пониманию солнечные затмения происходят, когда Луна, обращаясь вокруг Земли, располагается между Землей и Солнцем и полностью или частично закрывает от наблюдателя наше светило. Стремительно скользя по земной поверхности, тень «закрывающей» Солнце Луны оставляет след длиной 10–12 тыс. км, показанный на левом снимке со спутника «Аква» аппаратурой MODIS (*R. Nemirow, J. Bonnell*, <http://www.astronet.ru/db/msg/1195319>). Там, где проходит лунная тень, происходит полное солнечное затмение. В области, захваченной полутенью, имеет место частное затмение, когда Луною «перекрыта» лишь

Снимок солнечного затмения с орбиты спутника Земли 13 сентября 2015 года
в области вакуумного ультрафиолета.



часть солнечного диска. Иногда тень располагается вне Земли, а полутень частично захватывает ее, и для земного наблюдателя видны только частные затмения, хотя с космической орбиты в период пересечения кораблем (спутником) лунной тени можно видеть не только частное, но и полное затмение. На правом рисунке представлен снимок солнечного затмения 13 сентября 2015 года со спутника Европейского космического агентства “Proba-2” (ESA 2015 09 Proba-2. http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/09/Proba-2_eclipse).

Интерес профессионального и любительского астрономического сообщества не ограничился пониманием только природы явления. Весь научный мир и многочисленные группы любителей буквально охотятся за солнечными затмениями, снаряжая специальные экспедиции с измерительной аппаратурой часто в отдаленные и труднодоступные места с единственной целью выполнить наблюдения полного или иного солнечного затмения для решения очередной насущной задачи. А такими задачами могут быть:

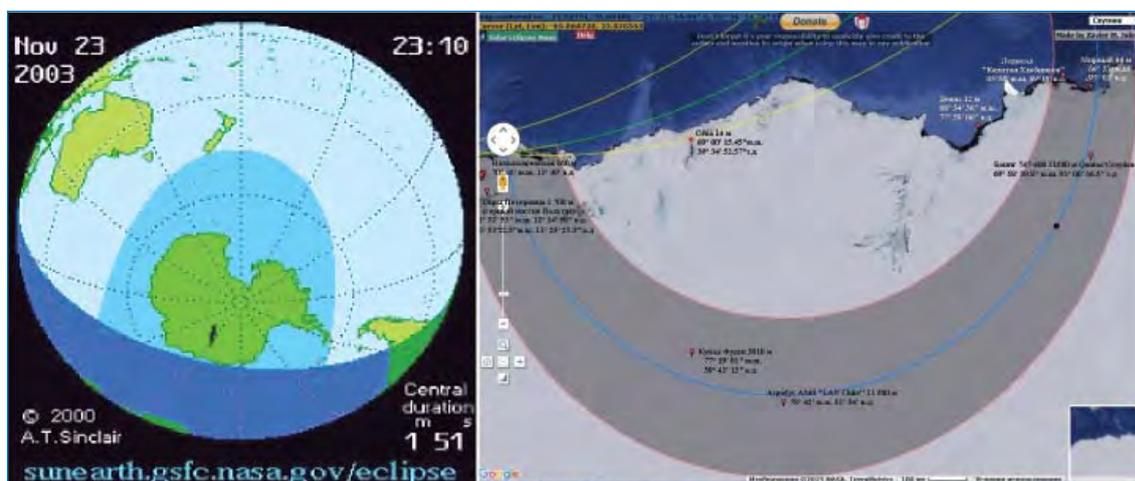
- всестороннее изучение внешних оболочек Солнца, его хромосферы и короны;
- спектральная фотометрия распределения потемнения свечения солнечного диска к его краю, обусловленного большим притоком энергии из более глубоких и горячих недр Солнца в центральной области по сравнению с краевыми участками;
- изучение «обращения» спектральных линий в наружной оболочке Солнца, когда излучение фотосферы в центре линии сильно поглощается наружными слоями и не доходит до наблюдателя, а менее поглощаемое излучение в крыльях линии достигает хромосферы, формируя фактически негативное изображение светлой линии;
- проверка гипотезы Эйнштейна о гравитационном искривлении световых лучей вблизи Солнца;
- контроль детальных обстоятельств солнечных затмений, а именно, точных моментов начала и окончания затмения, наибольшей фазы и четких границ полосы его видимости, для уточнения методов их прогнозирования;
- уточнение теории движения Земли и Луны по фотографиям солнечных серпов.

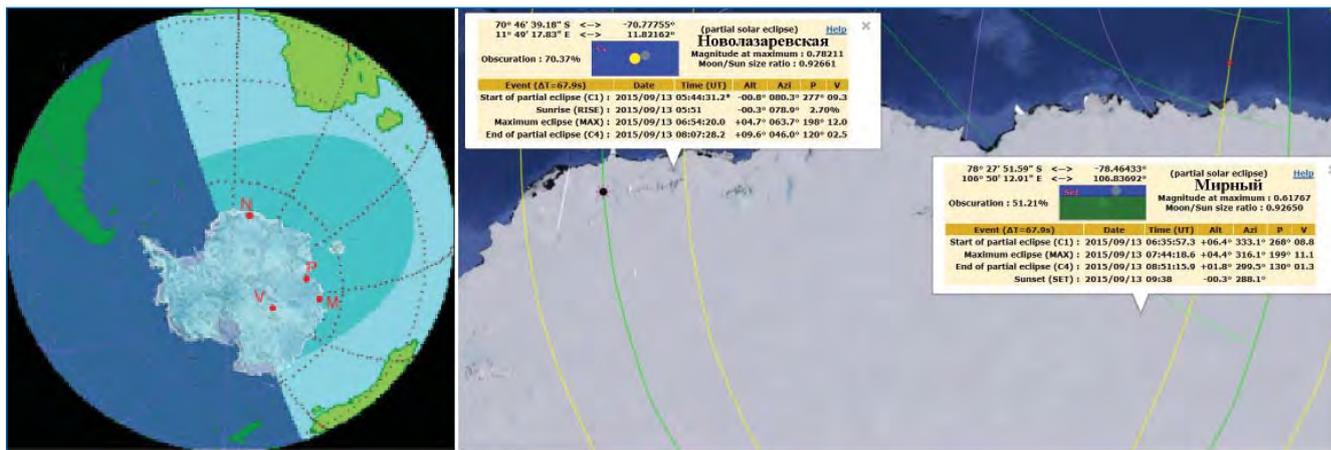
Антарктика, особенно ее континентальная часть — Антарктида, обладает прекрасными характеристиками прозрачности атмосферы, небольшой концентрацией водяного пара, аэрозолей и продолжительным периодом полярной ночи, позволяющими проводить непрерывные длительные астронаблюдения. Антарктическое плато

с его 3–4-километровыми высотами, низким содержанием осадочной воды (несколько сотых долей миллиметра) и среднегодовой температурой воздуха -50°C представляет собой идеальное место для астрономических наблюдений в инфракрасном и субмиллиметровом диапазонах. Практическое отсутствие восходящих турбулентных потоков от заснеженной и ледяной поверхности позволяет получать гораздо более спокойные и качественные изображения астрономических объектов, как в инфракрасном, так и в обычном оптическом диапазоне. Над решением последней задачи для обычных условий уже не одно десятилетие бьется становящаяся все более усложненной и дорогостоящей адаптивная оптика. Наконец, отсутствие загрязняющих воздух газообразных отходов деятельности человека и подсветки неба искусственными источниками окончательно убеждает в перспективности Антарктики как одного из наиболее интересных и привлекательных районов нашей планеты для астрономов и астрофизиков. Интерес к Антарктиде возрос и в связи с проблемой астероидной опасности после падения Чебаркульского метеорита. Недаром в астрономическом сообществе и журналах появился термин «антарктическая астрономия».

Первое массированное астрономическое «наступление» на антарктический континент произошло 23 ноября 2003 года, когда солнечное затмение в различных его фазах можно было наблюдать на всем южном континенте (левое изображение на построенном нами комбинированном рисунке с использованием данных из (A.T. Sinclair, F. Espenak. <http://eclipsewise.com/eclipse.html>), а полное в Восточной Антарктиде (правое изображение на рисунке). На левом изображении овальная область — область видимости затмения, темный серп представляет неосвещенную часть Земли. Лунная тень (правое изображение) прочертила в Восточной Антарктиде замысловатую полосу шириной около 490 км между нулевым и 110° восточным меридианом. Полоса полного затмения, вступив на побережье моря Лазарева и пройдя станции Новолазаревская и Майтри, пересекла горный массив Вольтат, затем углубилась внутрь континента до ст. Купол Фудзи и вновь сошла с побережья Антарктиды у моря Дейвиса в районе расположения станции Мирный. Астрономические наблюдения выполнялись не только на действующих антарктических станциях Новолазаревская, Мирный (Россия), Майтри, (Индия), Сева и Купол Фудзи (Япония). Наряду со стационарными станциями в зоне полного затмения были ор-

Область видимости затмения с земной поверхности (слева) и расположение в Антарктиде полосы полного затмения (справа) 23 ноября 2003 года.





Область видимости затмения с земной поверхности (слева) и расположение в Антарктиде зимовочных станций, где наблюдалось (справа) частное солнечное затмение 13 сентября 2015 года.

ганизованы самолетные (Ил-76Т, Аэробус А-340, Боинг 747-400, Гольфстрим 400 и Ан-2) и морские (ледокол «Капитан Хлебников») наблюдения.

Изучение солнечного затмения, особенно полного, одна из задач, решаемых при определении глобального альbedo Земли по излучению пепельного света Луны, выполняемых на станции Новолазаревская с 22 марта 2010 года. Связано это с тем, что во время наблюдений солнечных затмений с земной поверхности значения фазового угла Луны для излучения темной ее части минимальны и недоступны для обычных лунных наблюдений. При этом интерес представляет не только возможность калибровки измерений пепельного света Луны, но и сходство методов обработки фотографий в условиях прямой и боковой засветки аппаратуры от сильных источников излучения. Отметим, что светлая часть лунного диска на 4 порядка величины ярче темной, причем похожая ситуация возникает и при съемках частных солнечных затмений.

В 2015 году произошло 2 солнечных (полное 20 марта и частное 13 сентября) и 2 полных лунных (4 апреля и 28 сентября) затмения. Лунные затмения 2015 года ни в Антарктиде, ни в Санкт-Петербурге наблюдать не удалось: затмение 4 апреля в Санкт-Петербурге происходило под горизонтом, а ст. Новолазаревская оказалась вне области видимости затмения; наблюдать затмения 28 сентября в обоих пунктах не позволили погодные условия.

Солнечное затмение 20 марта 2015 года происходило в Северном полушарии Земли, и Антарктида была вне области его видимости. В Санкт-Петербурге оно было видно как частное с наибольшей фазой 0,78.

Область наилучшей видимости частного солнечного затмения 13 сентября 2015 года попала в область полярных широт Южного полушария. Для этого затмения ось лунной тени проходила на расстоянии 640 км от поверхности Земли. Для момента наибольшего затмения расстояние между центром Земли и осью конуса лунной тени минимально. Пункт наибольшего затмения (помечен звездочкой на правом изображении комбинированного рисунка) — это место на поверхности Земли, в котором на момент наибольшего для этого места затмения его фаза максимальна. Для частного солнечного затмения эта область всегда лежит на границе дня и ночи. Комбинированный рисунок построен по данным, доступным в сети Интернет (A. T. Sinclair, F. Espena. <http://eclipsewise.com/clipse.html>; Xavier M. Jubier. <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEsearch/SEsearchmap.php?Ecl=20150913>). На нем желтыми линиями показаны границы начала и

окончания частного затмения, зеленая линия отмечает положение лунной полутени в момент максимальной для данного места наблюдения фазы.

По прогнозу затмение 13 сентября 2015 года должно было достичь максимума в пункте с координатами 72,1° ю.ш., 2,3° з.д., расположенном недалеко от российской антарктической станции Новолазаревская. В момент и в месте наибольшего затмения азимутальный угол направления на Солнце должен был составить 77°.

13 сентября затмение можно было наблюдать на всех четырех, отмеченных литерами N, P, M и V на левом изображении комбинированного рисунка, российских зимовочных станциях, но по погодным условиям наблюдалось лишь на станциях Восток (V) и Новолазаревская (N). На станциях Мирный (M) и Прогресс (P) наблюдения не проводились из-за неблагоприятных погодных условий.

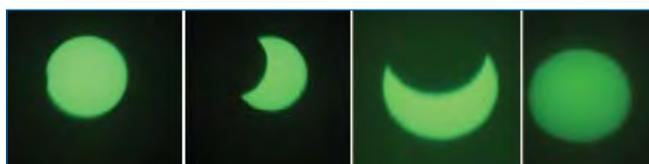
Несмотря на жесткие температурные условия на станциях Восток (температура воздуха достигала -66,4 °C) и Новолазаревская (-34 °C), российскими полярниками были успешно выполнены фотографические и телескопические наблюдения затмения.

Наблюдения на станции Восток провели А.С. Югов и А.Н. Чеботок. Съемка проводилась фотоаппаратом «Nikon D 3100» с объективом «Nikon DX» (фокусное расстояние 200 мм). Фотоаппарат был установлен на алюминиевой треноге в палатке с обогревом. Съемка проводилась в режиме ручного управления. В качестве светофильтра использовалось двойное стекло от защитных очков для электрогазосварки JY 51 DIN 0196 CE/ ANSI Z87.1. Для наблюдения за фазами затмения использовался бинокль с прикрепленным к нему защитным стеклом от маски сварщика. Всего было получено около 250 снимков, из которых 90 — снимки собственно затмения, остальные калибровочные.

На станции Новолазаревская состав аппаратуры был более широким, позволяющим выполнить телескопические наблюдения, сопровождаемые спектрометрическими измерениями, а также фотографической регистрацией хода затмения. Основная съемка проводилась В.В. Пучковым на телескопе АЗТ-7 фотоаппаратом «Nikon D90», подключенным через согласующий тубус с объективом «Гелиос-44» (фотографическую насадку) к фланцу выходной апертуры телескопа. Ослабляющий светофильтр, диаметром 150 мм, устанавливался на входной апертуре телескопа. Спектрометрические измерения для определения прозрачности атмосферы, по специальной программе проводились оператором



Станция Новолазаревская (слева). Телескоп и спектрофотометр (справа сверху) и телескопические изображения (справа внизу).



Станция Восток (слева). Процесс фотосъемки затмения (справа сверху) и фотографические изображения (справа внизу).

Е.В. Кремчаком на спектрофотометре CP-185 с визуальной регистрацией наблюдаемой спектрофотометром области фотоаппаратом “Nikon D90” без фильтра. Дополнительная съемка выполнялась С.Ю. Кичко при помощи фотоаппарата “Canon 7D” с объективом “Canon EF 70-200 F2,8 LIS”, конвертером “EXSTENDER 1,4 IICANON” и ослабляющими фильтрами HC-9 и HC-10. Было получено значительное количество снимков, около 1500, причем пропорция фотографий затмения к калибровочным снимкам в зависимости от фазы затмения колеблется в пределах от 1:3 до 1:4.

Некоторые образцы фотографических наблюдений на станции Восток и телескопических на станции Новолазаревская представлены на вышеприведенном рисунке. Телескопические снимки представлены в оригинальной ориентации, т.е. перевернутые по сравнению с фотографическими. На этом же рисунке также представлены изображения аппаратуры и мест ее расположения при наблюдении затмения.

Результаты наблюдений, технические и методические решения, применяемые в процессе наблюдений и при обработке полученных в ходе затмений изображений, будут использованы в работах по мониторингу глобального альбедо Земли. Основное внимание при этом будет уделяться определению поведения лунной фазовой функции в области малых фазовых углов и разработке технических и методических решений по снижению уровня светорассеяния в оптической аппаратуре излучения источников вне ее поля зрения.

Следующее полное солнечное затмение, доступное для наблюдений в Антарктике, состоится 4 декабря 2021 года. До этого срока в разных местах Антарктиды можно будет наблюдать пять частных затмений, из которых ближайшее состоится 26 февраля 2017 года.

*В.В. Лукин, В.В. Пучков, В.Н. Хохлов
(РАЭ, АНИИ).*

Фото предоставлены авторами

ИССЛЕДОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ РАЙОНА м. БАРАНОВА (АРХИПЕЛАГ СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ, о. БОЛЬШЕВИК)

Целью исследований являлось изучение устойчивости и возможности к самоочищению пресных природных водных объектов от воздействия аллохтонной микрофлоры при антропогенных нагрузках различной

выраженности с помощью организации долговременного мониторинга на выбранных объектах.

Мониторинг бактериальной составляющей на объектах водной среды в районе дислокации берегового