



Фотокарта видимого полушария Луны

Ж.Ф. РОДИОНОВА,
кандидат физико-математических наук
ГАИШ МГУ

В 2014 г. в Отделе исследований Луны и планет ГАИШ МГУ подготовлена “Фотокарта видимого полушария Луны” (1:8 000 000) с местами посадок автоматических лунных станций и пилотируемых посадочных модулей (программа “Аполлон”). Составитель карты – И.С. Агамалян, научные редакторы – кандидаты физико-математических наук Ж.Ф. Родионова и



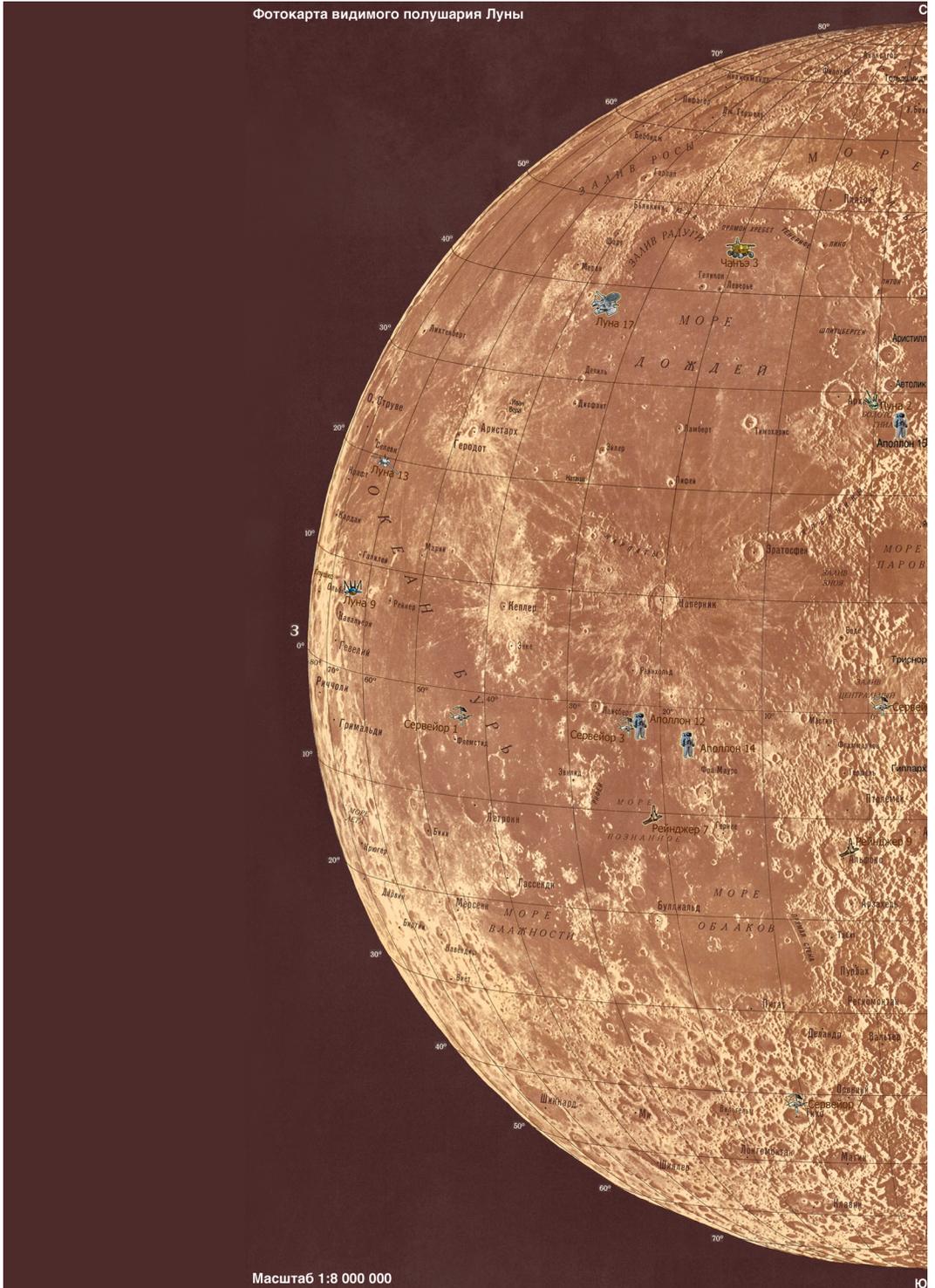
В.Г. Сурдин, руководитель проекта – доктор физико-математических наук В.В. Шевченко.

С 1959 по 2013 г. прилунились 23 космических аппарата, 4 из них совершили жесткую посадку: “Луна-2” (СССР) в 1959 г., “Рейнджер-7, -8 и -9” (США) в 1964–1965 гг. (Земля и Вселенная, 1999, № 6; 2009, № 4; 1966, № 9). Первую мягкую посадку осуществил

3 февраля 1966 г. советский спускаемый аппарат АМС “Луна-9” (Земля и Вселенная, 1966, № 1; 2006, № 2), 2 июня 1966 г. прилунилась американская АМС “Сервейер-1” (Земля и Вселенная, 1966, № 6). В 1969–1972 гг. 6 лунных посадочных модулей пи-

лотируемых космических кораблей “Аполлон” доставили на лунную поверхность 12 астронавтов, которые выполнили исследования, установили на Луне научную аппаратуру и привезли на Землю 379 кг образцов лунного грунта и камней (Земля и Вселенная,







ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛУНЫ*

Параметр	Значение
Большая полуось орбиты (среднее расстояние от Земли)	384 400 км
Расстояние в перигее	363 100 км
Расстояние в апогее	405 700 км
Сидерический месяц (период обращения и вращения)	27,32 суток
Синодический месяц, средний (период смены фаз)	29,53 суток
Наклонение орбиты к эклиптике, среднее	5° 08' 43"
Эксцентриситет орбиты, средний	0,0549
Период движения восходящего узла орбиты (в обратном направлении)	18,6 лет
Период движения перигея орбиты (в прямом направлении)	8,85 лет
Средняя орбитальная скорость	1,023 км/с
Средняя скорость удаления от Земли	3,8 см/год
Наклон экватора к эклиптике	1° 23' 47"
Либрации (максимальные) по долготе по широте	±7° 54' ±6° 50'
Масса	7,35×10 ²² кг
Экваториальный радиус	1738 км
Полярный радиус	1735 км
Доля невидимой с Земли поверхности Луны	41%
Возможность наблюдать вследствие либраций	59%
Средняя плотность	3,35 г/см ³
Ускорение свободного падения (на экваторе)	1,62 м/с ²
Критическая скорость (вторая космическая)	2,38 км/с
Безразмерный момент инерции (в единицах MR ²)	0,394
Температура поверхности: средняя температура днем средняя температура ночью	107 °С -153 °С
Экстремальная температура днем ночью	123 °С -233 °С
Освещенность от полной Луны на Земле	0,25 лк
Освещенность от Земли на Луне в новолуние	15 лк

* Путешествия к Луне. Ред.-сост. В. Г. Сурдин. М.: Физматлит. 2011.

МЕСТА ПОСАДОК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И КОРАБЛЕЙ

Условный знак	Название аппарата	Страна, год	Место посадки		Результаты полета
			широта°	долгота°	
	Луна 2	СССР, 1959	29,1 с.ш.	0	Первый КА, падавший на Луну. Жесткое падение. Установлено, что у Луны нет магнитного поля.
	Рейнджер 7	США, 1964	10,6 ю.ш.	20,6 з.д.	Жесткое падение. Передал более 4 000 снимков.
	Рейнджер 8	США, 1965	2,6 с.ш.	24,8 в.д.	Жесткое падение. Передал более 7 000 снимков хорошего качества.
	Рейнджер 9	США, 1965	12,9 ю.ш.	2,4 з.д.	Жесткое падение в кратер Альфонс. Передал около 6 000 снимков.
	Луна 9	СССР, 1966	7,1 с.ш.	64,4 з.д.	Первая мягкая посадка на Луну в Океане Бурь. Станция работала 3 суток, передала панорамы места посадки с разрешением до 1 мм.
	Сервейор 1	США, 1966	2,4 ю.ш.	43,2 з.д.	Первая американская мягкая посадка. Исследованы свойства грунта, получено более 11 000 снимков.
	Луна 13	СССР, 1966	19,9 с.ш.	62,1 з.д.	Мягкая посадка в Океане Бурь, переданы панорамы, измерены плотность и радиоактивность грунта.
	Сервейор 3	США, 1967	3,0 ю.ш.	23,4 з.д.	Посадка в Океане Бурь, получено более 6 000 снимков.
	Сервейор 5	США, 1967	1,4 с.ш.	23,2 в.д.	Посадка в Море Спокойствия, впервые изучен элементный состав грунта, передано на Землю более 19 000 снимков.
	Сервейор 6	США, 1967	0,5 с.ш.	1,4 в.д.	Посадка в Центральном Заливе. Передано более 30 000 снимков. По команде аппарат подпрыгнул и переместился. Исследован грунт.
	Сервейор 7	США, 1968	40,9 ю.ш.	11,4 з.д.	Посадка в 30 км от кратера Тихо. Получено 21 274 снимков. Прорыты канавки, исследован грунт, проведена регистрация лазерного сигнала с Земли.
	Аполлон 11	США, 1969	0,7 с.ш.	23,4 в.д.	Астронавты Нил Армстронг и Баз Олдрин впервые высадились на Луне, в Море Спокойствия, провели там 21,6 часа (2,5 часа работали на поверхности), 21,7 кг образцов грунта доставлены на Землю.
	Аполлон 12	США, 1969	3,0 ю.ш.	23,4 з.д.	Точная посадка в 156 м от КА «Сервейер 3». Доставлено 31,4 кг образцов лунных пород. Два астронавта работали 7 часов на поверхности.
	Луна 16	СССР, 1970	0,7 ю.ш.	56,3 в.д.	Посадка аппарата в Море Изобилия, пробурена скважина на глубину 35 см. Впервые 100 г грунта доставлены на Землю автоматическим зондом.
	Луна 17	СССР, 1970	38,3 с.ш.	35,0 з.д.	Посадка в Море Дождей. Первый самоходный аппарат «Луноход-1» доставлен на Луну. За 300 суток он прошел 10,5 км, передал 20 000 снимков, более 200 панорам, изучал элементный состав и механические свойства грунта.
	Аполлон 14	США, 1971	3,6 ю.ш.	17,8 з.д.	Посадка в районе кратера Фра Мауро. Астронавты установили сейсмометр и другие приборы, работая вне посадочного модуля 10 часов (всего на Луне провели 33 часа), прошли с тележкой 3,5 км, собрали 44 кг образцов.
	Аполлон 15	США, 1971	26,1 с.ш.	3,6 в.д.	Посадка в горах Апеннины (окрестности борозды Хэдли). Астронавты провели на Луне около 3 суток, из них 18,5 часов вне корабля. Впервые передвигались на ровере, проехав 28 км. Взяли грунт с глубины 2,4 м. Доставили 76,8 кг образцов на Землю.
	Луна 20	СССР, 1972	3,5 с.ш.	56,6 в.д.	Автоматическая доставка грунта (55 г) из района на границе Моря Изобилия на Землю.
	Аполлон 16	США, 1972	9,0 ю.ш.	15,5 в.д.	Посадка в районе кратера Декарт. Двое астронавтов провели на Луне 3 суток (20 часов вне модуля). Проехали на ровере 27 км. Доставили 94,7 кг образцов.
	Аполлон 17	США, 1972	20,2 с.ш.	30,8 в.д.	Посадка в районе гор Тавр около кратера Литтров. Впервые в экипаже геолог Ю. Шмитт. За 75 часов на электромопеле проехали около 36 км. Собрано 110,5 кг образцов лунных пород.
	Луна 21	СССР, 1973	25,8 с.ш.	30,4 в.д.	Автоматическая посадка аппарата в восточной части Моря Ясности, в кратере Лемонье. Самоходный аппарат «Луноход 2» работал около 150 суток, прошел 39 км, передал 86 панорам и более 80 тысяч снимков.
	Луна 24	СССР, 1976	12,8 с.ш.	62,2 в.д.	Посадка аппарата в Море Кризисов. Автоматическое бурение на глубину 1,8 м. На Землю доставлено 170 граммов грунта.
	Чаньэ 3	Китай, 2013	44,1 с.ш.	19,5 з.д.	Автоматическая посадка в Море Дождей. Самоходный аппарат Юйту исследовал место посадки вокруг посадочной платформы «Чаньэ-3» в течение двух первых лунных дней. «Чаньэ-3» передала на Землю около 120 Гб информации.

Предполагаемые места посадки КА «Луна-25» (Россия, 2018)

Условный знак	Широта °	Долгота °
①	70,66 ю.ш.	24,59 в.д.
②	82,86 ю.ш.	34,9 в.д.
③	77,09 ю.ш.	26,83 в.д.
④	72,9 ю.ш.	43,3 в.д.





1970, № 5; 1973, № 5; 1989, № 5; 2009, № 5). Советские станции “Луна-16, -20 и -24” доставили на Землю лунный грунт в автоматическом режиме, а станции “Луна-17 и -21” привезли луноходы на Луну (Земля и Вселенная, 1971, № 2, 3; 1972, № 2; 1973, № 3, 4; 1977, № 1). Все места посадок отмечены на фотокарте условными знаками.

Карта дополнена новыми названиями и физическими характеристиками Луны. Диаметр диска на карте – 483 мм. За основу карты взято мозаичное изображение видимого полушария, составленное под руководством Ю.Н. Липского в 1967 г. (Земля и Вселенная, 2000, № 2). Для восточной части карты использованы телескопические снимки, полученные вблизи фазы первой четверти, а западная часть составлена из снимков, отображающих фазу последней четверти. Этим достигнута одинаковая четкость отображения рельефа поверхности, однако направление теней от гор и кратеров разное. Карта построена в косо́й по-

зитивной внешней перспективной проекции при положительных значениях либрации по широте и долготе, близких к максимальным значениям. Координаты центральной точки фотокарты: $6,1^\circ$ с.ш. и $5,3^\circ$ в.д. Южный полюс при таких значениях точки касания картинной плоскости не виден, но хорошо просматриваются северная полярная часть и восточный лимб.

Русские названия деталей рельефа даны в соответствии с каталогом лунных образований, подготовленным в ГАИШ МГУ (<http://selena.sai.msu.ru/Pug/Pug.htm>). Для того чтобы не перегружать карту, на ней приведены лишь названия крупных кратеров, гор, морей, озер и болот. Добавлены названия нескольких кратеров, утвержденных Международным астрономическим союзом, такие как Келдыш ($51,2^\circ$ с.ш., $43,6^\circ$ в.д.), Глушко ($8,1^\circ$ с.ш., $77,7^\circ$ з.д.), Янгель ($17,0^\circ$ с.ш., $4,7^\circ$ в.д.). Много маленьких кратеров на Луне названы женскими и мужскими именами, используемы-

ми в разных странах. На нашей карте приведены лишь некоторые из них, например Наташа ($20,0^\circ$ с.ш., $31,2^\circ$ з.д.). Полный список названий образований рельефа на планетах и их спутниках на латинском языке можно найти на сайте <http://planetarynames.wr.usgs.gov>.

Справа от карты в таблице приведены основные характеристики Луны и краткое описание результатов космических исследований, полученных АМС и пилотируемыми космическими кораблями, начиная с АМС “Луна-2”, запущенной в СССР 12 сентября 1959 г., и заканчивая китайской посадочной ступенью АМС “Чанъэ-3”, доставившей 14 декабря 2013 г. в Море Дождей ($44^\circ 12'$ с.ш. и $19^\circ 51'$ з.д.) луноход “Юйту” (“Yutu” – Нефритовый заяц; Земля и Вселенная, 2014, № 2; 2015, № 1). В районе Южного полюса на карте обозначены четыре предполагаемых места посадки российской АМС “Луна-25”, запуск которой намечен на 2018 г. На оригинальной карте эта информация отсутствует.





Информация

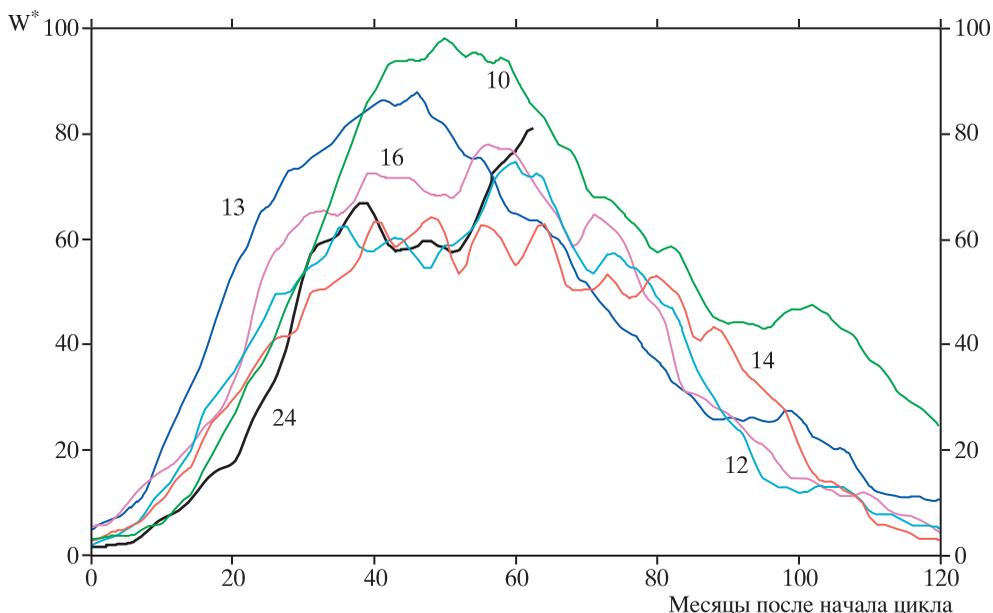
Солнце в октябре – ноябре 2014 г.

Пятнообразовательная активность Солнца в данный период уверенно держалась на среднем уровне, лишь дважды поднимаясь до высокого. Число групп пятен на видимом диске Солнца менялось от 2 до 8. В основном группы пятен были небольшими и спокойными, две большие по площади и одна среднего размера образовались в Южном полушарии. В октябре первая из крупных групп пятен стала рекордной за послед-

ние 20 лет и в 24-м цикле, ее площадь 26 октября достигла 2750 миллионов долей видимой солнечной полусферы (м.д.п.), в ноябре она уменьшилась до 1000 м.д.п. Вторая большая группа пятен проходила видимый диск Солнца в последней декаде ноября. Всего же из 43 групп пятен 19 появились в Северном полушарии, то есть сохраняется тенденция их значительного превышения в Южном полушарии. Ско-

рее всего, в апреле 2014 г. был пройден максимум 24-го солнечного цикла. Среднемесячные значения чисел Вольфа – $W_{\text{окт.}} = 60,6$ и $W_{\text{нояб.}} = 70,1$. Сглаженное значение относительного числа солнечных пятен в апреле и в мае 2014 г. – $W^* = 81,9$ и $W^* = 80,5$ соответственно.

В октябре после высоких значений конца сентября относительное число пятен снизилось до среднего уровня. Минимальное зна-

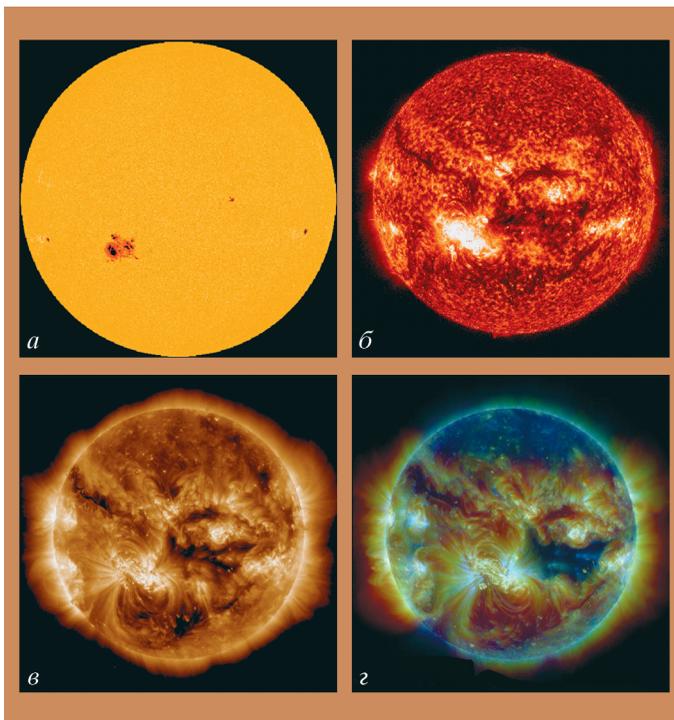


Ход развития (63 месяца) текущего 24-го цикла солнечной активности среди всех достоверных (с 1849 г.) солнечных циклов. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

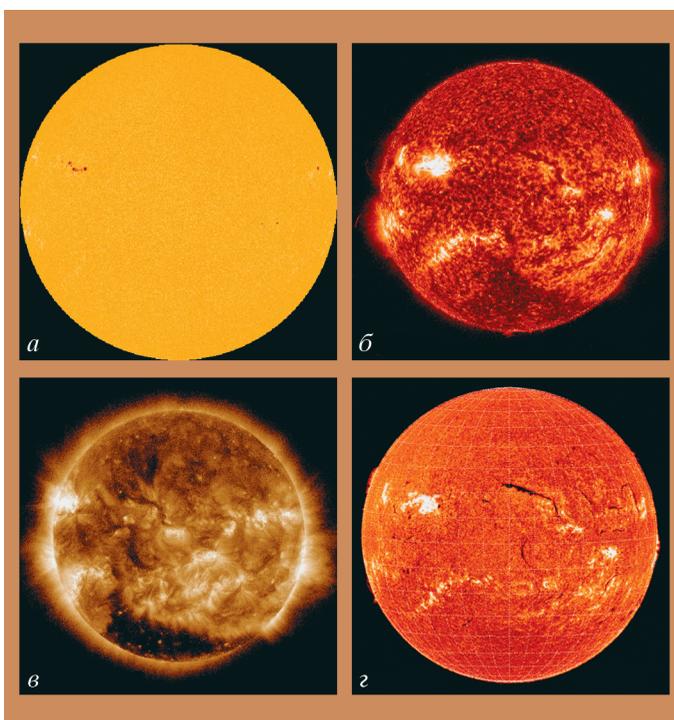




Солнце 22 октября 2014 г.: а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$); б) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$); в) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$); г) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 171 \text{ \AA}$). Космическая солнечная обсерватория "SDO".

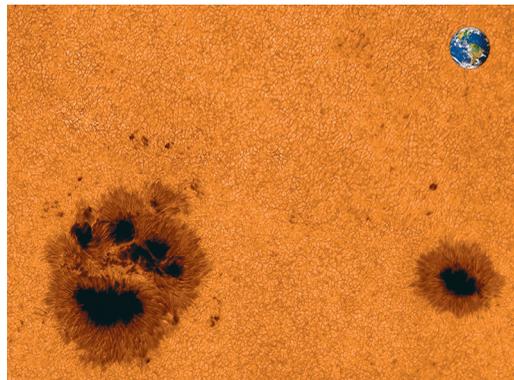
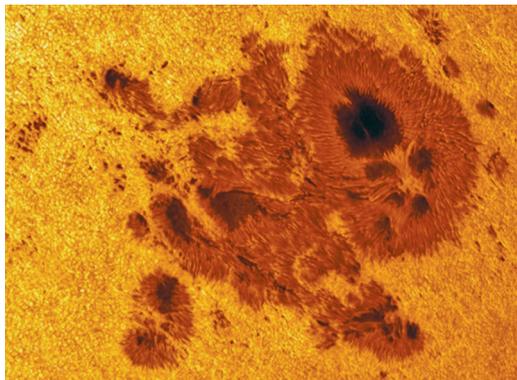


чение относительных чисел солнечных пятен зафиксировано 11 октября ($W = 20$), максимальное – **24 октября ($W = 93$)**. Вспышечная активность находилась на высоком уровне 2 октября, когда в небольшой группе пятен Южного полушария вблизи западного лимба произошла солнечная вспышка рентгеновского балла M7.3/2B. Наибольшая вспышечная активность связана с первой в текущем цикле гигантской группой пятен, которая появилась 16 октября на видимом диске Солнца. Она продолжила свое развитие и к 26 ноября достигла рекордной площади в 2750 м.д.п. Первая большая вспышка (X1.1) в этой активной области возникла на третий день (17 октября) после ее появления из-за восточного



Солнце 7 ноября 2014 г.: а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$); б) в самой сильной водородной линии H α ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$), в) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$); г) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$). Космическая солнечная обсерватория "SDO" (<http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>).





лимба Солнца, следующая (X1.6/2B) – 22 октября. 26–28 октября за 38 ч произошли подряд шесть больших вспышек: 26 октября – X2.0/2B и X1.0/3B; 27 октября – M7.1/3B, M6.7/2B и X2.0/2B; 28 октября – M6.6/1B. Заметно на околоземное космическое пространство они не повлияли. Это говорит о том, что в этой гигантской группе пятен очень сильные магнитные поля, не позволившие возмущениям и солнечным частицам выходить в межпланетное пространство. Средний уровень вспышечной активности отмечен 9, 14, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 29 и 30 октября. В остальные дни она оставалась на низком уровне. Выбросы солнечных волокон (11 событий) произошли 1, 5, 9, 10 (2), 14, 15, 17 (2) и 21 (2) октября. Возмущение от одного из них вызвало малую магнитную бурю 14 октября. Коронографы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали 141 корональный выброс вещества разной интенсивности, среди которых один был типа “гало” и 9 – типа “частичное гало II” (угол раствора 90° –

180°). Одна рекуррентная и три вновь образовавшиеся корональные дыры проходили по видимому диску Солнца, однако высокоскоростной поток только одной из них вызвал в околоземном космическом пространстве малую магнитную бурю 20 октября. На средних широтах Земли 3 сут сохранялась возмущенная геомагнитная обстановка. На геостационарных орбитах очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ наблюдался 21, 26, 29 и 30 октября.

В **ноябре** уровень пятнообразовательной активности Солнца держался на среднем значении, лишь 26 ноября он стал высоким. На видимом диске Солнца образовалось от 3 до 8 групп солнечных пятен, две из них большого и две среднего размера. Минимальное число солнечных пятен отмечено 19 ноября ($W = 44$), максимальное – **29 ноября** ($W = 106$). Высокий уровень вспышечной активности обнаружен 3 ноября (вспышка балла M6.5), 5–6 ноября (вспышка балла M7.9/1N, M5.4/1N),

Гигантская группа пятен на двух последовательных оборотах Солнца – 19 октября (площадь 2410 м.д.п.) и 21 октября (970 м.д.п.). На снимке в одном масштабе с пятнами изображена Земля. Космическая солнечная обсерватория “SDO” (<http://spaceweather.com>).

8 ноября (X1.6/3B) и 16 ноября – единственная большая вспышка (M5.7/1N) крупной группы пятен. Все большие вспышки возникли на восточной полусфере в группе пятен среднего размера. Вспышки среднего балла происходили 4 и 15 ноября. Выбросы солнечных волокон (9 событий) появлялись 1, 2, 7, 9 (2), 11, 17, 24 и 26 ноября. Коронографы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали более 153 корональных выбросов вещества разной интенсивности, из них 2 типа “частичное гало III” (угол раствора 180° – 270°) и 9 типа “частичное гало II” (угол раствора 90° – 180°). В ноябре возник-





ли четыре рекуррентные и одна вновь образовавшаяся корональные дыры, но их геоэффективность была незначительной. Три малые магнитные бури зарегистрированы 4–5, 10 и 15–16 ноября. На геостационар-

ных орбитах очень высокие потоки релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ зарегистрированы 1 и 16–20 ноября.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке мож-

но найти в Интернете (<http://www.izmiran.ru/services/saf/>). Страница обновляется каждый понедельник.

В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН

Информация

Аэрозоли в атмосфере Марса

В ходе масштабного исследования пылевых частиц в марсианской атмосфере с помощью ИСМ “Марс Экспресс” (ESA) ученые впервые проанализировали данные инфракрасного и ультрафиолетового спектрометров эксперимента SPICAM при зондировании атмосферы на лимбе пла-

неты. Определена концентрация частиц в атмосфере Марса на высоте 10–50 км. Измерения проводились в Южном и Северном полушариях в сезон северного лета. Международная группа исследователей во главе с доктором физико-математических наук А.А. Фёдоровой (ИКИ РАН) обнаружила в марсианской атмосфере два типа аэрозолей, отличающихся размерами отдельных частиц.

Первый тип аэрозолей состоит из более крупных частиц водяного льда (1,2 мкм) и пыли (0,7 мкм), рассеянных в объеме до

10 частиц в 1 см³. Второй тип – частицы пыли радиусом несколько десятых и сотых долей микрометра, которых гораздо больше – до тысячи в кубическом сантиметре в зависимости от высоты. Их размеры, число, распределение и состав определяют, сколько солнечного тепла и как поглощают атмосфера и поверхность планеты.

Благодаря аэрозолям вода и углекислый газ конденсируются в облака, которые, в свою очередь, отражают солнечный свет и регулируют тепловой баланс Марса. Изучение аэрозолей – одна

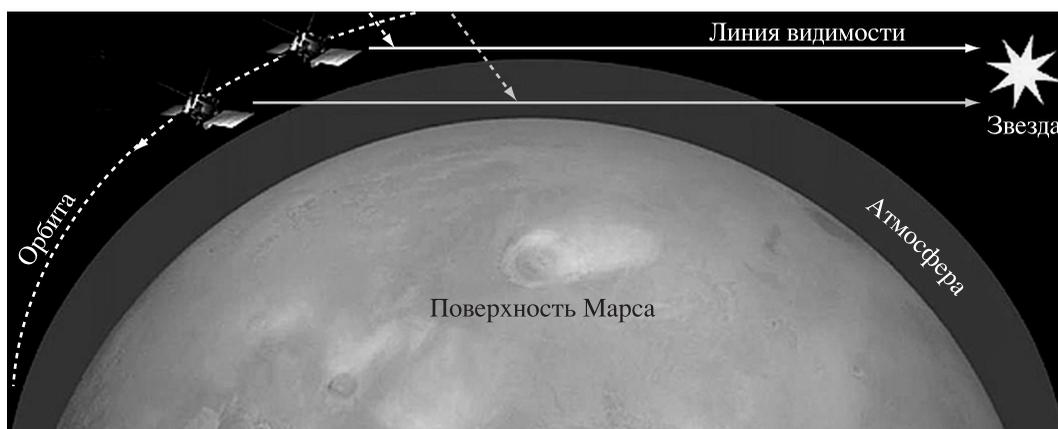


Схема эксперимента SPICAM по зондированию атмосферы Марса методом солнечного просвечивания. Исследованы аэрозоли, состоящие из частиц водяного льда и пыли ИСМ “Марс Экспресс”. Рисунок ESA.





из главных задач всех искусственных спутников Марса.

Оценки запыленности атмосферы Марса исключительно важны для понимания климатических изменений на планете и уже сейчас ставят новые вопросы. В частности, более мелкая фракция аэрозоля в присутствии крупных частиц не может стабильно существовать долгое время из-за слипания. Чтобы объяснить, почему их так много, надо предположить, что откуда-то постоянно берутся новые. Например, источником может быть поток микрометеоритов на орбите Марса или пыль с поверхности, поднимаемая пылевыми бурями и маленькими

смерчами (“пылевыми дьяволами”).

Наблюдения проводились в начале северного лета и захватили Северное (широта 40–50°) и Южное (широта 30–62°) полушария планеты. Изучалось 20 профилей атмосферы.

В Северном полушарии в высоких широтах уровень “крупной” фракции аэрозоля поднимается до высоты 30 км, в средних – до 40–50 км, причем выше 20 км это в основном водяной лед, ниже – пыль. “Мелкой” пыли гораздо больше: на высоте 10 км число частиц доходит до 10 тыс. в кубическом сантиметре, на высоте 30–35 км – 100 частиц в том же объеме.

В Южном полушарии атмосфера в целом достаточно чистая. Средний размер крупных частиц пыли на широтах выше 50° – 0,75 мкм, число в кубическом сантиметре меняется от 0,1 до 2. Частицы водяного льда более крупные – радиусом 0,86 мкм, концентрация меняется от 0,005 до 0,05 в 1 см³. Средний радиус мелкой пыли здесь больше (0,07 мкм), чем на севере, их концентрация уменьшается с высотой. В низких широтах небо практически чистое и концентрация аэрозоля мала.

Пресс-релиз ИКИ РАН,
14 мая 2014 г.

Информация

Телестудия Роскосмоса

С 14 февраля 2015 г. Роскосмос по поручению заместителя председателя правительства России Д.О. Рогозина организовал прямую трансляцию со стройплощадки космодрома Восточный (Амурская область).

В начале 2015 г. было объявлено о втором этапе

реформ российской ракетно-космической отрасли. К лету 2015 г. планируется создать новую госкорпорацию “Роскосмос”, в нее войдут одноименное агентство и Объединенная ракетно-космическая корпорация (ОРКК). Текущие задачи, которые стоят перед формируемой корпорацией, достались ей в наследство от ОРКК и Роскосмоса. Важнейшие среди них – завершить в срок строительство космодрома Восточный, запустить в конце 2015 г. с первого стартового комплекса ракету-носитель “Союз-2”,

а с 2018 г. осуществлять пилотируемые запуски. Второй стартовый комплекс планируется использовать для запуска сверхтяжелой ракеты “Ангара-5”.

Наблюдать за строительством нового российского космодрома можно на официальном сайте Роскосмоса (<http://www.federalspace.ru/21287>) и на портале Военно-промышленной комиссии РФ (<http://oborona.gov.ru/media/video/vostochnylive>).

Пресс-релиз Роскосмоса,
14 февраля 2015 г.

