

ISSN 0044-3948

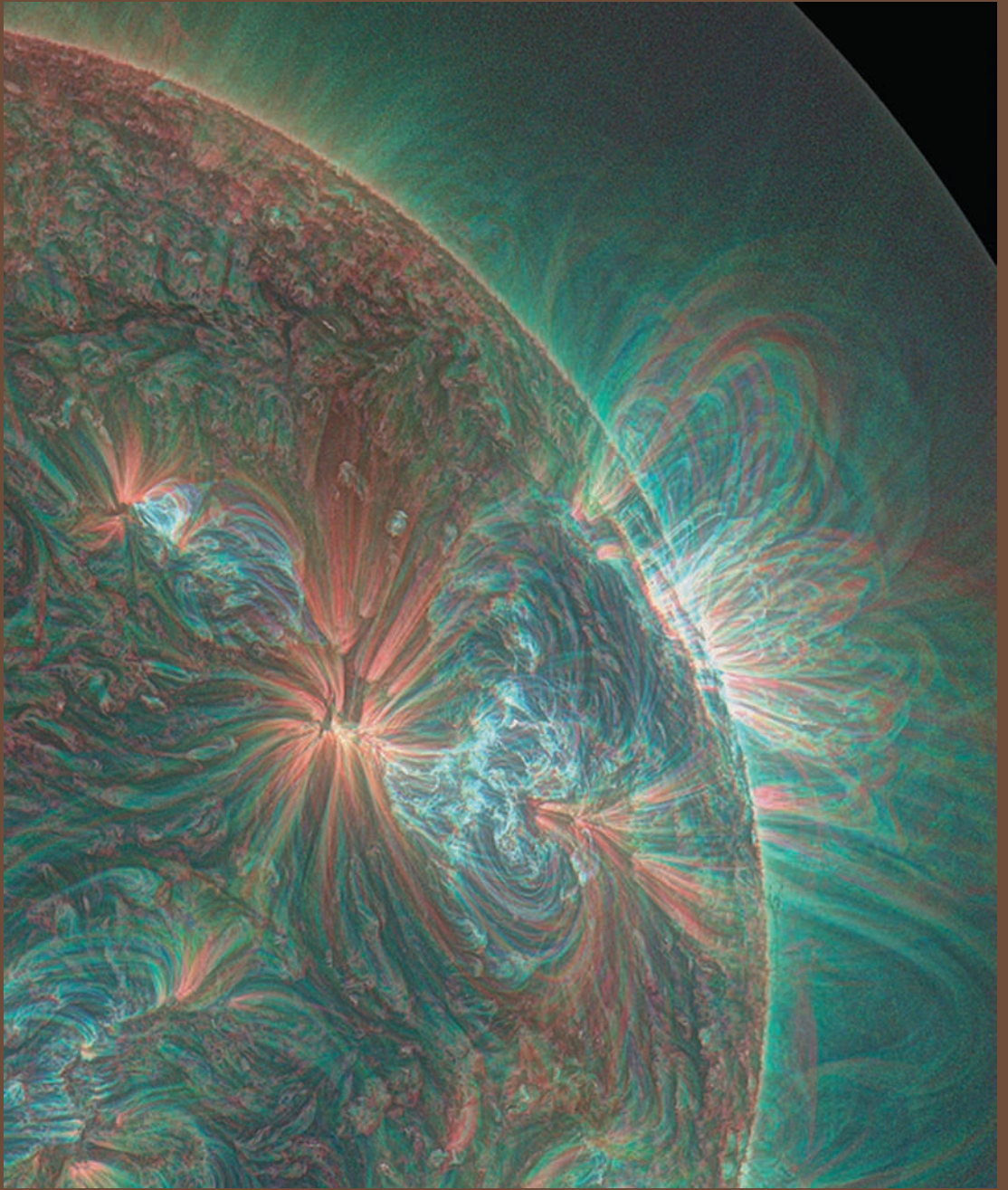
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

НОЯБРЬ-ДЕКАБРЬ

6/2014





Научно-популярный журнал
Российской академии наук
Издается под руководством
Президиума РАН
Выходит с января 1965 года
6 раз в год
“Наука”
Москва

Земля и Вселенная

6/2014



300-й НОМЕР ЖУРНАЛА

Новости науки и другая информация:

“Фотон-М4” [15]; “Чандра”: новое в эволюции звезд [30]; Солнце в июне – июле 2014 г. [31]; КТХ: галактика NGC 1433 с ярким центром [33]; “Спитцер”: коричневый карлик в Гидре [51]; Марсианская экспедиция под вопросом [58]; Ярданги на Марсе [82]; Запуск спутника для изучения углекислоты [87]; Запуск ракеты-носителя “Ангара” [106]

Новые книги: История сообщества космонавтов (Л.В. Иванова, С.В. Кричевский. Сообщество космонавтов. История становления и развития за полвека. Проблемы. Перспективы [43]; Засекреченный конструктор (“Челомей”. Серия “ЖЗЛ”) [102]

В номере:

3 ЦЫГАНКОВ О.С. Введение в эмпирическую экзобиологию: программа “Тест”

16 НЕРУШЕВ А.Ф. Струйные течения в атмосфере Земли

ЭКОЛОГИЯ

34 КРИЧЕВСКИЙ С.В. “Зеленая” космонавтика для будущего человечества

ЛЮДИ НАУКИ

44 СМИРНОВ С.С. Дэниел Кирквуд (к 200-летию со дня рождения)

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

52 ПЕРОВ С.П. Космология и релятивистская астрофизика

ИСТОРИЯ НАУКИ

59 ШЕВЧЕНКО В.В., НЕФЕДЬЕВ Ю.А., ДУБЯГО И.А. Имена казанских астрономов на карте Луны

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

75 САМОДУРОВ В.А. Астрономический кружок при Пуштинской обсерватории

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

83 ЩИВЬЁВ В.И. Небесный календарь: январь – февраль 2015 г.

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

89 ГЕРАСЮТИН С.А. “Яркий след крылатого метеорита”

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

103 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С., КОЛОМИЕЦ М.В. Сейсмичность Земли в декабре 2013 г. – августе 2014 г.

108 Указатель статей и заметок, опубликованных в журнале “Земля и Вселенная” в 2014 г.



© Российская академия наук
© Редколлегия журнала
“Земля и Вселенная” (составитель), 2014

Zemlya i Vseennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per., 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Science; popular, current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V.K. Abalakin; Deputy Editor V.M. Kotlyakov; Deputy Editor S.P. Perov

На стр. 1 обложки: Российский научный КА “Фотон-М4” на околоземной орбите. Рисунок ГНПРКЦ “ЦСКБ-Прогресс” (к стр. 15).

На стр. 2 обложки: Корональные выбросы массы и вспышки в активных областях Солнца. Извержения коронального вещества на высоту в миллионы километров происходили каждые 3 ч в течение 3 суток. Изображение, составленное 17 января 2014 г. из снимков, полученных в трех диапазонах спектра космическими обсерваториями “SDO”, “STEREO” и “SOHO”. Фото NASA/ESA.

На стр. 3 обложки: Спиральная сейфертовская галактика NGC 1433 с перемычкой и ярким активным ядром (32 млн св. лет от нас, созвездие Печи). Изображение составлено из снимков в видимом, УФ- и ИК-диапазоне, полученных в июле 2014 г. КТХ. Фото JPL/NASA (к стр. 33).

На стр. 4 обложки: Эмиссионная туманность NGC 2024 Пламя, или Факел, находящаяся в 3 тыс. св. лет от нас в созвездии Ориона. Снимок сделан 5 марта 2014 г. космической рентгеновской обсерваторией “Чандра” (экспозиция – 7 ч 39 мин). Фото NASA (к стр. 30).

In this issue:

3 TSYGANKOV O.S. Introduction to Empirical Exobiology: “Test” Program

16 NERUSHEV A.F. Stream Flows in the Earth’s Atmosphere

ECOLOGY

34 KRICHEVSKY S.V. “Green” Cosmonautics for the Future Mankind

PEOPLE OF SCIENCE

44 SMIRNOV S.S. Daniel Kirkwood (to the 200 Anniversary of Birth)

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

52 PEROV S.P. Cosmology and Relativistic Astrophysics

HISTORY OF SCIENCE

59 SHEVCHENKO V.V., NEFEDYEV Yu.A., DUBYAGO I.A. Names of Kazan Astronomers on the Map of the Moon

ASTRONOMICAL EDUCATION

75 SAMODUROV V.A. Astronomy Classes at Pushchino Observatory

AMATEUR ASTRONOMY

83 SHCHIV’YOV V.I. Celestial Calendar: January – February 2015

ON THE EXHIBITIONS AND MUSEUMS

89 GERASYUTIN S.A. “Bright Trace of Wingy Meteorite”

CHRONICLES OF THE EARTH’S SEISMICITY

103 STAROVOYT O.E., CHEPKUNAS L.S., KOLOMIETS M.V. Seismicity of the Earth in December 2013 – August 2014

108 Index of Articles and Notes, published in “Earth and Universe” in 2014

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

Зам. главного редактора доктор физ.-мат. наук С.П. ПЕРОВ,

доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,

академик Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,

доктор исторических наук К.В. ИВАНОВ,

кандидат физ.-мат. наук О.Ю. ЛАВРОВА,

член-корр. РАН А.А. МАЛОВИЧКО, доктор физ.-мат. наук И.Г. МИТРОФАНОВ,

член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,

член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук М.В. РОДКИН,

доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ, член-корр. РАН В.А. СОЛОВЬЁВ,

кандидат физ.-мат. наук О.С. УГОЛЬНИКОВ, член-корр. РАН В.П. САВИНЫХ,

академик А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Введение в эмпирическую экзобиологию: программа “Тест”

О.С. ЦЫГАНКОВ,
доктор технических наук
РКК “Энергия” им. С.П. Королёва

В 2010–2014 гг. на российском сегменте Международной космической станции (РС МКС) впервые в мире были выполнены эксперименты в области экзобиологии по программе “Тест” и получены весьма неординарные результаты. Вначале пробы брали внутри станции. После микробиологического анализа были выявлены бактериально-грибные ассоциации, способные нарушать целостность некоторых конструктивных элементов гермоотсеков. Опыты проводились с микроорганизмами, до-



ставленными с Земли в жизнеспособном состоянии, помещенными в контейнеры. Логичное развитие этого направления – отбор проб-мазков непосредственно с поверхности РС МКС,

их гермоизоляция и отправка на Землю для лабораторных исследований. Специалисты получили следующие результаты: впервые найдены доказательства сохранения жизнеспособных спор микроорганизмов вне Земли; стало возможным экспериментально изучать гипотезу панспермии; ставить вопрос о верхней границе биосферы Земли; получена информация о возможных аномальных процессах, способных снижать ресурсные характеристики материалов.

Группа ученых и специалистов ряда ответственных учреждений подготовила и проанализировала микробиологические эксперименты, выполненные на РС МКС. В эту группу входили доктор биологических наук Л.Н. Мухамедиева, Н.Д. Новикова, кандидаты биологических наук Е.А. Дешева, Н.А. Поликарпов (ИМБП РАН), доктор биологических наук Т.В. Гребенникова (ФГБУ “НИИ вирусологии им. Д.И. Ивановского”), доктор физико-математических наук В.Б. Лапшин, доктор биологических наук М.А. Морозова, А.В. Сыроешкин (ФГБУ “Институт прикладной геогелиофизики им. Е.К. Фёдорова”), доктор технических наук О.С. Цыганков (РКК “Энергия” им. С.П. Королёва), кандидат технических наук В.А. Шувалов и Е.В. Шубралова (ЦНИИМаш).

Работа проведена при поддержке руководителя полета РС МКС, первого заместителя генерального конструктора РКК “Энергия” им. С.П. Королёва, члена-корреспондента РАН В.А. Соловьёва.

Данные эксперименты имеют выраженный междисциплинарный характер, так как затрагивают проблемы космической микробиологии и космического материаловедения.

Функции микробиологической науки – это медико-гигиеническое обеспечение человека в космическом полете. Необходимо выполнять на борту МКС постоянный мониторинг состава микроорганизмов, бактериальной и грибковой микрофлоры, оптимизировать и обеззараживать внутреннюю среду станции. С этой целью надо разрабатывать методы и средства защиты среды обитания космонавтов от негативного влияния микробного фактора и радиационного воздействия. Радиация может приводить к мутациям и формированию вредных веществ, а возможно и новых патогенных форм микроорганизмов, что может вызывать негативные последствия.

Задача исследований в области материаловедения на борту МКС – инспекция микросостояния внутренней поверхности ее модулей, выявление признаков деструктивных процессов, анализ динамики изменений среды, разработка профилактических мероприятий. В 2008–2014 гг. на станции космонавты выполнили эксперимент “Бар”, в процессе которого были определены зоны возможного развития микроскопических повреждений поверхности гермокорпуса.

Долговременная орбитальная станция – многопрофильный исследова-

тельский центр со всеми преимуществами присутствия космонавта-экспериментатора. На станции созданы уникальные условия для медико-биологических экспериментов внутри гермоотсеков. Кроме того, орбитальная станция – это еще и жилой комплекс, “машина для жилья” (по Ле Корбюзье), со всеми проблемами эксплуатации, а модули, где работает экипаж, сами становятся объектом исследования. На борту РС МКС выполнялись научные исследования в области космического материаловедения и космической микробиологии.

Микроорганизмы, формирующие микроэкосферу обитаемых отсеков космических кораблей и станций, за время полета осваивают конструкционные материалы в качестве экологической ниши. В 2008–2011 гг. космонавты провели эксперимент “Эксперт”, чтобы определить, есть ли микрофлора на борту РС МКС. В ходе отбора проб в зонах загрязнения найдены жизнеспособные бактериально-грибные ассоциации, их число зачастую превышало допустимые уровни для среды обитания экипажа. Микробиологический анализ показал наличие биообъектов, способных участвовать в коррозионном процессе и приводить к повреждению поверхности герметиче-



Приборы "Тест" для взятия проб-мазков. Фото З.В. Цыганковой.

ской оболочки и сварных швов модулей.

Обнаружение микроэкосферы внутри МКС стало импульсом для проведения экспериментов на ее внешней поверхности, чтобы определить возможности земных микроорганизмов сохранять жизнеспособность и взаимодействовать с конструкционными материалами в условиях открытого космоса.

Наиболее интересные данные получены в ходе отечественной программы "Биориск", выполненной в 2006–2009 гг. на РС МКС. Комплект аппаратуры состоял из трех контейнеров, внутри ко-

торых находились пластиковые чашки Петри с образцами конструкционных материалов, спорами бактерий и грибов. В качестве тестовых микроорганизмов использованы штаммы из числа ранее обнаруженных в среде обитания МКС. Контейнеры разместили на внешней поверхности РС МКС и экспонировали в течение срока, сравнимого с продолжительностью пилотируемой экспедиции на Марс, а затем доставили на Землю. Установлено, что бактерии и грибы могут оставаться жизнеспособными, даже если 31 месяц находились в открытом космическом пространстве.

Однако указанные выше эксперименты объединены общим недостатком: тестовые микроорганизмы в жизнеспособном

состоянии доставлялись с Земли и экспонировались, будучи помещенными в твердотельные оболочки, которые играли определенную защитную роль. Разумеется, это обстоятельство вносит поправки и искажает полученные результаты, но тем не менее не снижает их значимости.

Более 50 лет с помощью АМС исследуются Луна и планеты Солнечной системы, но в области микробиологии возможности космической техники используются не в полной мере. Чтобы продуктивно применить опыт и потенциал космонавтики в целях постановки задач, выбора средств и методов исследования данной проблемы, необходимо учитывать современные представления, идеи и гипотезы относительно возникновения и



Испытатель в скафандре "Орлан" проводит наземную эргономическую оценку прибора "Тест". Фото З.В. Цыганковой.

распространения живой материи.

Проблема происхождения жизни во Вселенной и на Земле стала научной дисциплиной, включающей теоретические и экспериментальные исследования по двум основным направлениям: абиогенез и панспермия. Поскольку молекулярной биологии не удастся продвинуться в разгадке тайны абиогенеза, тем более таких способных к редупликации структур, как молекула ДНК, вполне допустимо сосредоточить внимание на гипотезе панспермии. Предполагается, что микроорганизмы-путешественники могут быть занесены на Землю метеоритами, осколками комет или частицами космической пыли. При спуске с орби-

ты во время прохождения участков плазмы на поверхности приземлившихся космических аппаратов биологические микроорганизмы неминуемо погибают. Но если микроорганизмы все же достигнут поверхности Земли, то обнаружить их весьма проблематично. Да и современная, засоренная в нижних слоях атмосфера внесет свои искажения, даже если эти биообъекты останутся неповрежденными в процессе транскосмического перемещения.

В этой ситуации не должен оставаться вне внимания исследователей такой "сборник космической пыли", как поверхность орбитальной станции. Присутствие экипажа и выходы космонавтов в открытый космос дают уникальную

возможность для отбора проб с внешней поверхности станции и доставки их на Землю. Возможно также, что под экранно-вакуумной термоизоляцией (ЭВТИ), покрывающей корпус станции, накапливаются и живут микроорганизмы. Основанием для предположения о возможности деструкционных изменений материала герметичного корпуса станции под ЭВТИ является воздействие собственной внешней атмосферы и проникновение туда продуктов неполного сгорания топлива двигательной установки. Очагами коррозии, снижающими ресурсные характеристики станции, могут быть места, на которые воздействовали пары воды и агрессивные продукты.

ПРОГРАММА "ТЕСТ"

Следующий логичный шаг в исследовании обсуждаемой проблемы – разработка и реализация на РС МКС программы "Тест", в которую входит задача выявления на внешней поверхности станции и под ЭВТИ:

– жизнеспособных биологических микроорганизмов;



Прибор "Тест" в транспортном контейнере. Фото З.В. Цыганковой.

– признаков развития коррозии конструкционных материалов и микродеструкции среды.

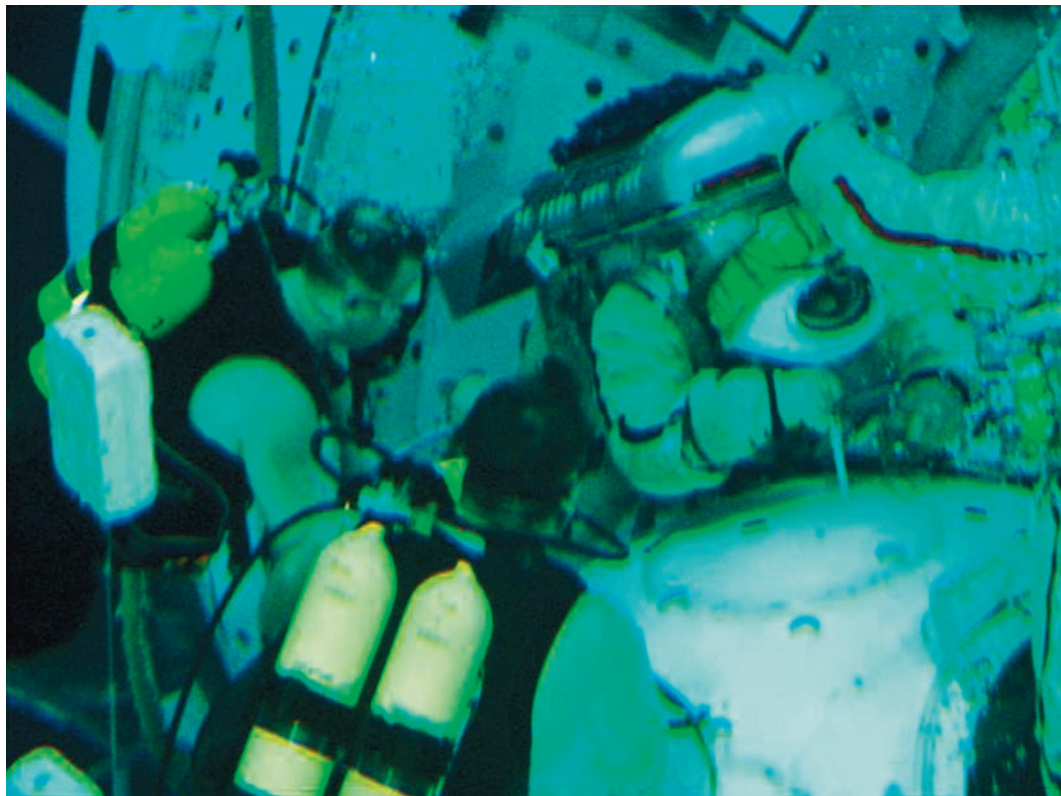
В соответствии с программой "Тест" **впервые в мировой практике предусмотрены взятие проб-мазков с внешней поверхности корпуса модулей МКС, их гермоизоляция и доставка на Землю для микробиологического и химического анализа.** Началась реализация программы "Тест"

с создания прибора со следующими технико-эргономическими свойствами: соответствие функциональным возможностям космонавта в скафандре; работоспособность в условиях вакуума, микротяжести и переменных температур; соблюдение требований микробиологической гигиены (стерильность и термоизоляция на всех этапах проведения эксперимента).

Простая и надежная конструкция реализована в виде моноблока с двумя полостями, пробозаборниками и салфетками, обработанными консервантом. Рациональное зерно констру-

кции – отечественный материал фторопласт-4, обладающий высокой тепло-, холодо- и химической стойкостью, хорошими диэлектрическими и антифрикционными качествами, стойкий к воздействию разреженной атмосферы, солнечной радиации, не смачиваемый водой, не подверженный действию грибов, не способный распространять горение, непроницаемый для жидкостей. Свойства материала позволяют прибор автоклавировать и стерилизовать γ -излучением.

К середине сентября 2010 г. исследования по программе "Тест" были



полностью подготовлены, в состав груза корабля “Прогресс М-08М” включили устройство забора проб для доставки на РС МКС.

ОРБИТАЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ И НАЗЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

15 ноября 2010 г. член экипажа 25-й основной экспедиции на МКС Ф.Н. Юрчихин во время выхода в открытый космос взял пробы-мазки в запланированных зонах – на поверхности ЭВТИ в зоне дренажных клапанов служебного модуля “Звезда” и с гермооболочки модуля “Пирс” под откидным клапаном

ЭВТИ. Два моноблока “Тест”, содержащие взятые пробы, были возвращены 26 ноября 2010 г. в спускаемом аппарате космического корабля “Союз ТМА-19”.

Наземная фаза программы “Тест” – лабораторные исследования отобранных проб – носила многоаспектный характер, а именно: анализ проб на гептил, химический анализ на легколетучие вещества, микробиологический анализ.

Салфетки с мазками погружались в 10 мл ацетона и выдерживались в течение 1 ч для анализа проб на гептил. Затем салфетки изымались, а в

Отработка действий космонавта на макете российского модуля “Звезда” МКС в условиях гидроневесомости. 6 июня 2012 г. Фото З.В. Цыганковой.

раствор помещали примерно 1 г безводного CaCl_2 для осушивания и выдерживали в течение суток. После осушения раствор упаривали до 100 мкл и анализировали на хроматографе. Во всех четырех пробах гептила и его производных в исследованных точках не оказалось.

Определение качественного и количественного состава летучих органических соединений

**СОДЕРЖАНИЕ КОЛОНИЕОБРАЗУЮЩИХ ЕДИНИЦ БАКТЕРИЙ И ГРИБОВ В ПРОБАХ,
ВЗЯТЫХ В РАМКАХ ЭКСПЕРИМЕНТА “ТЕСТ”**

Место отбора проб	Численность и состав в пробах бактерий	Численность и состав в пробах грибов	Описание тампона
СО-1 (под клапаном)	Не обнаружено	Не обнаружено	Тампон чистый
СО-2 (под ЭВТИ)	Не обнаружено	Не обнаружено	Тампон чистый
СМ-1 (СВМ-15)	2×10^2 Bacillus Licheniformis	Не обнаружено	На тампоне грязь, черные точки
СМ-2 (СВМ-39)	Не обнаружено	Не обнаружено	Темные точки на тампоне

(ЛОС) проводилось методами термодесорбционной газовой хроматографии с масс-спектрометрией в соответствии с требованиями ГОСТ. Анализ пробы, отобранной в зоне расположения дренажного клапана, показал наличие всех ЛОС, идентифицированных в атмосфере РС МКС, в концентрациях, в сотни и тысячи раз превышающих концентрации тех же соединений в атмосфере станции, в частности бензола и стирола – более $9,6 \pm 0,05$ мг/м³ и 4,2 мг/м³ соответственно. Большинство ЛОС присутствуют и во всех остальных пробах, но в концентрациях на два-три порядка ниже. Все обнаруженные соединения не оказывают химического воздействия на металлическую поверхность корпуса, но могут служить питательной средой для микроорганизмов, способных вызывать биоповреждения неметаллических и металлических материа-

лов, в частности материала ЭВТИ.

При анализе экстрактов проб идентифицированы малолетучие поликонденсированные полиядерные гетероароматические соединения, что согласуется с результатами, полученными при моделировании эксплуатации в ходе наземных испытаний с применением комплекса аналитических методов, включающих газовую хроматографию, масс-спектрометрию.

В процессе микробиологического анализа проводился посев на поверхности плотных питательных сред. Для этого использованы трипозосоевый агар (ТСА) и “голодный агар” (агар – вытяжка из водорослей, обеспечивающая плотность питательной среды и бурное развитие микроорганизмов; “голодный агар” – вода без добавок) – для бактерий; картофельно-декстрозный агар, среда Чапека с 30- и 15-процентным содер-

жанием сахарозы – для грибов. Посевы бактерий термостатировались при температуре +37 °С в течение суток на ТСА и 7 сут на “голодном агаре”, а для грибов – при температуре +28 °С в течение 5–7 сут.

Жизнеспособных единиц грибов во всех четырех пробах не было. В пробе, взятой с поверхности ЭВТИ в зоне расположения дренажного клапана, были обнаружены жизнеспособные бактерии вида Bacillus Licheniformis. Данные микроорганизмы, за счет образования спор, высокоустойчивы ко многим неблагоприятным факторам внешней среды (в частности, высоким и низким температурам, воздействию ультрафиолета, pH среды). Они могут быть потенциально патогенными для человека и потенциальными биодеструкторами материалов различного химического строения, в том числе материалов, используемых в косми-



ческой технике. Локально создавшиеся зоны роста и развития микроорганизмов (например, с оптимальной температурой, влажностью, электромагнитной и радиационной обстановкой, антропогенным загрязнением) могут привести к быстрому размножению микроорганизмов данного вида и повреждению конструкции.

Второй цикл исследований по программе “Тест” был проведен 16 февраля 2012 г., когда бортинженер 30-й основной экспедиции на МКС О.Д. Кононенко взял пробы-мазки с металлооболочки корпуса под ЭВТИ на модуле “Звезда”. При

исследовании процессов возможного возникновения биокоррозии на внешней поверхности гермокорпуса станции было определено содержание металла в доставленных пробах. Анализировали пробы на наличие следов металлов, входящих в состав материала оболочки гермокорпуса, методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Результаты проведенного анализа говорят о значительном (в 4,5 раза) превышении в пробе магния по сравнению с алюминием. Это может свидетельствовать о возможном начале коррозионного процесса на внешней по-

Космонавт А.А. Мисуркин берет пробы. В его левой руке – прибор “Тест”, в правой – вывернутый пробоотборник с тампоном. 13 августа 2013 г. Фото Ф.Н. Юрчихина.

верхности гермокорпуса, поскольку магний в процессе развития коррозии первым выделяется из алюминий-магниевых сплавов.

22 августа 2013 г. в соответствии с третьим циклом программы “Тест” космонавт А.А. Мисуркин взял пробы с оправы иллюминатора и в зоне границы стекло – оправы. Доставленные на Землю

ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ СМЫВОВ С ТАМПОНА И ПОЛОСТИ ПРОБООТБОРНИКА “ТЕСТ”

Смыв	Положение максимума распределения по числу частиц (мкм) / доля фракции (%)			
	1-я фракция	2-я фракция	3-я фракция	4-я фракция
Тампон № 1	0,04/0,1	–	0,69/98	5,3/1,9
Полость № 1	0,17/22	0,33/75	–	4,8/3
Тампон № 2	0,11/32	0,44/36	0,84/20	5,5/12
Полость № 2	0,10/38	0,26/59	–	5,0/3

приборы были вскрыты в лаборатории молекулярной диагностики. Изучение смывов включало микробиологический анализ методом посева, молекулярно-биологический анализ на наличие нуклеиновых компонентов (ДНК и РНК) как маркеров микроорганизмов, исследования дисперсного состава проб с помощью метода динамического рассеяния.

В пробах с оправы иллюминатора и в пробах с границы стекло – оправы оказались спорообразующие бактерии вида *Bacillus subtilis* и *Bacillus sphaericus*; в процессе анализа в двух пробах (в образце смыва полости и в образце тампона) была найдена ДНК, кодирующая 16S-рибосомальную бактериальную РНК; в обоих образцах были об-

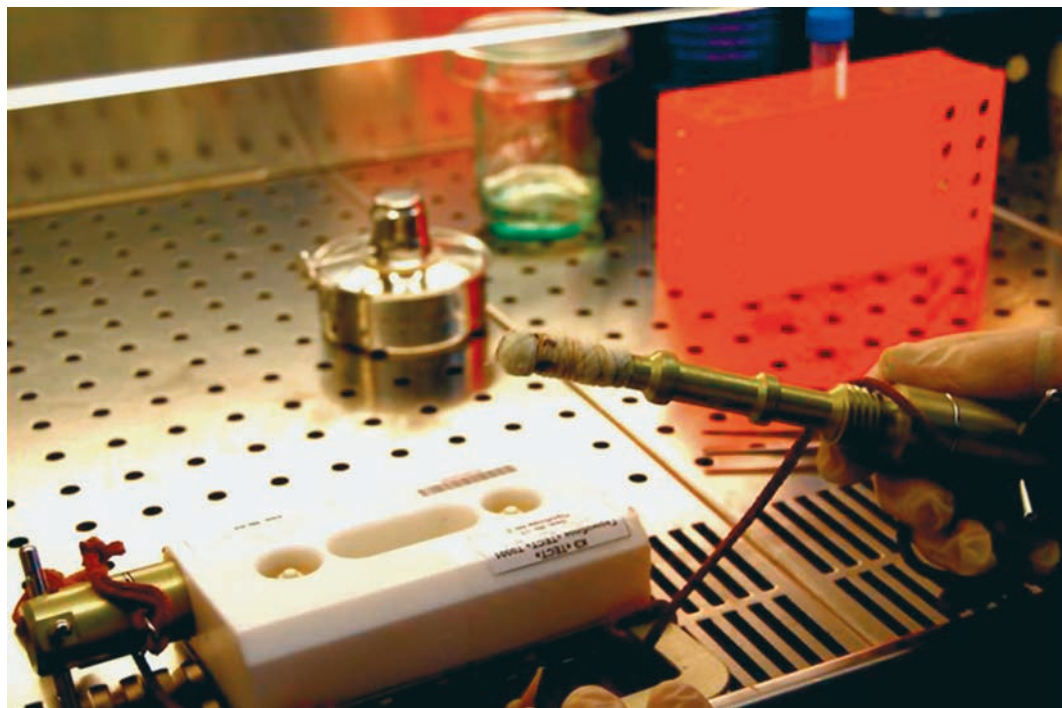
наружены ДНК экстремофильной бактерии рода *Delfia* sp. и ДНК бактерии рода *Mycobacteria* sp., на 100% совпадающей с гетеротрофным бактериопланктоном, обитающим в Баренцевом море, **В мировой практике до этого эксперимента образцы с поверхности орбитальной станции не исследовались на наличие нуклеиновых компонентов (ДНК и РНК) как маркеров микроорганизмов.**

КОММЕНТАРИИ
К РЕЗУЛЬТАТАМ

Обнаружение ДНК представителей морских и наземных родов бактерий на поверхности МКС требует объяснения механизмов транспорта живого вещества на высоту примерно 400 км. Перенос аэрозоля, включая живых микроорганизмов, с поверхности Земли в тропосферу описан с учетом механизмов диспергирования поверхности и динамики нижней атмо-

Космонавт О.Д. Кононенко с прибором “Тест” на борту МКС. Февраль 2012 г. Фото А.А. Мисуркина.





сферы. Перенос из тропосферы в стратосферу также хорошо описан. Следует подчеркнуть, что перенос дисперсных частиц из тропосферы в стратосферу возможен не только при катастрофических явлениях (извержения вулканов, лесные пожары), но и при прохождении вихрем области, где тропосфера резко меняет свою высоту. Результат такого переноса – устойчивое присутствие в стратосфере целого сообщества микроорганизмов, позволяющее ставить вопрос о верхней границе биосферы. Перенос из стратосферы в ионосферу возможен с восходящей ветвью глобальной электрической цепи за счет

ряда сопряженных механизмов турбулентной электротермической диффузии, сопровождающейся массопереносом дисперсного материала.

Учитывая интенсивность генерации с поверхности Земли водного аэрозоля, захватывающего и бактериопланктон, Земля может быть источником биокосмозоля (коллоидная суспензия частиц твердого вещества в жидкости с включением биообъектов), эмитируемого в околоземное космическое пространство.

Состав обнаруженных родов бактерий и достаточно высокая концентрация ДНК биоматериала исключают разовую

Вскрытие прибора "Тест" в лаборатории молекулярной диагностики НИИ вирусологии им. Д.И.Ивановского. Фото Е.В. Шубраловой.

случайную контаминацию наземного происхождения. Кроме того, отбор проб в космическом вакууме и их обработка в ламинарном шкафу II степени защиты позволяет свести вероятность контаминации к минимальной. Таким образом, получены факты, подтверждающие, что возможен значимый массоперенос морского бактериопланктона до орбит МКС с восходящей ветвью глобальной электрической цепи. Конечно, данный феномен

нуждается в дальнейшем изучении, однако можно констатировать, что показан восходящий транспорт бактериальной ДНК.

Найденные осадки микро- и наночастиц, пленочные образования (результат адгезионных процессов), а также жизнеспособные споры бактерий на внешней поверхности МКС позволяют говорить о наличии физико-химических и биохимических предпосылок развития деструктивных процессов. При этом осадочный материал может оказаться питательной средой для живых бактерий, а также условием для размножения и обра-

зования плотных очагов коррозионных процессов.

Результаты исследования проб-мазков на молекулярном уровне позволяют определить специфичность обнаруженных микроорганизмов и их происхождение, а именно: загрязнение при создании и выведении модулей МКС, функционирование систем станции, вынос наземных аэрозолей, диспергирование поверхности, а также космическая пыль.

ИТОГИ И ВЫВОДЫ ПРОГРАММЫ "ТЕСТ"

Подведем предварительные итоги трех циклов космических экспериментов и аналитических исследований по комплексной программе "Тест" в 2010–2014 гг.:

– впервые найдены экспериментальные до-

казательства сохранения нуклеиновых кислот, жизнеспособных спор микроорганизмов вне Земли в открытом космическом пространстве, в частности обнаружены *Bacillus Licheniformis*, *Delfia sp.*, *Mycobacteria sp.*;

– создана возможность экспериментально изучать гипотезу панспермии об импортировании жизни на Землю из космоса;

– получены факты, подтверждающие транспорт бактериальной ДНК, в частности сходного с планктоном из Баренцева моря до геоцентрических орбит МКС. Такой путь переноса позволяет обсуждать гипотезу панспермии по механизму, при котором живое вещество активно рассеивается из биосферы Земли в межпланетное пространство;

Схема российского сегмента МКС с указанием мест отбора проб.



Приборы "Тест", подготовленные к доставке на РС МКС. Июль 2014 г. Фото З.В. Цыганковой.



Результаты программы "Тест" определяют необходимость ее продолжения в следующем виде:

- проведение систематического мониторинга внешней поверхности МКС;

- создание и применение коллектора для постоянного улавливания аэрозолей в собственной атмосфере МКС и окружающем космическом пространстве;

- применение робототехники для тотального и последовательного отбора проб-мазков со всех поверхностей МКС.

МКС с полным основанием может и должна рассматриваться как уникальная экспериментальная площадка для отработки средств и методов поиска внеземных форм жизни. Теоретические и практические выводы и следствия, которые возможно получить из результатов реализации и продолжения программы "Тест", должны привести к принципиально новым для земной цивилизации фундаментальным знаниям и могут рассматриваться как пролог и веха экспериментальной экзобиологии.

- обоснована постановка вопроса о верхней границе биосферы Земли в ионосфере;

- подтверждено, что исследования молекулярными методами проб с внешней поверхности МКС позволяют определить видовую специфичность обнаруженных микроорганизмов и их происхождение;

- получена информация о возможных аномальных процессах коррозии и биодеструкции материалов, которые могут снижать ресурс-

ные характеристики герметических корпусов жилых модулей с длительным сроком существования и высокой автономностью, например для марсианского экспедиционного комплекса;

- подтверждена необходимость требований к конструкции межпланетных аппаратов, исключаящих контаминацию космического пространства и инопланетных тел земными формами жизни при обеспечении планетного карантина.

19 июня 2014 г. на РС МКС состоялся очередной выход экипажа в открытое космическое

пространство. Космонавты А.А. Скворцов и О.Г. Артемьев взяли пробы-мазки с поверхности

орбитальной станции, которые доставлены на Землю для исследований.

Информация

“Фотон-М4”

19 июля 2014 г. с космодрома Плесецк запущен российский научный космический аппарат “Фотон-М4” (см. стр. 1 обложки). Ракетаноситель “Союз-2.1а” вывела его на околоземную орбиту высотой $258 \times 571,6$ км, период обращения – 92,58 мин, наклонение – $64,9^\circ$. На четвертом витке на борту космического аппарата была нарушена работа канала приема команд. Канал передачи телеметрической информации продолжал работу, удалось включить научную аппаратуру и провести некоторые эксперименты. 26 июля связь с биоспутником “Фотон-М4” была восстановлена в полном объеме.

Напомним, что космические аппараты “Фотон” и “Фотон-М” предназначены для проведения экспериментов в области космической технологии, производства материалов и биологических препаратов в интересах различных отраслей промышленности и науки, а также международного сотрудничества. В 1985–1999 гг. с космодрома “Плесецк” запущено в космос 12 КА “Фотон”. В создании научной аппаратуры

и подготовке экспериментов принимали участие ученые и специалисты России, Бельгии, Великобритании, Германии, Испании, Италии, Канады, Китая, Нидерландов, США, Франции, Чехии и Швеции.

В 2002 г. был создан модернизированный “Фотон-М”. Два аппарата этой серии с улучшенными тактико-техническими характеристиками в 2005 г. и 2007 г. успешно выполнили эксперименты на орбите. Прежние КА “Фотон” работали в космосе по 12–18 сут, научная программа “Фотон-М4” рассчитана на два месяца.

На базе КА “Бион-М” ГНПРКЦ “ЦСКБ-Прогресс” (Самара) разработал “Фотон-М4” массой 6840 кг, в том числе масса научной аппаратуры – 650 кг, что позволило реализовать отечественную программу по космической технологии, биотехнологии, материаловедению.

На борту “Фотона-М4” находилось более 20 установок, на которых в течение 1,5 месяцев полета проводились подготовленные специалистами ИМБП РАН биологические и технологические эксперименты:

– “Геккон-Ф4” (влияние микрогравитации на половое поведение, организм взрослых животных и эмбриональное развитие гекконов),

– “Флуотрек” (динамика изменения состояния внутриклеточных систем при

действии факторов космического полета; многопараметрический флуоресцентный анализ состояния клеток),

– “Метеорит” (изучение возможности выживания микроорганизмов на материалах, имитирующих вещество метеоритов и астероидов),

– “Биофрост” (влияние условий космического полета на микробный комплекс, выделяемый из многолетнемерзлых отложений),

– “Микология” (рост и развитие чистой грибной споровой массы и симбиотических организмов),

– “Биотрансформация” (биodeградация полиэтиленовой пленки в результате жизнедеятельности микроорганизмов, без внесения дополнительных ингредиентов и принудительного удаления продуктов метаболизма),

– “Биоэлектричество” (получение электричества с помощью микроорганизмов-электрогенов),

– “Биорадиация-Ф” (биологически значимые характеристики космического ионизирующего излучения и эффекты его воздействия на биообъекты в условиях открытого пространства и внутри спутника).

Пресс-релизы Роскосмоса, ИМБП РАН и ГНПРКЦ “ЦСКБ-Прогресс”,
19 июля – 19 августа
2014 г.

Струйные течения в атмосфере Земли

А.Ф. НЕРУШЕВ,
доктор физико-математических наук
НПО “Тайфун” при Росгидромете

В атмосфере Земли на высоте 6–60 км практически над всеми широтами можно встретить мощные узкие воздушные потоки с квазигоризонтальной осью. Это высотные струйные течения. Скорость ветра в них может достигать нескольких сот километров в час. Струйные течения играют существенную роль в циркуляционной системе атмосферы Земли. Они влияют



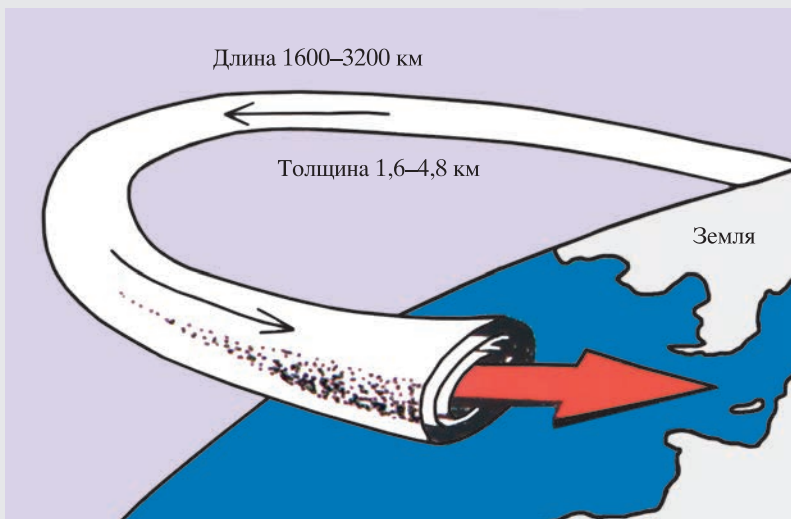
на пространственное распределение газового состава атмосферы, генерируют внутренние гравитационные волны, могут вызывать болтанку самолетов вблизи своих границ. С ними связывают аномальные погодные явления. Струйные течения, обладающие огромной кинетической энергией, – заманчивый природный источник возобновляемой энергии.

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Струйные течения – неотъемлемый и очень важный элемент общей циркуляции атмосферы. В них сосредоточена основная кинетическая энергия воздушной оболочки Земли. Скорость ветра в струйном течении может превышать 100 м/с (более 360 км/ч).

В литературе встречается упоминание о максимальной зарегистрированной скорости ветра – 700 км/ч. Считается, что струйные течения были открыты американскими летчиками дальней авиации в конце Второй мировой войны. Взлетая с Гавайских островов, чтобы бомбить Японию, тяжелые бомбардировщики, летевшие со ско-

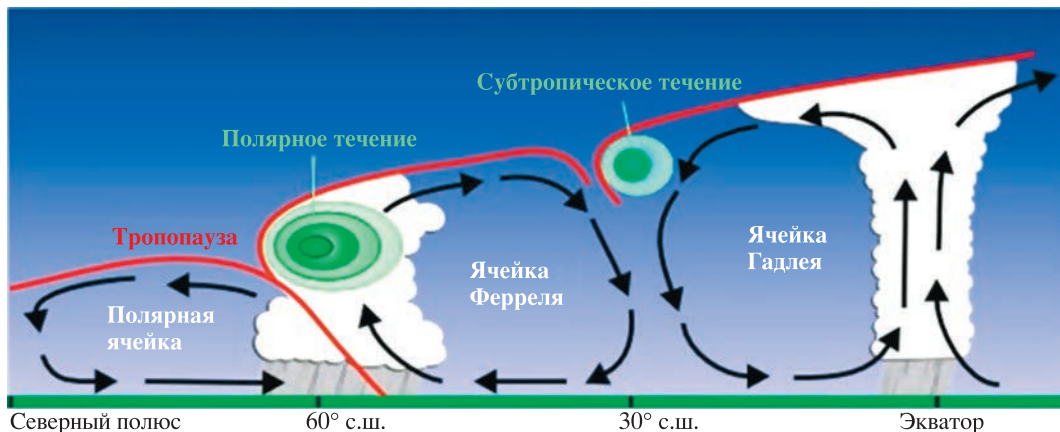
ростью 350–400 км/ч, попадали на высоте 8–9 км в области сильнейшего встречного ветра, который иногда заставлял их практически зависать в воздухе без продвижения вперед. Во многих случаях летчики вынуждены были прерывать полет, сбрасывать бомбы в море и возвращаться на свои базы, не выполнив задания.



Схематическое изображение и характерные размеры высотного струйного течения в атмосфере Земли. Основное направление струйных течений – с запада на восток.

Ради справедливости надо сказать, что еще в начале XX в. в верхней тропосфере после эпизодических наблюдений были обнаружены узкие области сильных ветров. Выдающийся норвежский метеоролог В.Ф. Бьеркнес в 1933 г., используя результа-

ты температурного зондирования нескольких удаленных друг от друга станций, построил меридиональные разрезы, вычислил геострофический ветер и подтвердил ранние качественные и эпизодические количественные наблюдения высоких скоростей ветра



в верхней тропосфере. Однако этим фактам не было уделено должного внимания. И только после открытия, сделанного американскими летчиками, струйные течения начали изучать всесторонне. И поводом к этому послужили, по-видимому, чисто практические соображения.

Так что же представляют собой струйные течения? Струйные течения в атмосфере Земли можно условно разделить на высотные и нижнего уровня. При этом наиболее интенсивные из них – высотные течения. Рассмотрим высотные струйные течения. Согласно определению, предложенному в 1957 г. аэрологической комиссией Всемирной метеорологической организации, под струйным течением понимается сильный узкий поток с квазигоризонтальной осью, существующий в верхней тропосфере или стратосфере и характери-

зующийся большими вертикальными и горизонтальными сдвигами ветра с наличием одного или более максимумов скорости ветра. Характерные линейные размеры струйного течения обычно определяют по контуру горизонтальной скорости ветра 30 м/с. Длина струйных течений – тысячи километров, ширина – сотни километров, толщина – несколько километров. Максимальная скорость ветра наблюдается на оси струйного течения. По мере удаления от оси скорость падает. Характерный сдвиг ветра по вертикали – 5–10 м/с на 1 км, по горизонтали – 5 м/с на 100 км.

При общем направлении струйных течений в тропосфере с запада на восток ориентировка их может существенно отличаться от зональной. При этом надо сказать, что струйные течения не огибают земной шар непрерывно. Они могут

Схема основных высотных струйных течений в атмосфере Земли. Они формируются в переходных зонах между двумя воздушными массами с разными характеристиками, прежде всего разными температурами. Изображение с Интернет-сайта www.danielyeow.com.

перемещаться по широте на значительные расстояния, заметно менять свою конфигурацию под действием ряда причин, раздваиваться, сливаться и т.д.

Центральная часть струйного течения, в которой скорость ветра максимальна, называется сердцевинной. Сечение сердцевинной вертикальной плоскостью можно представить в виде эллипса с размерами 50–100 км по горизонтали и 1–2 км по вертикали. Под зоной струйного течения понимают области атмосферы, простирающиеся справа и слева от оси, шириной по горизонтали



Схема движения струйного течения между холодными и теплыми воздушными массами. Изображение с Интернет-сайта <http://www.dvfu.ru/meteo/book/jetl.gif>.

до нескольких сот, а иногда и тысяч километров. Слева от оси струи, если смотреть по потоку, находится циклоническая сторона струйного течения, справа – антициклоническая.

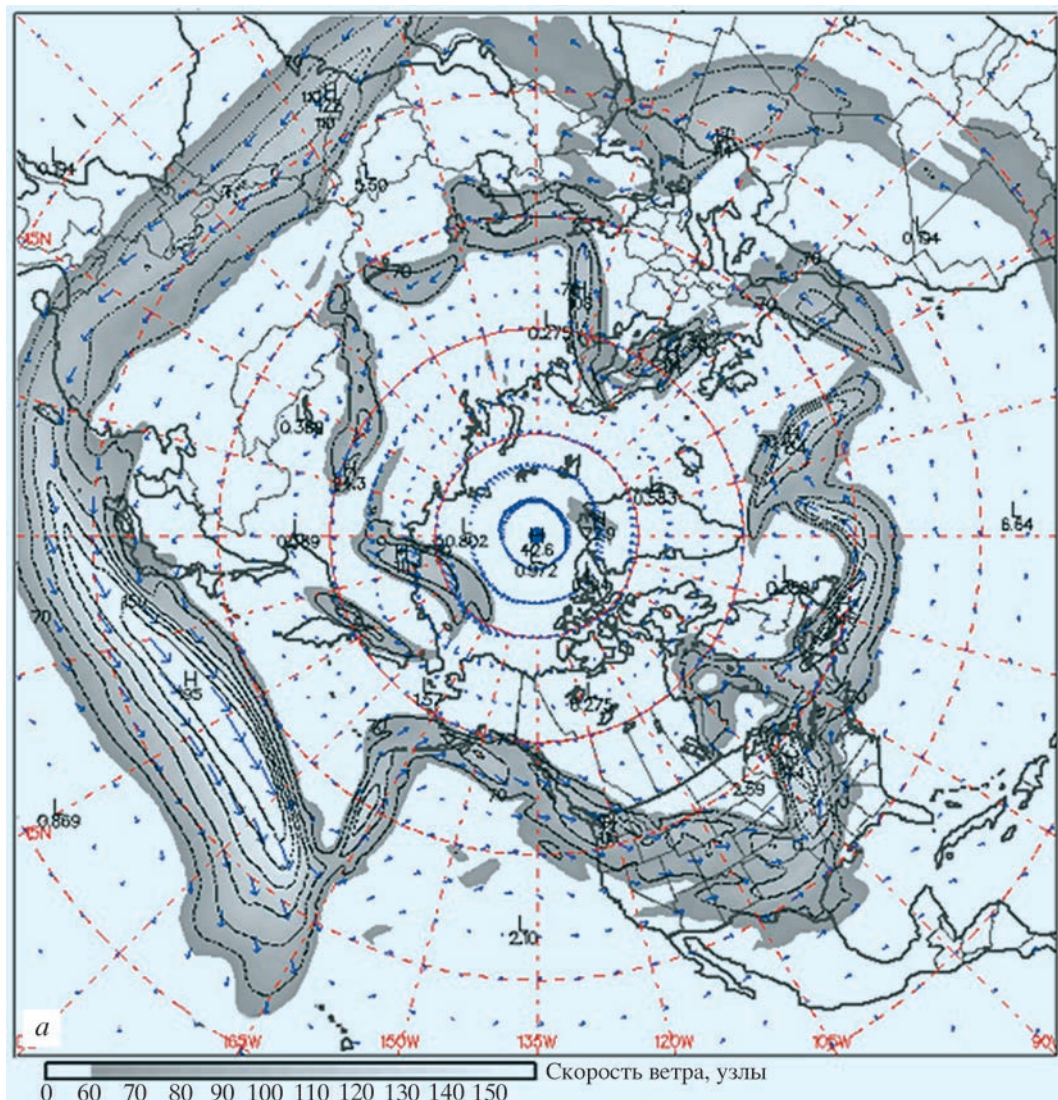
Струйные течения присутствуют в атмосфере почти над всеми частями земного шара. Формируются они в хорошо выраженных фронтальных зонах в тропосфере и стратосфере, то есть в переходных зонах между двумя воздушными

массами с разными характеристиками, прежде всего с разными температурами. Напомним, что воздушные массы по географическому положению очагов формирования делятся на четыре типа: арктический или антарктический воздух, полярный (или умеренный), тропический и экваториальный. Арктический и полярный воздух разделяет арктический фронт, а полярный и тропический воздух – полярный фронт. Это главные тропосферные фронты. Положение струйных течений совпадает с положением высотных фронтальных зон, в которых наблюдаются наиболее сильные меридиональные градиенты температуры. Выделяются три

основных вида струйных течений.

Арктические струйные течения (или струйные течения арктического фронта) возникают на высоте 6–8 км, обычно севернее 65° с.ш. Максимальная скорость ветра – 100 м/с.

Струйные течения умеренных широт (или струйные течения полярного фронта) перемещаются, как правило, в зоне 65–45° с.ш. на высоте 9–12 км. В районах восточного побережья Северной Америки и Азии зафиксирована максимальная скорость ветра – 130 м/с. Над океанами наибольшая повторяемость струйных течений совпадает с направлением теплых океанических течений. В Атлантике это Гольфстрим и Северо-



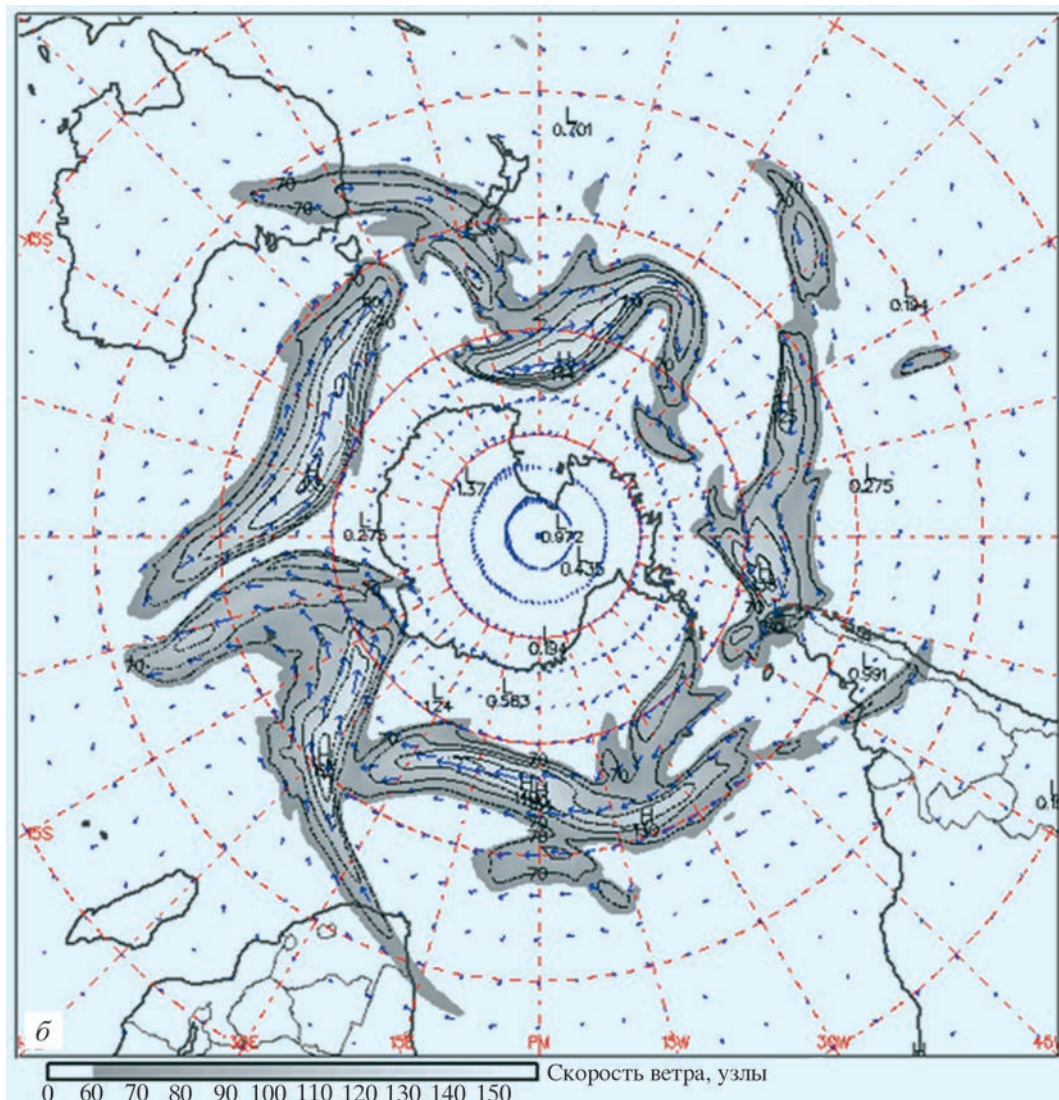
Зоны струйных течений в Северном (а) и Южном (б) полушариях на высоте около 9 км, где давление 300 гПа. 21 февраля 2014 г. в 6 ч по Гринвичу. По данным Университета Сан-Франциско (США), в соответствии с моделью GFS (Global Forecast System – глобальная система прогнозирования).

Атлантическое течение, в Тихом океане – Куро-сио и Северо-Тихоокеанское.

Субтропические струйные течения относятся к наиболее устойчивым и сильным струйным тече-

ниям. Они формируются на высоте 11–16 км и встречаются в обоих полушариях. Наибольшие скорости ветра (до 200 м/с) отмечаются над Японией. Считается, что субтропическое струй-

ное течение в Северном полушарии связано с субтропическим фронтом, который зарождается между крупномасштабными элементами системы общей циркуляции атмосферы – ячей-



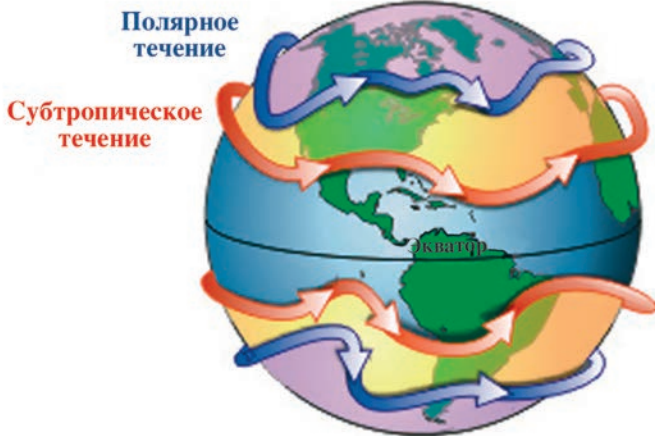
кой Гадлея и ячейкой Ферреля.

К этим основным видам струйных течений добавляются еще два. Экваториальные струйные течения с неустойчивым режимом, которые имеют в основном восточное направление, простираются вблизи экватора на высоте 20–30 км в зоне 0–15° широты в Северном и Южном по-

лушариях. Максимальная скорость ветра – 40 м/с. Стратосферные струйные течения встречаются в стратосфере до высот 60 км, то есть и в мезосфере, практически на всех широтах от 0 до 75° с.ш., и могут иметь в зависимости от сезона как восточное, так и западное направление.

Характеристики струйных течений во многом

зависят от мощных горных систем Средней и Центральной Азии (Гималаи, Тянь-Шань, Памиро-Алай), Северной Америки (Скалистые горы) и Южной Америки (Анды). В меньшей степени воздействуют на них Альпы и горы Кавказа. Влияние мощных горных систем распространяется на высоты, в 3–4 раза превышающие высоту гор.



Атмосферные волны Россби, проявляющиеся в колебаниях высотных струйных течений. Изображение с Интернет-сайта www.en.wikipedia.org.

Над горными системами Средней и Центральной Азии, ориентация которых в целом совпадает с направлением западных ветров, даже образуются локальные орографически обусловленные струйные течения. Их образование вызвано резкими различиями характеристик воздушных масс над равнинными и горными территориями, особенно на границе между ними.

Влияние Скалистых гор и Анд, вытянутых в меридиональном направлении, проявляется несколько по-иному. Эти горные системы, располагаясь почти перпендикулярно струйным течениям, вызывают уменьшение сечения воздушного потока над ними и, следовательно, увеличение скорости ветра на оси струйного течения. После преодоления горного массива сечение воздушного потока возрастает, что приводит

к уменьшению скорости ветра на оси струйного течения.

КАК ВОЗНИКАЮТ И СКОЛЬКО "ЖИВУТ" СТРУЙНЫЕ ТЕЧЕНИЯ

Какова причина появления струйных течений? В самом начале интенсивных исследований было предложено несколько теорий их зарождения. Выделим две главные. Согласно теории слияния, формирование высотных фронтальных зон и струйных течений происходит главным образом в результате адвективного сближения различных по термическим свойствам воздушных масс. Горизонтальный градиент температуры приводит к образованию градиента давления, под действием которого воздух приобретает дополнительную (термическую) составляющую скорости. В установившемся режиме

в результате равновесия силы градиента давления и отклоняющей силы вращения Земли (кориолисовой силы) движение воздуха будет происходить вдоль изобар (линий равного давления). Такое горизонтальное движение воздуха называется геострофическим ветром. Конечно, в реальной атмосфере строго геострофического ветра не существует. Однако можно говорить о квази-геострофическом ветре, характеристики которого не очень отличаются от геострофического. Чем больше контраст температуры между воздушными массами, тем больше термическая составляющая скорости геострофического ветра и, следовательно, скорость ветра в центральной зоне струйного течения. При этом направление струйного течения в Северном полушарии будет всегда таким, что холодная воздушная масса остается слева, а теплая – справа.

Согласно теории бокового перемешивания К. Россби, горизонтальная циркуляция в средних широтах имеет характер волнообразных

возмущений с гребнями и ложбинами, циклонами и антициклонами. Они переносят теплый воздух к северу и холодный – к югу. Нарушение зонального переноса в результате потери устойчивости волн приводит к усиленному горизонтальному перемешиванию, и в субтропической зоне образуется высотная фронтальная зона с большими контрастами температуры и струйное течение. Предлагались и другие, более экзотические теории.

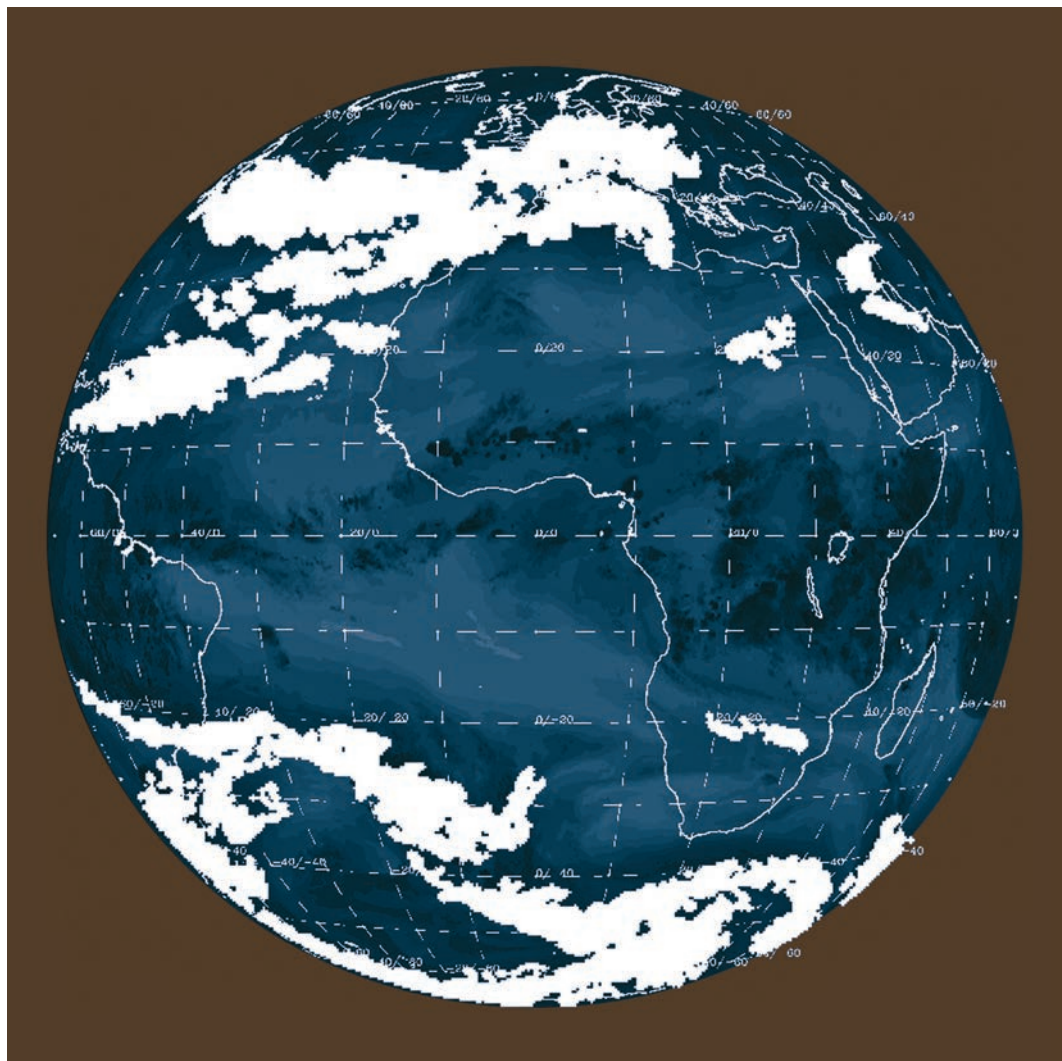
Несмотря на некоторое различие подходов к объяснению струйных течений, главное состоит в том, что они возникают, усиливаются или ослабевают в результате образования и разрушения высотных фронтальных зон. При сближении холодных и теплых воздушных масс горизонтальные градиенты температуры, давления и скорости ветра возрастают. И напротив, при удалении холодного воздуха от теплого градиенты температуры и давления уменьшаются, ветры ослабевают. Конечно, самая общая причина происхождения струйных течений – особенности преобразования солнечной энергии в системе атмосфера – поверхность Земли, то есть тот факт, что солнечное излучение нагревает экваториальную область Земли больше, чем полярные области.

Струйные течения в верхней тропосфере хорошо воспроизводятся в современных численных моделях атмосферы. Глобальные или региональные прогностические модели используют для расчетов в качестве начальных условий все виды доступной информации о физических параметрах атмосферы, включая наряду с традиционными данными гидрометеорологических наблюдений результаты самолетных, спутниковых и наземных дистанционных измерений. Карты струйных течений на основе глобальных и региональных прогностических моделей рассчитываются, как правило, для изобарической поверхности с давлением 300 гПа, что соответствует высоте приблизительно 9 км. Примерно на этом уровне наблюдаются наиболее сильные ветры в атмосфере Земли.

Струйные течения в верхней тропосфере можно определить и на основе обработки спутниковых снимков Земли в инфракрасной области спектра электромагнитного излучения. Наиболее подходят для этого фотографии с геостационарного спутника, сделанные в полосе поглощения водяного пара (канал водяного пара с центром на $\lambda = 6,2$ мкм). В этом канале неоднородности концентрации водяного пара визуально

проявляются в виде “облаков” водяного пара. По перемещению этих “облаков” можно определять направление и скорость ветра в верхней тропосфере. Зная пространственное распределение скорости горизонтального ветра, не представляет особого труда выделить зоны струйных течений. Поскольку снимки с геостационарного спутника поступают с высоким временным разрешением (15 мин и даже 5 мин), можно получать детальную картину эволюции струйных течений.

Проводя анализ карт, построенных с некоторым временным интервалом Δt , мы можем наблюдать сложное поведение струйных течений. Они образуются, перемещаются, исчезают, объединяются, разъединяются и т.д. Поэтому говорят о характерном времени “жизни” струйных течений, понимая под этим термином промежуток времени, в течение которого сохраняются в определенных пределах некоторые характеристики струйного течения. Расчеты, проведенные нами по данным спутниковых измерений, показывают, что характерное время “жизни” высотных струйных течений в атмосфере Земли может меняться от нескольких часов до нескольких суток. Максимальное время “жизни” – почти 10 суток.



СТРУЙНЫЕ ТЕЧЕНИЯ В АТМОСФЕРАХ ДРУГИХ ПЛАНЕТ

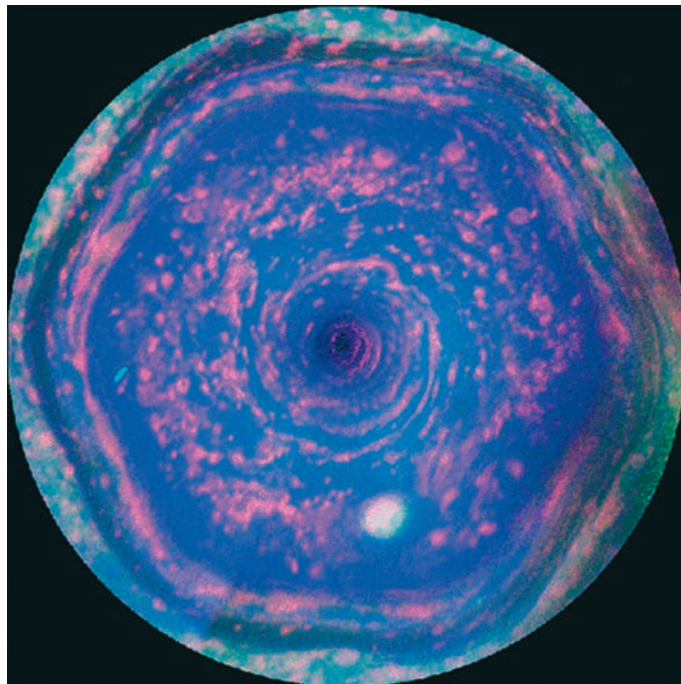
Итак, мы установили, что струйные течения – это характерные образования в атмосфере Земли, обусловленные прежде всего особенностями преобразования солнечной энергии в системе атмосфера – поверхность планеты. Только ли для Земли ха-

рактерны струйные течения? Исследования атмосфер Марса и Венеры с помощью автоматических станций показали, что и на этих планетах наблюдаются струйные течения. Интересно, что на Венере струйные течения присутствуют и на мезосферных высотах – в области от 65 км и выше. Но, конечно, их характеристики совсем другие,

Пример отображения выявленных областей струйных течений на спутниковом снимке в канале водяного пара с центром на $\lambda = 6,2 \text{ мкм}$ 11 апреля 2013 г. в 17 ч по Гринвичу. По данным расчетов автора с сотрудником-ми.

нежели на Земле. Более того, в атмосферах Нептуна, Урана, Юпитера и Сатурна также об-

Мощный циклонический вихрь в форме шестиугольника диаметром 30 тыс. км на Северном полюсе Сатурна. Скорость струйного течения – 322 км/ч. Внутри шестиугольника обнаружены небольшие вихри, вращающиеся в направлении, противоположном струйному течению. Снимок сделан АМС “Кассини”. Фото NASA.



наружены струйные течения. АМС “Вояджер-2” зарегистрировала струйные течения на Нептуне с гигантскими скоростями, достигающими 2100 км/ч! В начале 1980-х гг. станция обнаружила в атмосфере Сатурна сильнейшую глобальную циклоническую циркуляционную систему в форме шестиугольника диаметром 30 тыс. км, внутри которого отмечена скорость 322 км/ч. Он образован струйным течением. Этот шестиугольник отличается чрезвычайной стабильностью и “живет” уже не одно десятилетие, что стало большой загадкой для исследовавших его американских ученых (Земля и Вселенная, 1982, № 4). Подобные структуры на Земле весьма нестабильны, и максимальное время их “жизни” порядка 10 суток.

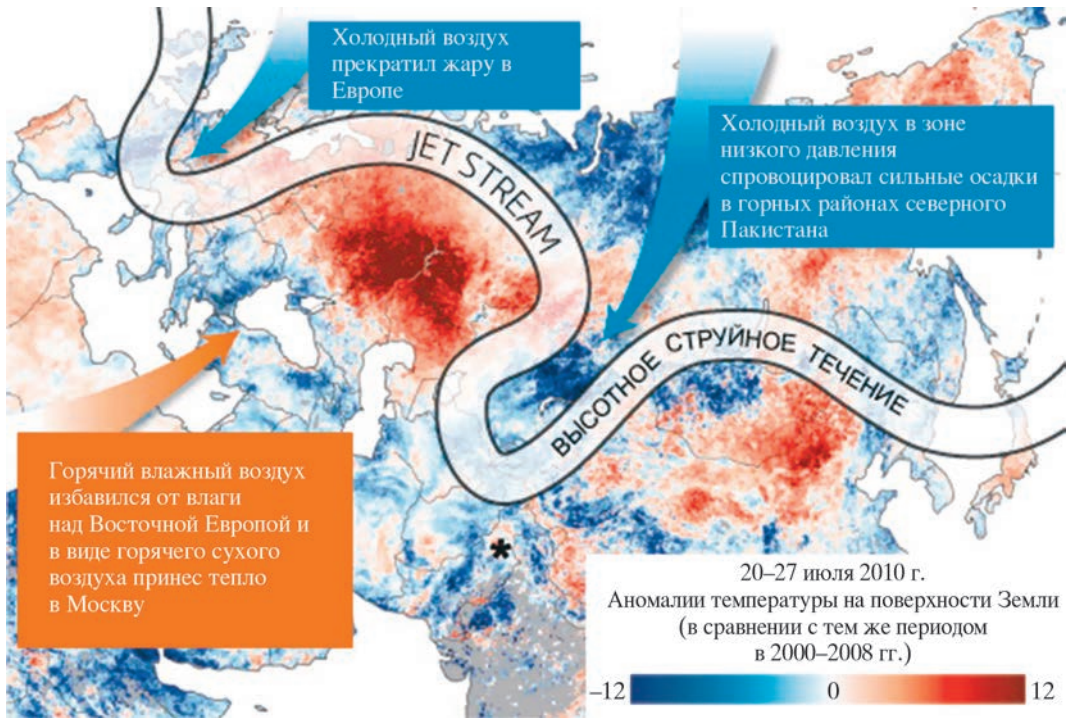
Более поздние фотографии, полученные АМС “Кассини”, позволили обнаружить внутри шестиугольника небольшие вихри, вращающиеся

в направлении, противоположном направлению струйного течения (Земля и Вселенная, 2007, № 4, с. 91; 2012, № 6, с. 22–23). Некоторые из этих вихрей течение тащит за собой. Размер самых больших из них – 1,3 тыс. км в поперечнике, что значительно превышает размеры ураганов на Земле. Проанализировав снимки “Кассини”, ученые обнаружили, что внутри шестиугольника мало крупных атмосферных частиц и много мелких, а снаружи – наоборот. Струйное течение при этом работает как барьер. Подобные многоугольные структуры встречаются на Земле в тропических циклонах. Не часто, но все же “глаз” бури – область за-

тишь в центре тропического циклона, окруженная мощной стеной облаков, в пределах которой наблюдаются максимальные скорости ветра, – иногда имеет форму многоугольника. Наблюдаются струйные течения и на Солнце.

РОЛЬ СТРУЙНЫХ ТЕЧЕНИЙ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Обладая внушительными размерами и колоссальной энергией (скорость ветра, как мы видели, достигает нескольких сот километров в час), струйные течения, постоянно присутствующие в атмосфере, должны заметно влиять на ее физические характеристики и протекающие в атмосфере процессы.



Рассмотрим, в чем и как это проявляется.

Струйные течения и газовый состав атмосферы. Давно было замечено, что струйные течения воздействуют на пространственное распределение малых газовых составляющих атмосферы, тех газов, которые определяют трансформацию солнечного и теплового электромагнитного излучения в атмосфере и тем самым – энергетику системы атмосфера – поверхность Земли. Особенно заметно их действие сказывается на атмосферном озоне. Они разделяют в атмосфере воздушные массы с различным общим содержанием озона (суммарным содержанием в верти-

кальном столбе воздуха единичного сечения) – арктическую, умеренную и тропическую, затрудняя обмен между ними.

Струйные течения и аномальные погодные условия. У многих жителей центрального региона России сохранились в памяти воспоминания о жарком лете 2010 г. Экстремальные погодные условия тогда наблюдались в разных уголках земного шара. Самое сильное за последние восемьдесят лет наводнение в Пакистане, аномальная жара в средней полосе России, Японии и Канаде, августовское наводнение в Восточной Германии. Появились гипотезы, объясняющие экстремальные погод-

Схема экстремальных погодных условий над территорией Евразии в июле 2010 г. Они могут быть обусловлены аномальным поведением высотных струйных течений. Рисунок NASA.

ные условия необычным поведением высотных струйных течений в атмосфере. При аномальной погоде струйные течения вели себя иначе, чем в обычных условиях: наблюдались систематические изгибы высотного струйного течения. Почему это происходит, пока неизвестно. Такие изменения – часть естественной неустойчивости атмосферы – приводят к изменениям погоды

в течение недели, месяца или целого сезона. С особенностями поведения струйных течений связывают, в частности, наводнения в Великобритании в июне – июле 2007 г., достаточно влажное лето во всей Западной Европе в 2008 г. и 2009 г., затянувшуюся зиму 2012–2013 г. в Европе и России.

Струйные течения и авиация. По-видимому, наибольшее практическое значение струйные течения имеют для авиации. Так, скорость самолета, летящего на восток на высоте 8–10 км, за счет струйного течения заметно возрастает, экономится топливо, и наоборот, летчики, совершающие полет на запад, стараются уклониться от встречи со струйным течением, уменьшая скорость полета. Кроме того, зоны высотных струйных течений за счет больших градиентов скорости ветра сильно турбулизованы (турбулентность ясного неба). Попадая в зоны турбулентности, воздушное судно испытывает опасную болтанку. Эти зоны в отличие от облаков, в которых также присутствует турбулентность, нельзя обнаружить визуально. Расположение зон турбулентности в областях струйных течений обычно прогнозируют. Однако это сложная и не до конца решенная задача. Интересно, что

струйные течения пытались использовать в военных целях. В годы Второй мировой войны в Японии был разработан план воздушных налетов на территорию США с использованием струйных течений. В течение 1944 г. японцы запустили в направлении США свыше 10 тыс. воздушных шаров с зажигательными бомбами. Они рассчитывали на то, что шары, подхваченные струйными течениями, перенесутся на территорию США. Специальные устройства автоматически поддерживали нужную высоту полета этих шаров. Однако лишь около 10% шаров достигло цели, и нанесенный ими ущерб оказался незначительным.

Струйные течения как генераторы внутренних гравитационных волн. Атмосферные струйные течения – один из важнейших источников внутренних гравитационных волн в атмосфере. Внутренние гравитационные волны – это волны в атмосфере, существование которых возможно только в присутствии силы земного притяжения. Отсюда и термин “гравитационные”. Атмосфера Земли представляет собой нелинейную колебательную систему, в которой наряду с регулярными потоками и вихревыми течениями наблюдаются волновые движения в широком диапазоне ча-

стот – от акустических колебаний до крупномасштабных планетарных волн. Энергию, равную примерно 10^{16} Дж, ежедневно переносят внутренние гравитационные волны, планетарные волны и приливы из нижележащих слоев атмосферы в область верхней атмосферы, причем около двух третей этой энергии приходится на внутренние гравитационные волны. Основные источники волн сосредоточены в тропосфере (атмосферные вихри, облачно-конвективная деятельность, струйные течения, фронтотенез, движение атмосферных фронтов) и на поверхности Земли (орографические неоднородности поверхности Земли, термические неоднородности между материками и океанами). Генерируемые этими источниками атмосферные возмущения могут распространяться на значительные высоты, достигая верхней атмосферы (мезосферы и нижней термосферы). В струйных течениях наблюдаются большие сдвиги скорости ветра по вертикали и горизонтали. Эта важная особенность способствует возникновению в областях больших сдвигов скорости ветра интенсивных волновых движений и турбулентности и оказывает существенное влияние на распространение волн. То же самое каса-



ется внутренних гравитационных волн, переносящих энергию из нижних в верхние слои атмосферы.

Струйные течения и тропические циклоны. Со струйными течениями неразрывно связаны такие мощные атмосферные вихри, как тропические циклоны. Еще в 1980-х гг. было установлено, что одно из необходимых условий развития тропического циклона – верхнетропосферное восточное струйное течение в его окружении. Однако каким образом оно влияет на тропический циклон, не было ясно. В последние годы ученые ИКИ РАН установили большую роль струйных течений в снабжении

тропических циклонов водяным паром из мощных источников, расположенных в тропической зоне вблизи экватора. Водяной пар – это своеобразное топливо, которое питает тропический циклон и обеспечивает его развитие. Правда, эти струйные течения, точнее просто струи (джеты), по своим размерам и максимальной скорости значительно уступают тем, что описаны выше.

Струйные течения и энергетика. В струйных течениях сосредоточена огромная кинетическая энергия воздушной оболочки планеты. Как можно ее использовать во благо человечества? В настоящее время энер-

Внутренние гравитационные волны в поле облачности. Некоторые параметры волн можно оценить по его периодической структуре. Источником волн могут быть различные интенсивные атмосферные процессы. Изображение с Интернет-сайта www.billionnews.ru.

гию струйных течений используют только авиаторы, экономя топливо и время перелета. Однако этого чрезвычайно мало! Человечество уже научилось использовать энергию ветра на небольших высотах от поверхности Земли, преобразуя ее с помощью ветрогенераторов в электрическую. Почему бы не попробовать обуздать энергию

Генераторы с большими пропеллерами, парящие в зоне струйного течения, словно воздушные змеи. Вырабатываемая генераторами энергия будет передаваться по кабелю. Фотомонтаж Л. Миллер.



струйных течений! Простейшие оценки показывают, что плотность мощности струйного течения при средней скорости 50 м/с на высоте 9 км составляет 25 кВт/м³. Принимая размеры вертикального сечения сердцевинки струи равными 100 км по горизонтали и 2 км по вертикали, получим оценку мощности струйного течения $5 \cdot 10^{12}$ Вт = 5 ТВт. Много это или мало? Для сравнения: потребность человечества в обеспечении энергией в 2010 г. составила около 17 ТВт. Заметим, что автор рассмотрел сравнительно “медленное” струйное течение. Известно, что максимальная скорость ветра в струйном течении может превышать 100 м/с. При такой скорости мощность струйного течения с упомянутыми выше параметрами будет уже 40 ТВт (!): мощность пропорциональна кубу скорости ветра.

Работы в направлении использования энергии струйных течений ведутся, в частности, в США. Уже предложены вполне осуществимые технические решения. Так, фир-

ма “Sky Wind Power” уже отработала конструкцию парящего генератора с четырьмя большими пропеллерами. Вырабатываемая генератором энергия будет передаваться на Землю по кабелю, а в обратном направлении по тому же кабелю можно посылать управляющие команды, например для перемещения “змея” на заданную высоту.

Итак, мы выяснили, что струйные течения – это характерные образования не только в атмосфере Земли, но и в атмосферах других планет Солнечной системы. Они формируются при значительных температурных контрастах воздушных масс. Пока неизвестно, как будет влиять происходящее ныне глобальное потепление климата на характеристики

струйных течений в атмосфере Земли – их конфигурацию, максимальную скорость ветра на оси, продолжительность времени “жизни”. Поскольку струйные течения – важный элемент общей циркуляции атмосферы, очевидно, такое влияние должно быть. Поскольку глобальное потепление более всего проявляется в высоких широтах, повышение там температуры приведет к уменьшению температурного градиента между верхними и нижними широтами, что должно ослабить струйные течения в атмосфере. Однако не ясно, каковы детали этого влияния, как оно будет проявляться и к чему приведет в настоящее время. Ответы на эти вопросы можно получить двумя путями. Во-первых, с помощью численных моде-

лей общей циркуляции атмосферы, во-вторых, методом статистической обработки фактических данных, полученных за длительный период в результате обработки спутниковых снимков Земли или использования глобальных и региональных прогностических моделей.

Весьма заманчивой и перспективной представляется идея преобразования кинетической энергии струйных течений в электрическую. Как мы видели, потенциальные возможности их использования огромные.

Однако, помимо чисто технических трудностей, возникают проблемы принципиального характера. Исследователи из института Макса Планка в Йене (Германия) показали, во-первых, что энергетический потенциал высотных струйных течений в 200 раз меньше, чем предполагалось. Во-вторых, что более важно, вследствие масштабного использования энергии высотных струйных течений может измениться вся климатическая система планеты. Эти выводы основаны на математическом мо-

делировании изменения климата Земли. Однако в моделях практически невозможно учесть все многообразие связей в климатической системе Земли, поэтому к таким выводам надо относиться с осторожностью. Как нам представляется, исследование возможностей использования огромной энергии струйных течений будет непременно продолжено. В этом направлении открывается широчайшее поле для творческой фантазии ищущих и талантливых молодых людей.

Информация

“Чандра”: новое в эволюции звезд

Ученые стали лучше понимать процесс звездообразования, изучив данные исследований эмиссионной туманности NGC 2024 Пламя, или Факел в созвездии Ориона (см. стр. 4 обложки). Наблюдения проводились с помощью космической рентгеновской обсерватории “Чандра” и инфракрасных телескопов. Тщательный анализ массы и яркости звезд в NGC 2024 позволил точно определить их возраст. Согласно обще-

принятой теории, близкие к центру скопления звезды должны быть более старыми, чем расположенные по краям. Между тем в центре туманности астрономы обнаружили звезды возрастом около 200 тыс. лет, а по краям – 1,5–2 млн лет. Это означает, что процесс образования звезд более сложный, чем предполагалось, поэтому необходимо пересмотреть модель эволюции галактик. Считается, что звезды образуются в результате гравитационного коллапса огромных газопылевых облаков. После появления первых звезд в центре туманности в оставшемся на окраинах менее плотном материале формируются молодые звезды. Новые представления говорят о том, что, во-первых, более

плотный материал в центре туманности увеличивает время зарождения звезд по сравнению с истощенными краями скопления. Во-вторых, звезды, которые сформировались в центре скопления, подвержены сильному гравитационному влиянию других звезд, что, возможно, заставляет некоторые из них перемещаться на окраину, оставляя позади только что возникшие. В-третьих, молодые звезды в центре туманности могут быть сформированы газопылевыми нитями: молодые звезды замещают более старые. Процесс звездообразования таит еще много загадок.

Пресс-релиз NASA,
7 мая 2014 г.

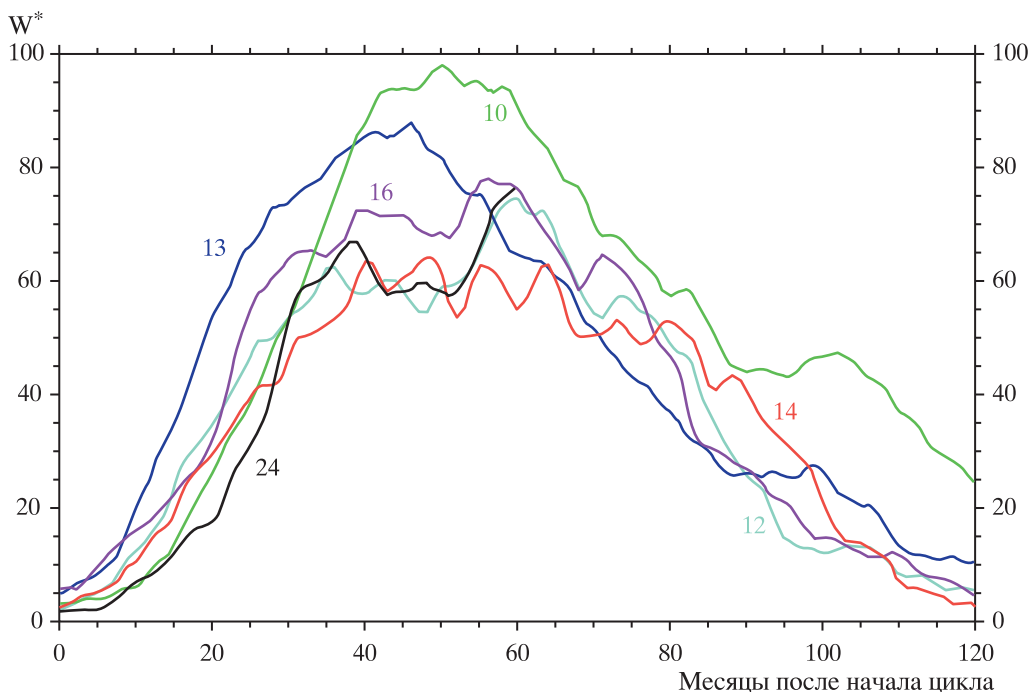
Солнце в июне – июле 2014 г.

Пятнообразовательная активность Солнца в этот период уверенно держалась на среднем уровне, но 7–14 июня и 1–12 июля достигла высокого уровня, затягивая время наступления максимума текущего 24-го цикла. Число групп пятен на видимом диске Солнца менялось от 11 до 0. Первый

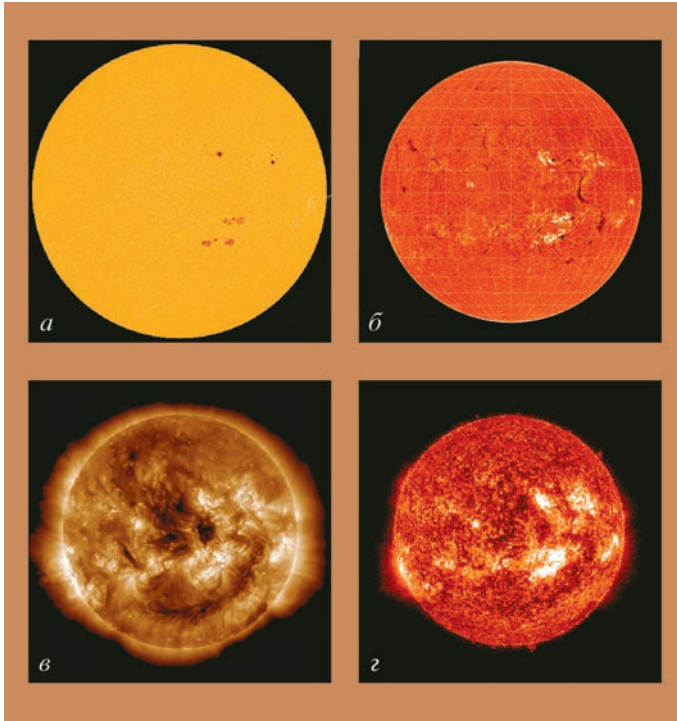
день без пятен в текущем цикле зарегистрирован 16 июля. Всего же из 52 групп солнечных пятен 20 появились в Северном полушарии. Группы пятен в подавляющем большинстве были небольшими и спокойными. В Южном полушарии две группы пятен выросли до средних значений ($300 < Sp < 500$ м.д.п.) и три – до больших ($Sp < 1500$ м.д.п.). Отметим, что со второй половины 2013 г. в Южном полушарии групп солнечных пятен появляется намного больше, чем в Северном. Кривая роста сглаженных (за 13 месяцев) относительного числа пятен продолжает подъем к максимуму текущего цикла.

Текущие среднемесячные значения чисел Вольфа – $W_{\text{июня}} = 71,0$ и $W_{\text{июля}} = 72,5$. Сглаженное значение относительного числа солнечных пятен в декабре 2013 г. и январе 2014 г. составило $W^* = 76,0$ и $77,3$ соответственно.

До 7 июня относительное число солнечных пятен находилось на среднем уровне, затем постепенно повысилось. 15 июня вернулось к среднему уровню, который сохранился до конца месяца. Максимальное наблюдаемое за сутки число солнечных пятен отмечено 12 июня ($W = 136$), минимальное – 24 июня ($W = 28$). Вспышечная активность высокого уровня замечена

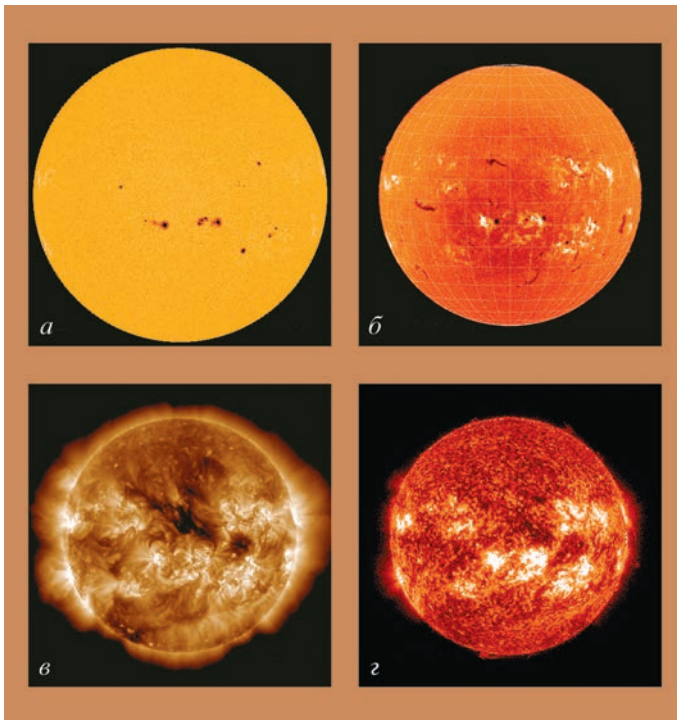


Ход развития (60 месяцев) текущего 24-го цикла солнечной активности среди всех достоверных (с 1849 г.) солнечных циклов. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.



Солнце 10 июня 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 Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$); г) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$). Изображения получены космической солнечной обсерваторией "SDO" (<http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>).

10–11 июня, когда в небольшой группе пятен Южного полушария, выходящей из-за восточного лимба, за 22 ч возникли три солнечных вспышки рентгеновского балла X2.2/SF, X1.5/1F и X1.0/SF. Средний уровень вспышечной активности наблюдался 3, 6, 12–15 июня, в остальные дни она оставалась на низком уровне, лишь 22, 25 и 27 июня опускалась до очень низкого. Выбросы солнечных волокон (25 событий) случились 1 (2), 4 (2), 6 (2), 7, 8 (3), 9, 10, 13 (2), 14, 16, 17 (2), 18, 19 (2), 21, 24 и 25 (2) июня. Коронаграфы космической обсерватории "SOHO" зарегистрировали 210 корональных выбросов вещества раз-



Солнце 8 июля 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 Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$); г) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$). Изображения получены космической солнечной обсерваторией "SDO" (<http://www.spaceweather.com>).

ной интенсивности, среди которых четыре были типа “частичное гало III” (угол раствора 180°–270°) и 12 – типа “частичное гало II” (угол раствора 90°–180°). Межпланетная ударная волна от выброса большого солнечного волокна 4 июня достигла околосреднего космического пространства и вызвала малую магнитную бурю 7–8 июня – единственную в этом месяце. Четыре рекуррентных и столько же вновь образовавшихся корональных дыр проходили по видимому диску Солнца, однако высокоскоростные потоки не вызвали в околосреднем космическом пространстве значимых геомагнитных возмущений. На средних широтах Земли трое суток сохранялась возмущенная геомагнитная обстановка. На геостационарных орбитах не было очень высоких потоков релятивистских элек-

тронов с энергиями больше 2 МэВ.

В начале июля уровень пятнообразовательной активности Солнца был высоким. После 12 июля она стала быстро уменьшаться, 15 и 18–21 июля достигла низкого значения, а с 22 июля и до конца месяца находилась на среднем уровне. На видимом диске Солнца наблюдалось от 0 до 8 групп солнечных пятен, две из них – большие и одна – среднего размера. Максимальное наблюдаемое число солнечных пятен отмечено 7 июля ($W = 142$), минимальное – 17 июля ($W = 0$). 6 июля небольшая группа пятен Северного полушария вышла на видимый диск Солнца, 8 июля в ней произошла вспышка балла M6.5/2B. В том же полушарии 1, 9 и 10 июля возникли вспышки среднего балла. Выбросы солнечных волокон (12 событий) наблюдались 5 (3), 9 (2), 10 (2), 18 (2), 21,

22 и 26 июля. Коронаграфы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали более 124 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди них были пять типа “частичное гало II” (угол раствора 90°–180°). В июле образовались две рекуррентные и одна новая корональная дыра, но их геоэффективность была незначительной. **Июль 2014 г. оказался одним из самых спокойных за всю историю наблюдений геомагнитных возмущений.** На геостационарных орбитах отсутствовали очень высокие потоки релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете (<http://www.izmiran.ru/services/saf/>). Страница обновляется каждый понедельник.

*В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН*

Информация

KTX: галактика NGC 1433 с ярким центром

С помощью KTX получено изображение соседней спиральной сейфертовской галактики NGC 1433 с активным ядром и переменной, расположенной в 32 млн св. лет от Земли в созвездии Печи (см. стр. 3 обложки). Исследование проводится по программе LEGUS

(Legacy ExtraGalactic UV Survey – ультрафиолетовый обзор внешних галактик). Это часть наблюдения выбранных 50 ближайших галактик для изучения полного спектра их характеристик и внутренней структуры. NGC 1433 относится к классу очень активных галактик, который включает 10% всех наблюдаемых галактик. Считается, что в сейфертовских галактиках УФ-излучение исходит от аккреционных дисков, расположенных вокруг центральных сверхмассивных черных дыр. Астрономы на-

земной обсерватории ALMA (Атакамская большая миллиметровая/субмиллиметровая решетка) обнаружили удивительную спиральную структуру в светящемся молекулярном газе вблизи центра NGC 1433. Они также наблюдали исходящую от черной дыры струю вещества протяженностью всего 150 св. лет – это самое небольшое молекулярное истечение в галактике за пределами Млечного Пути.

Пресс-релиз NASA,
9 июля 2014 г.

“Зеленая” космонавтика для будущего человечества

С.В. КРИЧЕВСКИЙ

доктор философских наук, кандидат технических наук
Экологический центр ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН

Самые лучшие стратегии будущего не могут быть реализованы без нового технологического рывка, перехода к более эффективным и экологичным технологиям. У космонавтики колоссальный потенциал, необходимый для безопасного и “зеленого” устойчивого развития человечества. Однако

отечественная космическая отрасль и зарубежная космонавтика отстали в экологическом развитии. Автор рассмотрел проблемы и перспективы “озеленения” космической деятельности, привел важные экологические характеристики ракетно-космической техники. Он изложил осно-

вы нового подхода к оценке экологичности и управлению процессом экологизации техники и технологий. В статье дан краткий критический анализ ситуации на строящемся космодроме Восточный. Предложен вариант стратегии перехода к “зеленой” космонавтике.

ПОЧЕМУ КОСМОНАВТИКА
ОТСТАЛА
В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ
РАЗВИТИИ?

Журнал “Земля и Вселенная” продолжает освещать и обсуждать проблемы экологической безопасности и экологизации космической деятельности, которые становятся все более актуальными (Земля и Вселенная, 2004, № 1). В мире идет переход к “зеленым” технологиям, экономике и

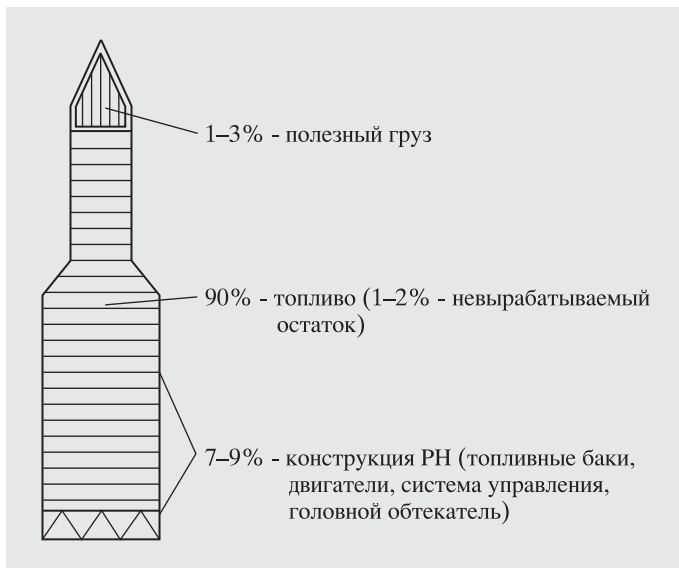
развитию. Этому была посвящена Всемирная конференция “Рио+20” под эгидой ООН в июне 2012 г. в Рио-де-Жанейро (Бразилия). В России 2013 г. в соответствии с Указом Президента РФ прошел Год охраны окружающей среды.

“Зеленые” энергетика, строительство, транспорт становятся насущной реальностью и прообразом экологически безопасного и устойчивого будущего. А где же

“зеленая” космонавтика и возможны ли экологически чистые космические технологии, техника, деятельность?

В апреле 2012 г. Роскосмос представил проект новой стратегии космической деятельности, разработанной в индустриально-рыночной парадигме: поднять промышленность, восстановить инфраструктуру, усилить контроль качества, увеличить долю на мировом

Схема ракеты с экологической точки зрения. Примерное распределение стартовой массы (в %) для ракеты с ЖРД, близкое к характеристикам РН "Протон", стартовая масса около 700 т (Кричевский С.В. Экологическая история техники (методология, опыт исследований, перспективы). М.: ИИЕТ РАН, 2007, с. 134).



рынке¹. Об охране окружающей среды и экобезопасности в нем не было ничего, кроме борьбы с космическим мусором на околоземной орбите, что противоречило новой государственной политике РФ в области экологического развития².

Через год, в апреле 2013 г., Президент России утвердил основы государственной политики космической деятельности, где есть положения об охране окружающей среды и многое другое³. Чрезвычайно важно

¹ Давыдов В.А. О Стратегии развития космической деятельности России до 2030 года и на дальнейшую перспективу // Федеральный справочник. Оборонно-промышленный комплекс России. Том 8. М.: 2012.

² Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 г. 30 апреля 2012 г. Сайт Президента России (<http://news.kremlin.ru/news/15177>).

³ "Основные положения

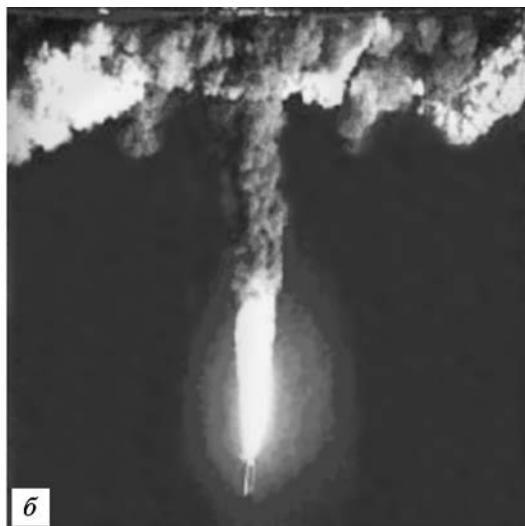
определить: какие у России цели и стратегия в космосе? Летим на Луну, осваиваем Марс? В чем потребности общества, как должна их удовлетворять космическая отрасль? Какой должна быть ее структура, как организовать работу и эффективно использовать ресурсы?

Однако есть еще более сложная проблема: при нынешней космической технике, имеющей военный генезис, созданной на принципах и техноло-

“Основ государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу”, утвержденные Президентом Российской Федерации от 19 апреля 2013 г. № Пр-906. http://www.federalspace.ru/media/files/docs/3/osnovi_do_2030.doc

гиях полувековой давности, никакие стратегии, политики, структуры и деньги не помогут. Современная ракета менее эффективна, чем паровоз: из 100% стартовой массы лишь 1–3% – полезная нагрузка (космический аппарат), 90% – топливо (зачастую это очень токсичный несимметричный диметилгидразин – гептил, доставшийся в наследство от “холодной” войны), остальные 7–9% – фрагменты конструкции, падающие после отделения⁴. С экологической точки зрения,

⁴ Кричевский С.В. Экологическая история техники (методология, опыт исследований, перспективы): Монография. М.: ИИЕТ РАН, 2007; Власов М.Н., Кричевский С.В. Экологическая опасность космической деятельности: аналитический обзор. М.: Наука, 1999.



в отличие от “традиционной” космической, ракета – это экологически грязная и экономически расточительная технология.

Высоки риски аварий при стартах ракет-носителей, вероятность неудачи оценивается в 0,03–0,05, то есть 3–5% запусков бывают аварийными (в среднем каждый 25-й запуск). Причем если для автомобильного топлива давно действуют экологические стандарты (Евро-1,2,3,4,5), то для ракетного их нет. Космическая отрасль в России и во всем мире не спешит их вводить. Более того, в нашей стране чрезмерно увлеклись коммерческими запусками устаревших конверсионных гептиловых ракет.

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧНОСТИ ТЕХНИКИ

Автор разработал подход и модель, позволяющие классифицировать и оценить экологичность техники, технологий, технологических укладов, отраслей. В модели охвачены основные экологические режимы взаимодействия с окружающей средой.

Предлагается классификация экологичности технологий в виде четырех классов (цветов):

белые (А) – идеальные, экологически чистые и безопасные, восстанавливающие природу и ресурсы, принципиально новые, перспективные;

зеленые (В) – природо- и ресурсосберегающие, обладающие высоким уровнем экологической безопасности, новые, желаемые;

Стартующая ракета. Взгляд с космической (а) и экологической (б) точек зрения на залповый выброс продуктов сгорания топлива в окружающую среду (Кричевский С.В. Экологическая история техники. М.: ИИЕТ РАН, 2007, с. 136).

коричневые (С) – расточительные, грязные, экологически опасные, устаревшие;

черные (D) – чрезвычайно расточительные и грязные, разрушительные, экологически очень опасные, неприемлемые.

Границы между классами технологий условны. Они могут смещаться с учетом изменения представлений, ужесточения экологических стандартов. Можно представить множество технологий, применяемых в космиче-

ской отрасли, как интегральный эколого-технологический спектр (N) и обозначить область наилучших доступных технологий (L). Причем далеко не все наилучшие доступные технологии являются “зелеными”, что объективно определено существующим технологическим укладом и отражает сложную коллизию реальной структуры и деятельности отрасли, а также процесс ее экологизации.

Экологическая безопасность в данной модели подразделяется на четыре уровня, которые соответствуют классам технологий (от белого

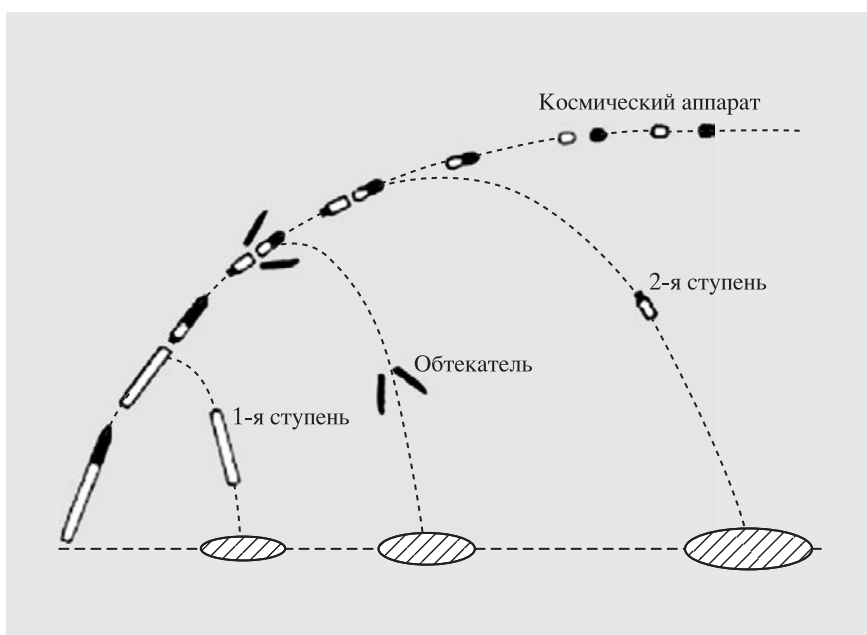
до черного), и при охвате спектром нескольких классов должна оцениваться по худшему показателю.

Интегральный эколого-технологический спектр отрасли может включать несколько экологических режимов и классов технологий в различных пропорциях, на полном жизненном цикле и с охватом всего спектра техники, технологий и процессов, которые относятся к данной отрасли, в том числе в историческом контексте. Чем экологичнее (“зеленее”) отрасль, тем меньше в интегральном эколого-технологическом спек-

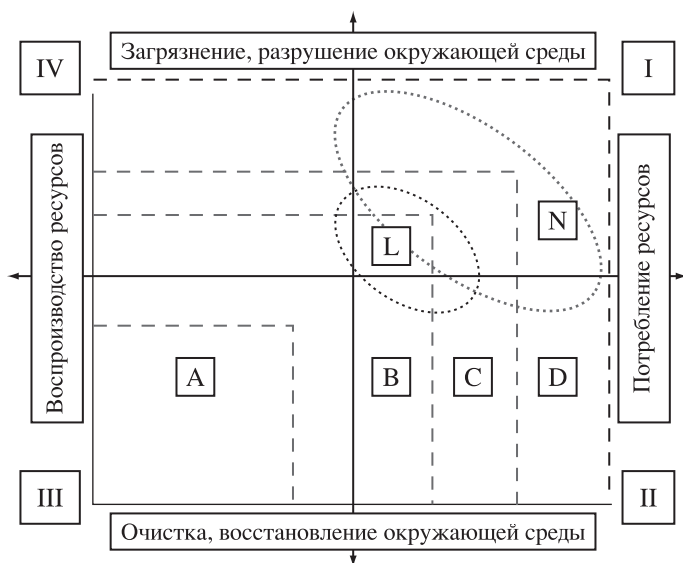
тре черного и коричневого цветов, и тем больше спектр смещен в “зеленую” зону.

Интегральный эколого-технологический спектр конкретного технического объекта можно представить как спектр реализованных в объектах технологий, в котором каждый из классов имеет свою долю. Оценка экологической безопасности коррелирует с интегральным эколого-технологическим спектром.

Применительно к космической технике на примере горючего в составе топлив, применяемых в ракетах-носителях, классы технологий выглядят



Схема, поясняющая образование районов падения (обозначены эллипсами) при запусках космических объектов ракетами-носителями с Земли (Власов М.Н., Кричевский С.В. Экологическая опасность космической деятельности: Аналитический обзор. М.: Наука, 1999, с. 91).



Модель оценки экологичности техники, технологий в пространстве “потребление, воспроизводство природных ресурсов” – “загрязнение, разрушение, очистка, восстановление окружающей среды”. Рисунок автора. Обозначения: I–IV – экологические режимы взаимодействия с окружающей средой (ОС): I – потребление природных ресурсов (ПР) с загрязнением и разрушением ОС; II – потребление ПР с очисткой и восстановлением ОС; III – воспроизводство ПР с очисткой ОС; IV – воспроизводство ПР с загрязнением и разрушением ОС. А, В, С, D – классы экологичности техники, технологий (белый, зеленый, коричневый, черный). N – область применяемых технологий как интегральный эколого-технологический спектр и L – область наилучших доступных технологий для космической отрасли (показаны условно).

так: черные (D) – гептиловые (несимметричный диметилгидразин + азотный тетраоксид); коричневые (C) – керосиновые (керосин + кислород); зеленые (B) – водородные (водород + кислород); белые (A) – перспективные принципиально новые (электромагнитные, гравитационные и другие, еще не существующие).

По оценке автора, в космической отрасли

явно преобладают черные и коричневые технологии и соответствующие технические объекты.

Управление процессом экологизации космической техники и уровнем экологической безопасности должно осуществляться через управление спектром применяемых технологий. Но для начала предстоит произвести инвентаризацию всего

спектра технологий, применяемых в отрасли, и оценить конкретные пропорции и тенденции.

КАКОЙ ЦВЕТ У КОСМОДРОМА ВОСТОЧНЫЙ?

Космодром Восточный, создаваемый по Указу Президента РФ, имеет важное значение для реализации новой госполитики в области космической деятельности, развития и безопасности Амурской области, Дальневосточного федерального округа и всей страны⁵. “Ядро” космодрома Восточный займет около 1000 км², а общая площадь зоны воздействия на окружающую среду (по оценке автора) охватит несколько миллионов квадратных километров. Из бюджета России на его строительство выделяется примерно 300 млрд руб. Первый запуск РН “Союз-2” по плану должен состояться в 2015 г., в 2018 г. – первый пилотируемый полет. У нового российского космодрома длинная и сложная предыстория: на этом месте с 1960-х гг. находилась дивизия Ракетных войск стратегического назначения Министерства обороны СССР, в начале 1990-х гг. дивизию расформировали, затем на ее базе создали

⁵ Сайт космодрома Восточный (<http://vostokdrom.ru/>).

космодром Свободный (1996–2006 гг.; Земля и Вселенная, 1998, № 4). Ввиду ряда причин этот космодром не получил развития, с него произведено всего пять запусков спутников с использованием твердотопливных ракет. По решению президента России в 2006 г. космодром был закрыт и ликвидирован.

В 2007 г. возникла новая инициатива по созданию инновационного проекта национального космодрома и космического центра России, который стал бы ядром

“космического” кластера в Дальневосточном федеральном округе. Целесообразно рассматривать космодром Восточный как объект социо-эколого-экономического управления в инновационной модели будущего космической деятельности, в новой парадигме “зеленого” устойчивого развития. Это предполагает баланс, учет и реализацию всех трех блоков на полном жизненном цикле данного стратегического объекта.

К сожалению, космодром Восточный создают

пока с использованием устаревших технологий, с нарушениями требований новой госполитики РФ в области экологического развития. При таком сценарии экологический цвет нового космодрома будет далек от зеленого. Следует признать, что проект космодрома изначально не предполагал использования новых “зеленых” технологий, возобладала доэкологическая техническая и инфраструктурная логика. Космодром строится в дефиците времени, в спешке, по



Строительство стартовой площадки для РН “Союз-2” на космодроме Восточный. Отсюда в 2015 г. будет стартовать РН “Союз-2”, а в перспективе – РН “Ангара”. Фото Роскосмоса.



Старт РН "Протон-М" с тремя навигационными спутниками "Глонасс-М". На первой минуте полета она взорвалась и упала недалеко от стартового комплекса. Космодром Байконур. 2 июля 2013 г. Фото Роскосмоса.

частям, без полноценной экологической экспертизы, что уже привело к социально-экологическим проблемам и конфликтам в Амурской области и Республике Саха. Необходимо скорректировать проект и весь процесс создания космодрома Восточный, который в перспективе может стать эффективным инновационным и "зеленым" объектом, ускорителем развития сферы космической деятельности.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЫВОК И "ОЗЕЛЕНЕНИЕ"

В июле 2013 г. на космодроме Байконур произошла авария РН "Протон-М", использующей

токсичное гептиловое топливо. Были утрачены три спутника системы "Глонасс", ущерб составил около 5 млрд руб. К счастью, обошлось без жертв. Но даже если вдруг случится чудо – ракеты перестанут падать, все запуски станут успешными, будет построена и заработает в полную мощь космодром Восточный, – ситуация радикально не изменится.

Космической отрасли необходим "зеленый" технологический рывок: ракеты многоразового использования с высокой массовой эффективностью, без токсичного топлива, с возвращаемыми ступенями, которым не нужны районы падения. Разработки та-

ких ракет, топлив, технологий есть, но переход к ним задержался в России и мире примерно на 20 лет (!). Любая отработанная технология дешевле, чем новая, поэтому для технологического рывка нужны политическая воля, требования и стимулы. Вряд ли на современном мировом космическом рынке он возможен в отдельно взятой стране, даже при эффективном управлении. Предстоит менять не отдельные технологии, а весь технологический уклад – с черного на зеленый.

Длительное время Роскосмос был заказчиком, исполнителем и контролером, управляющим всей космиче-

Старт ракеты-носителя легкого класса "Ангара-1.2 ПП" с космодрома Плесецк. 9 июля 2014 г. Фото Роскосмоса.

ской промышленностью, и при этом отрасль хронически недофинансировалась, поэтому было вовсе не до экологических приоритетов. Проблемы с качеством продукции, безопасностью, инновациями, кадрами и общий кризис в отрасли закономерно нарастали: слишком часто падали ракеты, техника обновлялась крайне медленно. Например, РН "Ангара" модульного типа с кислородно-керосиновыми двигателями создавалась 20 лет – с 1994 г., и только 9 июля 2014 г. она стартовала, хотя начало летных испытаний комплекса было назначено на 2005 г. (Земля и Вселенная, 2005, № 2)⁶. В 2013 г. началась и набирает темп реформа всей сферы космической деятельности России, создана Объединенная ракетно-космическая корпорация. Как бы не получилось, что в сложный период реформы космической отрасли снова будет не до экологических "изысков" – не до экологизации...

⁶ Указ Президента РФ от 6 января 1995 г. «О разработке космического ракетного комплекса "Ангара"».



Но ситуация еще серьезнее. В мире идет переход к "зеленой" экономике в новой парадигме "зеленого" развития и роста, которые были декларированы на Конференции "Рио+20" в 2012 г. Развиваются "зеленые" сектора экономики. Зреют новые требования и к космической отрасли по переходу к наилучшим доступным технологиям, внедрению ракет на топливе с высоким уровнем экологической безопасности, передовых технологий перемещения в пространстве. Тот, кто быстрее осознаёт и возглавит "зеленый" процесс, станет реальным

мировым лидером в области космонавтики в XXI в.

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ "ЗЕЛеной" КОСМОНАВТИКИ

Возможен ли переход космонавтики к стратегии "зеленого" развития и какой должна быть ее структура?

Утопии. С 1990-х гг. существуют и развиваются идеи экологизации космической техники, в 2010-е гг. их можно представить как комплекс идей о возможности радикального, быстрого перехода к "зеленой" космонавтике за счет обновления техники, ак-

тивного внедрения экологически безопасных технологий. Разработано множество идей и инновационных технологий, которые можно отнести к “зеленым” (например, нетоксичные ракетные топлива; использование энергии, передаваемой лучом лазера для движения ракеты; “космический лифт”). В России предложены концепция “зеленых” технологий в космонавтике и “зеленая” стратегия освоения Луны⁷. Но их внедрение затруднено из-за преобладания устаревших подходов, технологий и технологического уклада в сфере космической деятельности. “Зеленая” космонавтика все еще воспринимается как утопия.

Реалии. Современная космическая техника в России и мире имеет унаследованные экологические проблемы из-за военного генезиса, двойных технологий, отставания во внедрении экологических стандартов,

перехода к наилучшим доступным технологиям, а также из-за экономических и других ограничений. Существующие “традиционные” проекты, программы, стратегии уделяют недостаточно внимания и ресурсов обеспечению экологической безопасности, охране окружающей среды. “Зеленые” подходы и технологии в них еще не отражены. Стратегию развития будущей космонавтики предстоит разработать как альтернативу существующей и/или дополнение к ней.

Перспективы. Общая модель и структура стратегии развития “зеленой” космонавтики может быть представлена в виде трех блоков: цели, задачи, принципы; главные направления, методы, подходы; этапы. Рассмотрим подробнее второй блок.

Направления развития: обеспечение экологической безопасности, использование природных ресурсов на Земле и в космосе, охрана и восстановление окружающей среды, включая создание особо охраняемых пространств вне Земли. Ключевые методы: нормирование и классификация экологичности техники, технологий, проектов и программ. Подходы: системный, охват полного жизненного цикла, переход к “зеленому” технологическому укладу через управление спек-

тром технологий (запрет “черного” класса, ограничение “коричневого”, активная поддержка “зеленого” и опережающая разработка “белого”). Кратко о третьем блоке. Этапы: разработка и внедрение новых “правил игры”; переходный период от “черно-коричневой” космонавтики к “зеленой”. Первый этап продлится около пяти лет, второй – 20–30 лет (оптимистический сценарий).

“Зеленый” переход невозможен только в космонавтике и/или в одной стране, он обусловлен темпами развития мировой экономики. Но отставание приведет к снижению эффективности и конкурентоспособности сферы космической деятельности, а **без экологически безопасной космонавтики не получится “зеленого” будущего человечества.**

И последнее. Можно покрасить ракеты зеленой краской и развесить зеленые космические флаги, но проблему это не решит. **Всю космонавтику в России и мире, ее инфраструктуру и продукцию необходимо начать делать из другого теста – “зеленых” идей, проектов, технологий, материалов. Для этого всем участникам процесса предстоит самим “позеленеть” изнутри. Осталось понять, захотеть, суметь!**

⁷ Ключников В.Ю. Основные направления реализации концепции “зеленых” технологий космической деятельности”; Кричевский С.В. “Зеленые” технологии и стратегия освоения Луны. В сб. К.Э. Циолковский и инновационное развитие космонавтики: материалы XLVIII Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Калуга: Эйдос, 2013.

История сообщества космонавтов

В книге **“Сообщество космонавтов. История становления и развития за полвека. Проблемы. Перспективы”** (М.: URSS, ЛЕНАНД, 2013) Л.В. Иванова и С.В. Кричевский первыми описали и проанализировали историю профессионального сообщества космонавтов. Л.В. Иванова – кандидат социологических наук, сотрудник отряда космонавтов ЦПК им. Ю.А. Гагарина, научный сотрудник ИИЕиТ им. С.И. Вавилова. С.В. Кричевский – доктор философских наук, кандидат технических наук, профессор, космонавт-испытатель, в 1989–1998 гг. готовился к полету на КК “Союз ТМ” и орбитальном комплексе “Мир” в ЦПК им. Ю.А. Гагарина, ведущий научный сотрудник Экологического центра ИИЕиТ им. С.И. Вавилова.

Читатель познакомится с результатами многолетних



исследований, отражающих основные аспекты сложной и интересной профессии “космонавт”, с историей создания и развития Отряда космонавтов СССР/России в 1960–2012 гг., проблемами и перспективами подготовки космонавтов, а также социологическими исследованиями, выполненными в связи с 50-летним юбилеем первого полета человека в космос. Авторы выделили основные этапы, закономерности и особенности создания первых отрядов космонавтов в СССР и России, США и в ряде других стран, привели их важные социо-

логические и социокультурные характеристики.

В книге четыре главы: *“Теоретико-методологические основы исследования процесса институционализации сообщества космонавтов”*, *“Этапы, особенности, тенденции, социокультурные параметры становления профессионального сообщества космонавтов”*, *“Институциональная структура сообщества космонавтов”*, *“Социальные проекты, проблемы и перспективы расселения человечества в космосе на основе развития сообщества космонавтов”*. В заключение приведены основные результаты и выводы, предложения и рекомендации. Книгу завершают список использованных источников и литературы, три приложения с результатами социологических исследований.

Книга может быть интересна не только специалистам в области пилотируемых космических полетов, но и всем, кто интересуется историей, настоящим и будущим профессии “космонавт”. Особенно она увлечет тех читателей, кто мечтает о работе в отряде космонавтов и полете в космос.

Дэниел Кирквуд

(К 200-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

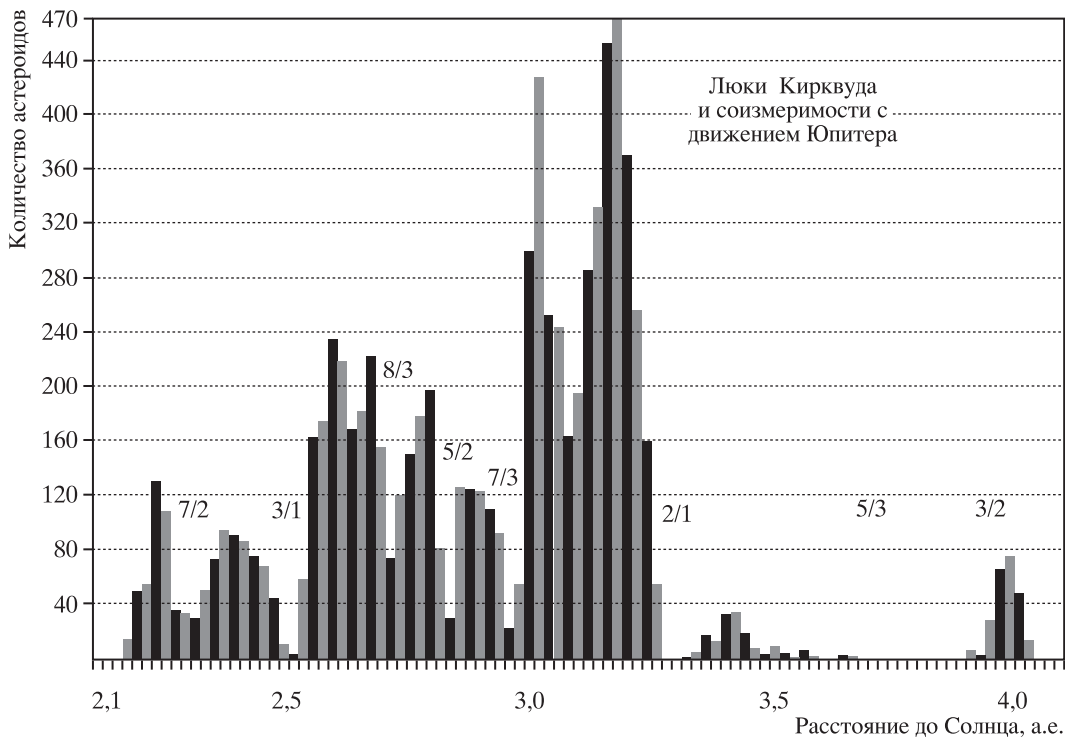
Часто имена знаменитых ученых можно найти не только в списках персоналий, но и в предметных указателях. Так, в астрономии навсегда неразделимы сочетания: звезда Барнарда, облако Оорта, пояс Койпера, маятник Фуко, фраунгоферовы линии, бабочки Маундера. Среди них выделяется разнообразием вариантов перевода на русский язык понятие “люки Кирквуда” (Kirkwood Gaps). В изданиях разных

лет, кроме люков, можно встретить провалы, окна, щели, пустоты, пробелы Кирквуда. Но сути дела это не меняет, ведь в распределении астероидов в пространстве от Солнца обнаружены заметные сгущения и разреженности, а первым их открыл американский астроном Д. Кирквуд.

Дэниел Кирквуд (Daniel Kirkwood) родился 27 сентября 1814 г. в Бладенсбурге (округ Харфорд, штат Мэриленд). Его предки были родом из Шотландии и Ирландии. Дед перебрался в Делавэр в 1771 г., а родители Дэниела появились на свет уже на Американском континенте. В семье фермера Джона Кирквуда и его жены Агнес Кирквуд (урожденной Хоуп) он был двенадцатым из тринадцати детей. Первоначальное образование Дэн получил в сельской школе, где недолго преподавал двоюродный брат Самуэль, старше него лишь на полтора года. В 19 лет Дэн сам становится сельским учителем в Хопуэлле, в соседнем штате Пенсильвания. В 1834 г. он поступает в скромное учебное заведение с громким названием “Окружная академия Йорка” (York County Academy) и специализируется по математике. Закончив академию в 1838 г., остается в ней в качестве первого ассистента и инструктора по математике. В 1843 г. Д. Кирквуда назначают директором средней школы в Ланкастере. Здесь он в 1845 г. сочетается браком с мисс Сарой А. Макнейр. Среди научных интересов Д. Киркву-



Дэниел Кирквуд (1814–1895).



Гистограмма сгущений и провалов (люки Кирквуда) в распределении 8600 ярких ($H < 13^m$) астероидов с большой полуосью орбиты от 2,1 до 4,1 а.е. По данным на 2014 г.

да этого периода – целеустремленный сбор всех возможных данных о наблюдении ярчайшего болида 13 июля 1846 г. в пяти среднеатлантических штатах. На основе собранной информации он вычислил высоту вспышки – 100 км, длину следа болида – более 320 км и скорость – 20 км/с.

Природную склонность к математике Д. Кирквуд реализует в решении задач теоретической астрономии. Не будучи активным наблюдателем, он обобщает результаты других астрономов, отыскивая вслед за Кеплером, Ньютоном, Эйлером, Тициусом и Бодде закономерности строения Солнечной системы. Имя Кирквуда становится широко известным после обнаружения не подтвердившегося впоследствии “Закона Кирквуда”, формула которого весьма похожа на третий закон Кеплера: $n_1^2 / n_2^2 = D_1^3 / D_2^3$. Здесь n – число звезд-

ных оборотов планеты вокруг оси в течение одного звездного обращения вокруг Солнца, D – сумма расстояний от планеты до двух точек, расположенных по разные стороны планеты, в которых сила ее притяжения равна силе притяжения двух соседних планет, когда все три планеты находятся в соединении.

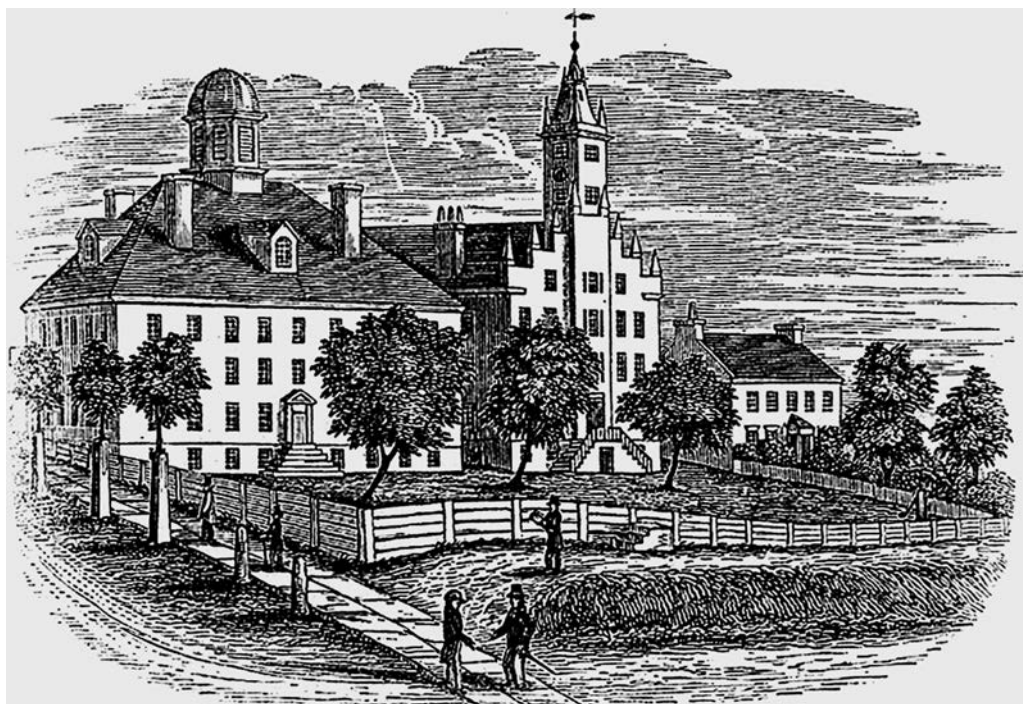
Это гармоническое соотношение периодов вращения и обращения планет Д. Кирквуд установил в 1843 г. в рамках развития космогонической гипотезы Лапласа и в следующем году рассказал о своих выводах в письме астроному С. Уокеру (S. Walker). Вскоре в мире последовала череда замечательных открытий новых астероидов, спутников планет и Нептуна, продолжались активные поиски Вулкана – гипотетической планеты внутри орбиты Меркурия. Идеи Д. Киркву-

да оказались очень актуальными, и С. Уокер представил их в 1849 г. на втором съезде Американской ассоциации содействия развитию науки (AAAS) в Кембридже. В последовавшем обсуждении астроном Б. Гулд (B. Gould) заявил, что Аналогия Кирквуда подтверждает небулярную гипотезу Лапласа. Впрочем, Б. Гулд отмечал и явную неполноту тогдашних определений периодов вращения и обращения планет. И действительно, в будущем аналогия Кирквуда не подтвердилась, а сам Кирквуд в последние годы жизни стал критиком гипотезы Лапласа.

В середине XIX в. американские астрономы исследования Д. Кирквуда восторженно называют гениальными, его самого провозглашают «американским Кеплером». С. Уокер идет еще дальше и присваивает имя Kirkwood гипотетической планете с большой полуосью орбиты 2,9 а.е., что соответствует ана-

логии Кирквуда и близко к значению 2,8 а.е., следующему из правила Тициуса – Бодде. Развивая его аналогию, С. Уокер предсказывает большую полуось 0,20 а.е. для орбиты Вулкана, а Д. Кирквуд в 1852 г. помещает в Главном поясе астероидов тело с неправдоподобно большими значениями диаметра – 0,584 и плотности – 1,472 от соответствующих значений для Земли. К 1864 г. Д. Кирквуд приходит к мнению, что большой планеты внутри орбиты Меркурия, скорее всего, не существует.

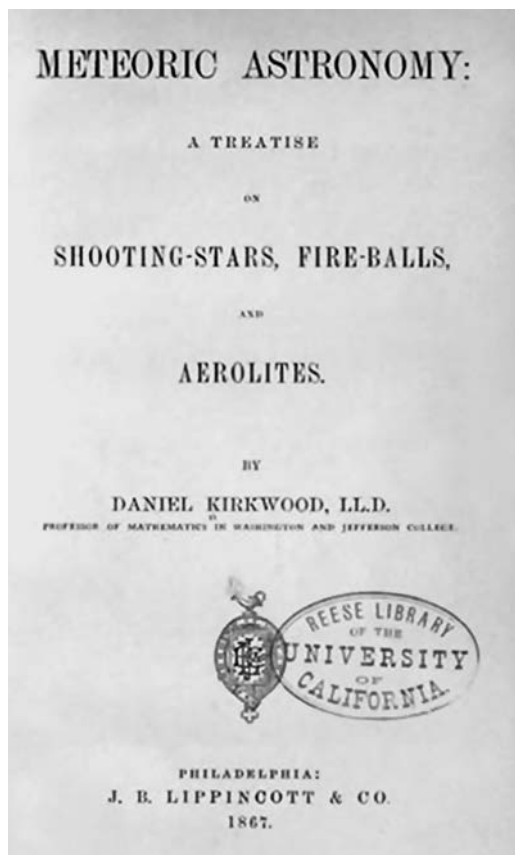
С 1849 г. Д. Кирквуд работает директором школы в Потсвилле, где проводит первые в США демонстрации маятника Фуко. Через два года он становится профессором математики в колледже Нью-Арка (штат Делавэр), в 1854 г. коллеги избирают его ректором. Эту должность ученый оставляет в 1856 г., когда на долгие годы переезжает в Блумингтон, где до 1886 г.



Колледж Джефферсона в Кэнонсбурге (штат Пенсильвания), где преподавал Д. Кирквуд.

занимает кафедру профессора математики и астрономии Университета Индианы. За три десятка лет число его факультетов выросло с 6 до 23, сменилось пять ректоров. В это время стремительно увеличивается количество известных астероидов, и Д. Кирквуд с увлечением принимается за анализ их орбит. Около 1857 г., когда были вычислены орбиты лишь 55 астероидов, он подмечает отсутствие астероидов с орбитальными периодами в $1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/7$ периода обращения Юпитера. Новые малые планеты ежегодно открывались во второй половине XIX в., но по-прежнему отсутствовали астероиды, обладающие целочисленными орбитальными резонансами со средним движением гиганта Юпитера. Поэтому Д. Кирквуд уверенно устанавливает эмпирическую закономерность, которую пулковский астроном Н.М. Ляпин приводит в “Русском Астрономическом календаре на 1908 год” в таком переводе: “Те части планетного кольца, где существует простая соизмеримость средних суточных движений астероидов и Юпитера, перерезаны пустотами, подобными тем, которые разделяют кольца Сатурна”. Без формул, кратко и понятно. Отметим лишь, что щели системы колец Сатурна наблюдаются непосредственно, поскольку составляющие их частицы движутся по круговым орбитам практически в одной плоскости, а в поясе астероидов орбиты весьма разнообразны. Поэтому люки Кирквуда (заметные пустоты с резонансами 4:1, 3:1, 5:2, 7:3 и 2:1) обнаруживаются лишь в списке элементов орбит или на гистограммах, построенных как для средних движений, так и для больших полуосей или периодов обращения астероидов.

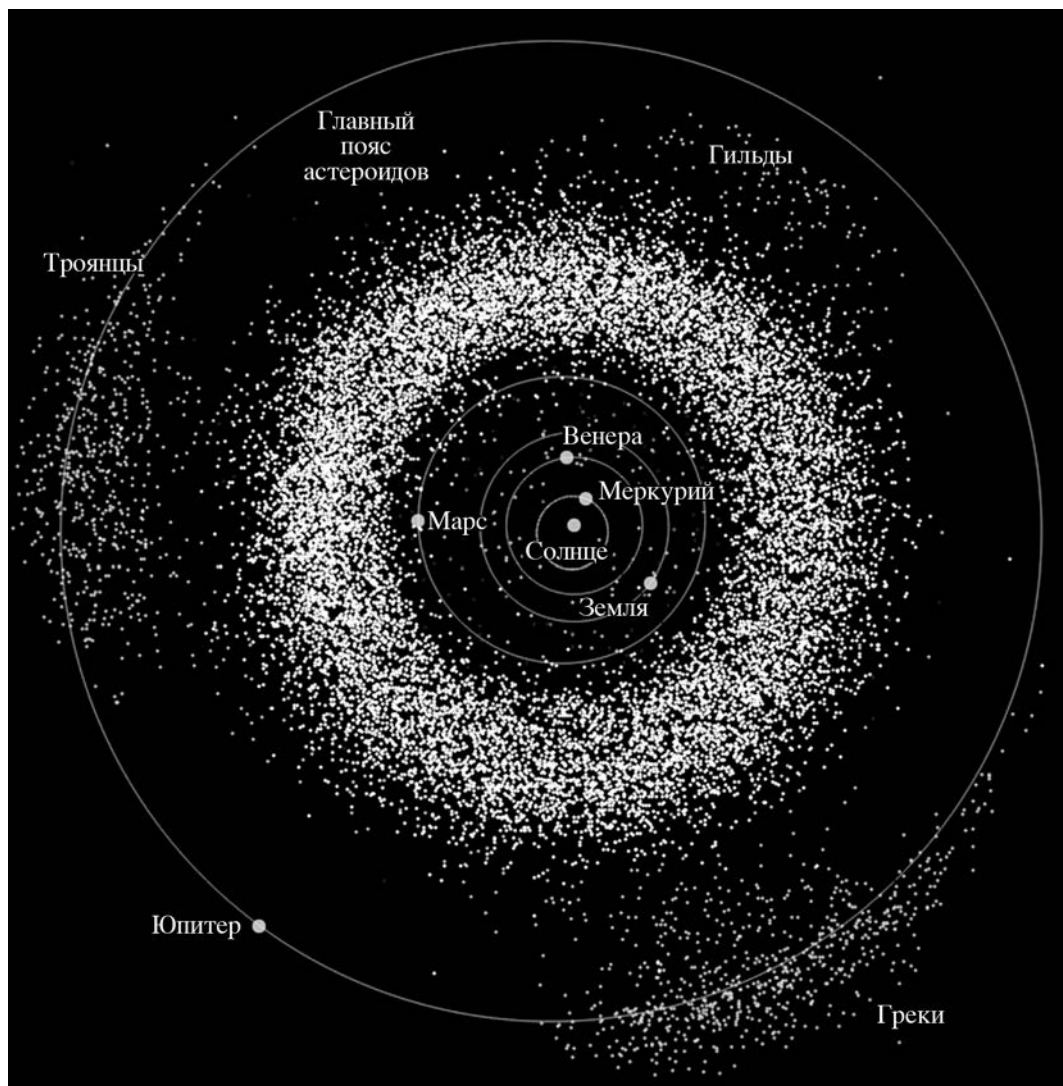
Д. Кирквуд оставлял Университет Индианы, только когда был профессором Колледжа Джефферсона в Кэнонсбурге. Именно здесь он четко формулирует свои представления о происхождении пустот и сгущений в поясе астероидов, о связи метеорных потоков с распадом



Титул книги Д. Кирквуда “Метеорная астрономия”, изданной в 1867 г.

комет. Ключевым событием его жизни стало выступление на съезде AAAS в 1866 г., где ученый изложил свою теорию метеоров и обобщил концепцию резонансной природы люков в поясе астероидов и делений колец Сатурна. Опубликованная в 1867 г. книга “Метеорная астрономия” стала одной из самых цитируемых научных работ Д. Кирквуда.

В честь Д. Кирквуда назван астероид (1578) KIRKWOOD, открытый в 1951 г. в Обсерватории им. Гёте Линка близ Бруклина, принадлежащей Университету Индианы. Символично, что астероид Кирквуд входит в изолированную группу астероидов типа Гильды



Главный пояс астероидов и резонансные группы 1:1 греки и троянцы и 3:2 гильды. Проекция на плоскость эклиптики.

(HILDA), находящихся в резонансе 3:2 с орбитальным движением Юпитера. Как видим, существуют не только люки, но и сгущения астероидов в резонансах с движением Юпитера! И именно Кирквуд предсказал существование этого кластера, когда было известно лишь несколько малых планет типа Гильды. Ныне их известно более 3 тыс. Исследуя астероиды данного типа с помощью

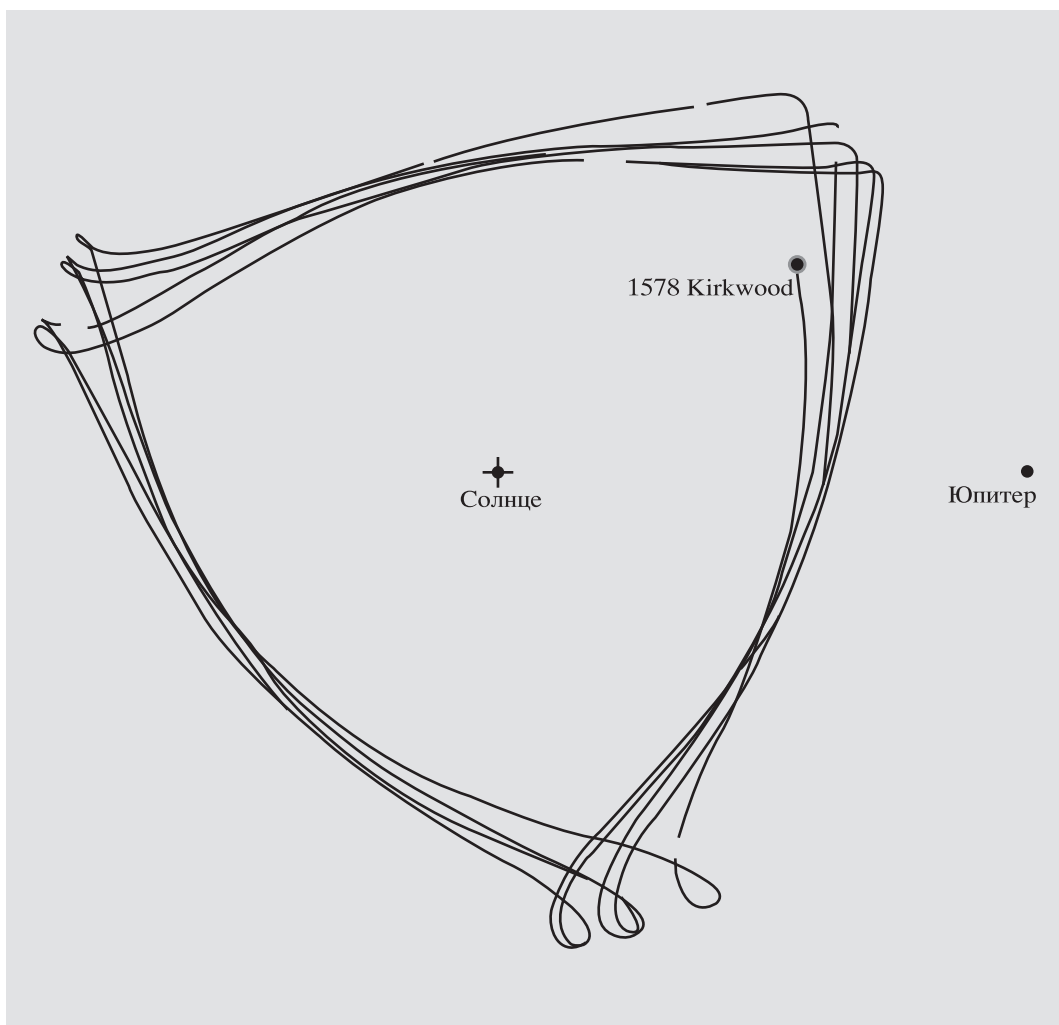
пакета компьютерных программ ЭПОС, астрономы Пулковской обсерватории В.Н. Львов, С.Д. Цекмейстер и С.С. Смирнов в 2004 г. обнаружили внутри этой группы два семейства малых планет с близкими значениями элементов орбит – HILDA и SCHUBART. Рой астероидов вблизи резонанса 3:2 постоянно сохраняет необычную форму

щается синхронно с орбитальным движением Юпитера. Никогда не сближаясь с Юпитером, гильды вместе с тем периодически проходят вблизи двух групп астероидов, названных именами героев Троянской войны и движущихся в резонансе 1:1 впереди и позади Юпитера на угловом расстоянии около 60° . Каждый астероид группы Гильды движется в полтора раза быстрее Юпитера, совершая за 24 года три оборота вокруг Солнца, в то время как Юпитер, греки и троянцы – только два! Например, астероид KIRKWOOD в специальной системе координат, вращающейся

со скоростью движения Юпитера, за 120 лет пять раз проходит по сторонам треугольника со сглаженными вершинами и петлями.

По сравнению с причудливым треком малой планеты линия жизни самого Дэниела Кирквуда кажется ровным подъемом к вершине известности и славы. Но это, конечно, не так! На время

Траектория астероида Кирквуд с 1895 г. по 2014 г. в системе координат, вращающейся вместе с Юпитером.



**THE
ASTEROIDS,
OR
MINOR PLANETS
BETWEEN
MARS AND JUPITER.**

BY
DANIEL KIRKWOOD, LL.D.,
PROFESSOR EMERITUS IN THE UNIVERSITY OF INDIANA;

AUTHOR OF "COMETS AND METEORS,"

"METEORIC ASTRONOMY," ETC.

PHILADELPHIA:
J. B. LIPPINCOTT COMPANY.
1888.

Обложка книги Д. Кирквуда "Астероиды, или малые планеты между Марсом и Юпитером", опубликованной в 1888 г. в Филадельфии.



Астрономическая обсерватория им. Д. Кирквуда в Блумингтоне (штат Индиана).

жизни Д. Кирквуда пришлось Гражданская война. Переезды и смена места работы Кирквуда часто были связаны с материальными причинами и состоянием здоровья членов семьи. Так что переживаний и потрясений хватало.

Д. Кирквуд написал более 130 статей и три книги, в том числе “Астероиды, или малые планеты между Марсом и Юпитером”, изданной в 1888 г. в Филадельфии. Он редактировал несколько научных и литературных журналов или был автором статей. Всегда был необычайно высок гражданский и педагогический авторитет Д. Кирквуда. Его обаяние покоряло и тех, кто знал Дэниела лишь заочно, по публикациям. Астроном и популяризатор науки Ричард Проктор часто называл Кирквуда “Кеплером нашего времени”. Во время лекционного тура в США после лекции в Индианаполисе Р. Проктор отказался от приглашения еще в один город со словами: “Нет, я не смогу сделать это. Я приехал из Англии в Америку, чтобы увидеть Дэниела Кирквуда. Завтра мой шанс, и я собираюсь к нему в Блумингтон”.

В Блумингтоне имя Кирквуда носят проспект и Астрономическая обсерватория Университета Индианы, открытая в 1900 г. Международный астрономический союз присвоил название

“Кирквуд” крупному кратеру поперечником 78 км на обратной стороне Луны. Гармония планетных орбит вдохновляет и музыкантов! Существует немецкая инструментальная группа с названием “Kirkwood Gaps”. Построены ряды музыкальных созвучий, подобные положениям люков Кирквуда в поясе астероидов, – 9/8, 7/6, 5/4, 4/3, 3/2, 5/3, 7/4, 2/1.

В 1889 г. семья Кирквудов переехала в Риверсайд (штат Калифорния). Через год, после 45 лет супружества, скончалась миссис Кирквуд. Единственная дочь, Агнес, умерла еще в 1874 г. Несмотря на солидный возраст, Д. Кирквуд в меру сил продолжает работать, становится внештатным профессором и лектором по астрономии в Стэнфордском университете, членом Тихоокеанского астрономического общества.

Дэниел Кирквуд умер 11 июня 1895 г. и с большими почестями похоронен в Блумингтоне на кладбище Rose Hill. Научные проблемы изучения Солнечной системы, поставленные Кирквудом, по-прежнему актуальны, а в связи с открытием в последние годы многочисленных экзопланет и планетных систем у других звезд даже приоритетны.

*С.С. СМЕРНОВ
ГАО РАН*

Информация

“Спитцер”: коричневый карлик в Гидре

Недавно с помощью космических инфракрасных обсерваторий “WISE” и “Спитцер” был обнаружен коричневый карлик в созвездии Гидра, находящийся на расстоянии всего 7,2 св. года от Солнца, что делает его четвертой планетной системой наших ближайших

соседей. Температура объекта массой 3–10 $M_{\text{Ю}}$ и возрастом 1–10 млрд лет, получившего обозначение WISE J085510.83–071442.5, колеблется от -13°C до -48°C . Коричневые карлики – звездоподобные объекты, которым не хватает массы для термоядерных реакций. Такие звездные объекты быстро остывают, исчерпав запасы легких элементов, и становятся похожими на большие планеты. Температура самого холодного из ранее обнаруженных коричневых карликов близка к

комнатной. Может показаться, что из-за низкой массы WISE J085510.83–071442.5 следует классифицировать как большую планету-бродягу, не привязанную к какой-либо звезде, нежели как коричневый карлик. Ученые полагают, что формирование подобных одиночных тел отличается от процесса образования планет вокруг обычных звезд: считается, что они возникли из первичного коллапса газопылевого облака.

Пресс-релиз NASA,
7 мая 2014 г.

Космология и релятивистская астрофизика

В 2014 г. исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося физика XX в. трижды Героя Социалистического Труда, иностранного члена Национальной Академии наук США и Королевского общества академика Якова Борисовича Зельдовича (Земля и Вселенная, 2014, № 3). Я.Б. Зельдович был одним из последних ученых-универсалов, оставивших огромное наследие в разных разделах физики, в том числе в той ее области, которая связана с изучением Вселенной.

Отдел астрофизики высоких энергий ИКИ РАН организовал и успешно провел 16–20 мая 2014 г. Международную конференцию “Космология и релятивистская астрофизика (Зельдович-100)”, посвященную вкладу Я.Б. Зельдовича в астрофизику. В состав локального Оргкомитета конференции вошли академики Р.А. Сюняев (председатель), Л.М. Зелёный, А.М. Черепашук, Д.А. Варшалович, А.А. Старобинский, члены-корреспонденты РАН Ю.Ю. Балега, Е.М. Чуразов,

доктора физико-математических наук А.А. Вихлинин, М.Р. Гильфанов, С.А. Гребенев, М.Н. Павлинский, М.В. Ревнивцев, Н.И. Шакура. В конференции вместе с гостями участвовало более 200 человек. Успешно прошла обширная программа стендовых докладов, было проведено две параллельные сессии. В программу конференции включены сессии “Космология, рекомбинация, эффект Сюняева – Зельдовича”, “Космология, В-мода поляризации”, “Космология



Логотип Международной конференции “Космология и релятивистская астрофизика (Зельдович-100)”.

и физика галактических кластеров”. Основное внимание было уделено недавним достижениям в космологии и астрофизике высоких энергий, в фундамент которых заложены идеи Якова Борисовича. На конференции рассмотрены следующие проблемы:

– ключевые аспекты теории формирования крупномасштабной структуры Вселенной;

– наблюдения следов звуковых осцилляций в ранней Вселенной в современном пространственном распределении галактик;

– спектральные искажения, угловые флуктуации и поляризация реликтового излучения;

– детали хода рекомбинации водорода во

Вселенной, свойства чернотельной фотосферы Вселенной, эпоха реионизации;

– теория дисковой аккреции на нейтронные звезды и черные дыры;

– теоретическая и наблюдательная рентгеновская астрономия – области, входившие в сферу научных интересов Я.Б. Зельдовича в последние 25 лет его жизни.

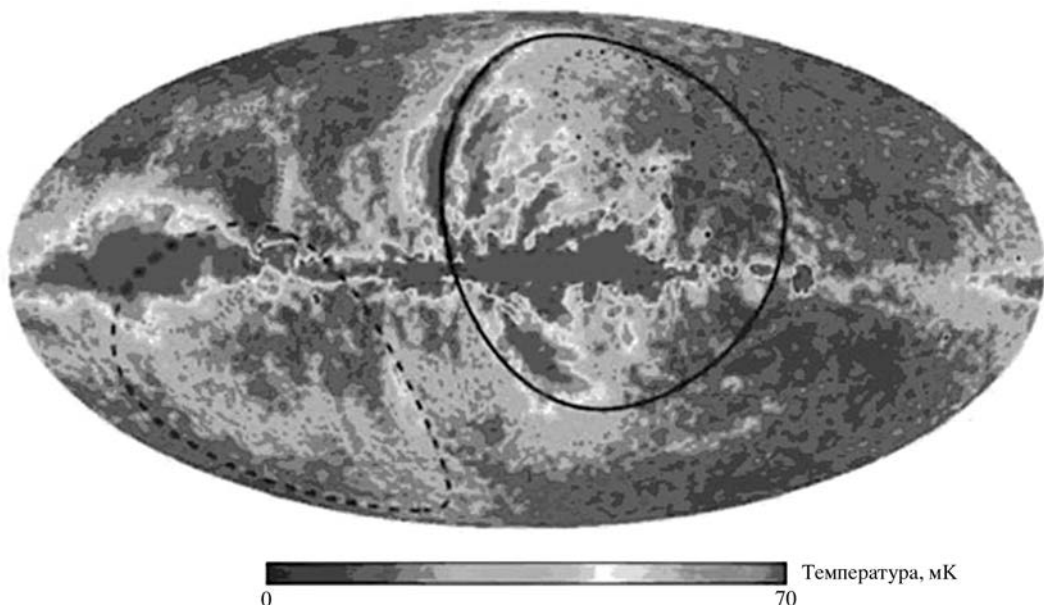
Работала секция, посвященная физическим процессам в скоплениях галактик и их наблюдательным проявлениям в микроволновом, оптическом, инфракрасном и рентгеновском спектральных диапазонах. Обсуждались перспективы развития астрофизики, связанные с будущим рентгеновским об-

зором неба телескопами ePOZITA и ART-XC, установленными на космической рентгеновской обсерватории “Спектр-РГ”, старт которой намечен на 2016 г. Астрофизики полагают, что в его ходе будет открыто до 150 тыс. скоплений галактик и около 3 млн активных ядер галактик. Они планируют использовать данные космической обсерватории “Планк” (ESA), 10-м телескопа на Южном полюсе (South Pole Telescope; работает в микроволновом, миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах, находится на антарктической станции Амундсен – Скотт), 6-м Атакамского космологического телескопа (Atacama Cosmology Telescope) в Чили. С их помощью можно наблюдать квазары и активные ядра галактик в других диапазонах энергий, эффект гравитационного линзирования, а результаты применить в космологии.

Конференцию открыли выступления ученых, которым посчастливилось лично знать Я.Б. Зельдовича и работать вместе с ним. **А. Залей** (Университет Джона Хопкинса, США) и **Я. Эйнасто** (Тартуская обсерватория, Эстония) рассказали о значении Якова Борисовича для космологии. Яан Эйнасто – лауреат премии Грубера по космологии 2014 г. (совместно с тремя



Я.Б. Зельдович беседует с И.С. Шкловским. 1980 г.



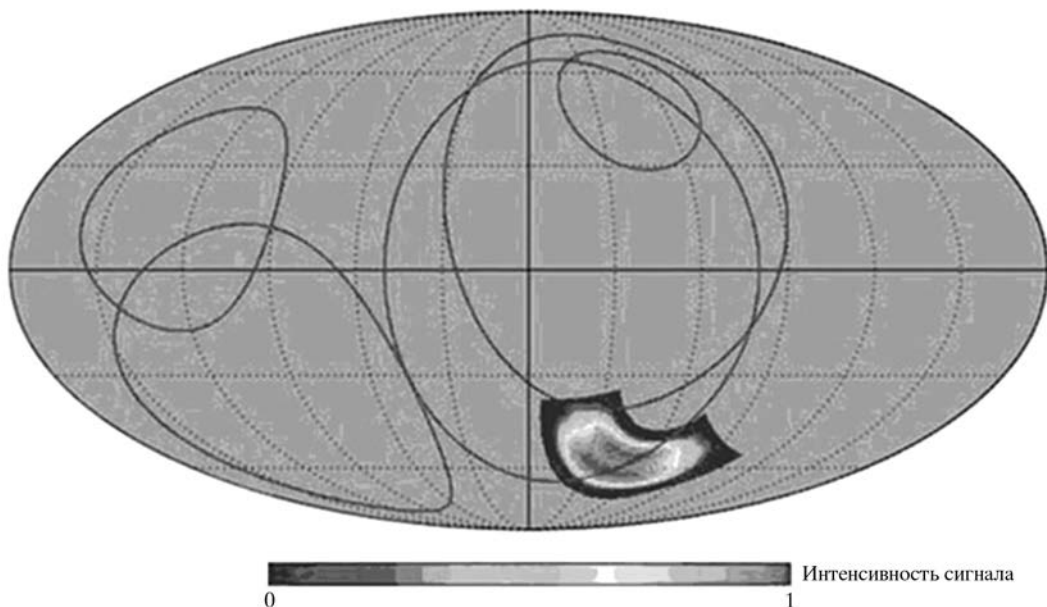
Карта поляризации космического фона, возникшего от реликтового излучения Вселенной. Контурами показаны оболочки пузырей, образованных близкими взрывами сверхновых. По данным космической обсерватории "WMAP".

коллегами), которую он получил за исследование близких галактик. Благодаря его работам удалось установить, что структура Вселенной на больших масштабах напоминает паутину, где скопления и сверхскопления галактик образуют нити, разделенные гигантскими пустотами. В ее формировании большую роль играет темная материя – скрытая масса, которой примерно в четыре раза больше, чем видимой (барионной материи), но которая не излучает и взаимодействует с последней лишь гравитационно. С воспоминаниями об отце выступил сын Я.Б. Зель-

довича **Б.Я. Зельдович** (Университет Центральной Флориды, США). Академик **Р.И. Нигматуллин** (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН) рассказал о вкладе Якова Борисовича в гидродинамику.

Современная космология во многом полагается на данные о возникновении Вселенной, доступные по обзорам неба в микроволновом диапазоне. Именно в нем мы можем наблюдать реликтовое излучение, оставшееся во Вселенной с того момента, как ей было всего 380 тыс. лет. В 2009–2013 гг. космическая обсерватория "Планк" регистриро-

вала реликтовый микроволновый фон (Земля и Вселенная, 2014, № 1). **Я. Таубер** (научный руководитель обсерватории "Планк") и **Ж.-Л. Пуже** (руководитель одного из ее главных инструментов – антенны для регистрации электромагнитных колебаний высокой частоты HFI) кратко рассказали о миссии "Планк" и привели данные по поляризации реликтового излучения. **Дж. Ковач** (Гарвард-Смитсоновский астрофизический центр, США) сообщил о сенсационном результате, полученном с помощью наземного эксперимента BICEP-2 на Южном полюсе, – об-



Карта реликтового излучения Вселенной с изображением поля зрения телескопа WMAP-2 и местами расположения оболочек пузырей. По данным космической обсерватории "WMAP".

наружена В-мода поляризации реликтового излучения (Земля и Вселенная, 2014, № 4). Ее предсказывала теория инфляции, согласно которой Вселенная сразу после рождения очень быстро "раздулась". В-мода поляризации реликтового излучения – прямое доказательство существования гравитационных волн, связанных с эпохой инфляции. И хотя данные эксперимента WMAP-2 еще нуждаются в проверке, его результат подтверждает, что современная техника уже способна регистрировать чрезвычайно тонкие детали устройства ранней Вселенной.

На конференции выступили руководители крупнейших наземных экспериментов по наблюдению за микроволновым фоном Вселенной **Дж. Карлстром** (руководитель Телескопа на Южном полюсе) и **Л. Пэйдж** (глава Атакамского космологического телескопа). Они сообщили об обнаружении сотен скоплений галактик с помощью эффекта Сюняева – Зельдовича, предсказанного Я.Б. Зельдовичем более 40 лет назад, а также о поиске поляризованного сигнала, связанного с реликтовым фоном Вселенной. Свидетельства в пользу существования

ранней эпохи инфляции в эволюции Вселенной, полученные в недавних космологических экспериментах, проанализированы в докладах крупнейших специалистов-теоретиков в данной области академика **А.А. Старобинского** (Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН), профессоров **В.Ф. Муханова** (Университет Людвиг – Максимилиана, Германия) и **Э. Комацу** (Институт астрофизики Общества им. Макса Планка, Германия). А.А. Старобинский и В.Ф. Муханов – лауреаты премии Грубера по космологии 2013 г., А.А. Старобинский в этом

году был удостоен премии Кавли по астрофизике – награды, сравнимые с Нобелевской премией. Первый день конференции завершил академик **В.А. Рубаков** (Институт ядерных исследований РАН), сделавший обзор современных представлений в космологии и астрофизике.

Проблема происхождения Вселенной связана с проблемой формирования крупномасштабной структуры Вселенной, то есть появления в ней скоплений и сверхскоплений галактик, формирования черных дыр в центрах галактик. Ведущие специалисты **А. Лоеб** (Гарвардский университет, США), **С. Трмейн** (Институт высших исследований в Принстоне, США) и **Дж. Стоун** (Принстонский университет, США) осветили современное состояние исследований черных дыр звездных масс в двойных звездных системах и сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик. Хотя астрофизика обычно имеет дело с очень медленными процессами, у современного человечества в принципе есть редчайшая возможность проследить один из них “в движении”. К сверхмассивной черной дыре в центре нашей Галактики сейчас приближается газовое облако G2. Вероятно, сила притяжения черной дыры очень скоро начнет разрывать

его, и астрофизики всего мира следят за этим. Уникальные результаты наблюдений за газовым облаком представил **С. Гиллессен** (Институт внеземной физики Общества им. Макса Планка, Германия). Доклад **Б. Формана** (Гарвард-Смитсонианский астрофизический центр, США) посвящен влиянию мощных выбросов вещества из ближайших окрестностей сверхмассивных черных дыр на окружающий газ в центральных областях скоплений галактик. В работе использованы данные радио- и рентгеновских наблюдений. **К. МакКи** (Университет Калифорнии в Беркли, США) рассказал об истории исследований и дал современное представление образования звезд из межзвездной среды. Член-корреспондент РАН **Е.М. Чуразов** (ИКИ РАН) сообщил об открытии гамма-линий радиоактивного кобальта в спектре очень близкой Сверхновой SN 2014J с помощью космической обсерватории “Интеграл” (ESA). Это очень яркий результат, который стал прямым доказательством того, что сверхновые типа Ia связаны с термоядерными взрывами белых карликов критической массы. Доктор физико-математических наук **А.А. Вихлинин** (Гарвард-Смитсонианский астрофизический центр, США) привел ре-

зультаты сверхглубоких рентгеновских наблюдений богатого скопления галактик с помощью космической рентгеновской обсерватории “Чандра”, позволившие впервые разглядеть структуру потоков газа на далеких окраинах скопления, то есть процесс формирования скопления в действии.

Очень чувствительный микроволновый телескоп BICEP-2 расположен на Южном полюсе, на территории антарктической станции США Амундсен – Скотт. Цель наблюдений с помощью этого телескопа – измерить с высокой точностью карту поляризации реликтового излучения и затем сделать попытку найти следы гравитационных волн от Большого взрыва в первые мгновения рождения Вселенной. Обнаружение таких гравитационных волн должно существенно уточнить детали физического механизма, создавшего Вселенную. В основе этого механизма, по мнению космологов, лежит инфляция, имеющая много подтверждений, но реликтовые гравитационные волны стали бы последним заключительным звеном теории. Доказано, что не всякая поляризация реликтового излучения свидетельствует о гравитационных волнах – только В-мода, именно ее зафиксировали с помощью BICEP-2. Однако есть сомнения,

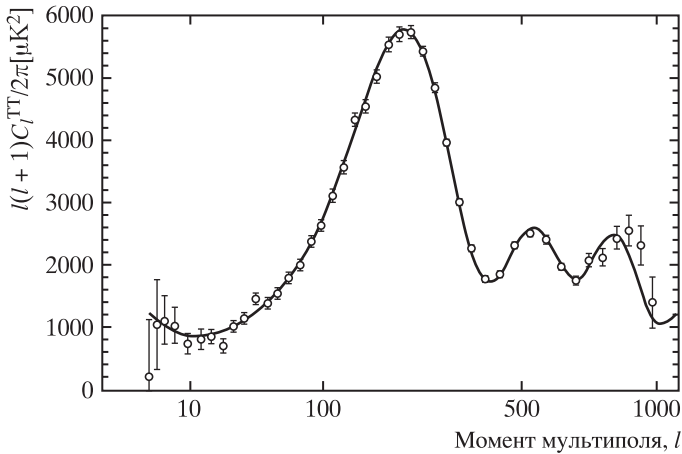


График разложения по угловым мультиполям (спектр мощности) реликтового излучения. По данным космической обсерватории "WMAP".

что В-мода вызвана первичными гравитационными волнами. Сомнения вызвала большая величина эффекта, существенно превышающая верхний предел, определенный в космических экспериментах на обсерваториях "WMAP" (2001–2010) и "Планк". Основной мешающий фактор может быть связан с космической пылью в нашей Галактике. Пыль вместе с железом, разлетевшаяся после взрыва сверхновой, занимает определенное направление в магнитном поле Галактики и излучает поляризованные микроволны, формирующие картину В-моды, аналогичную искомой от реликтового излучения. Авторы эксперимента, зная об этом возможном паразитном эффекте, выбрали для наблюдений участок неба в высоких галактических широтах, где в соответствии с моделью пыли должно быть зна-

чительно меньше, чем нужно, чтобы имитировать вклад реликтовых гравитационных волн. Недостаток наземных наблюдений – проблема "окна прозрачности" атмосферы для необходимых длин волн: если реликтовое излучение с некоторым поглощением проходит через толщу атмосферы над Южным полюсом, то более высокие частоты в спектре пыли по сравнению с реликтовыми не проходят через нее, что сильно затрудняет ее идентификацию. Обсерватории "WMAP" и "Планк" регистрировали широкий диапазон частот, позволивший легко отделить излучение пыли от реликтового излучения. Поэтому для строгой интерпретации данных специалистам ВICEP-2 необходимы карты поляризации "Планка" для разных частот, но они пока еще не созданы. По мнению доктора физико-математических

наук Б.Е. Штерна, группе ученых, работающих на ВICEP-2, стоило бы использовать для оценки мешающего фона другие данные. Тем более что еще 7 апреля 2014 г. появилась статья, где авторы с использованием данных длинноволновых радиообзоров и "WMAP" показали, что в диаграмме направленности (куда "смотрит" ВICEP-2) находится край "пузыря" от близкого взрыва сверхновой с ферромагнитной пылью, турбулентным магнитным полем и электронами высоких энергий, дающих синхротронное излучение. Граница такого пузыря – ударная волна, образовавшаяся в результате древнего взрыва, с ускоренными частицами и магнитными полями. Яркость такой сферической границы в межзвездной среде максимальна на краях из-за видимой оптической излучающей толщи, поэтому астрофизики наблюдают пузыри от старых взрывов как излучающие дуги и кольца. Специалисты, использовавшие данные ВICEP-2, такие важные детали в свою модель фона не закладывали.

На конференции “Зельдович-100” эти актуальные вопросы детально обсуждались, тем не менее авторы заявили об открытии гравитационных волн и настаивали на том, что результат, вероятно, правилен. Группа ученых, использующая данные космического телескопа “Планк”, сообщила: “Мы не можем опровергнуть результаты *BICEP-2*, но не можем и подтвердить, что

разброс яркости излучения пыли очень велик”. Профессор В.Ф. Муханов подвел итог создавшейся ситуации: «*Одно из трех неверно – либо результаты “WMAP” и “Планка”, либо теория инфляции (уже завоевавшая признание среди специалистов по космологии), либо результаты BICEP-2 – совместить их невозможно*». Доктор физико-математических наук Б.Е. Штерн справед-

ливо отметил, что “нет ничего криминального в публикации результата, достоверность которого будет оспорена, – в науке таких примеров огромное количество. Проблема, скорее, в пропагандистском вале, поднятом явно преждевременно”.

С.П. ПЕРОВ,
доктор физико-математических наук

Информация

Марсианская экспедиция под вопросом

Пилотируемая экспедиция на Марс может не состояться в намеченные сроки, если NASA не изменит методику планирования полета. С таким заявлением выступил Национальный исследовательский совет (NRC) США. Как говорится в докладе, подготовленном NRC, без достаточного финансирования, ясной цели и помощи других стран, та-

ких как Россия и Китай, отправка астронавтов на Марс невозможна. По мнению экспертов совета, США должны отказаться от нынешнего подхода к подготовке экспедиции, в частности от строительства ракеты-носителя большой грузоподъемности, известной как “Система космических запусков” (SLS), а также пилотируемого корабля “Орион”. Национальный исследовательский совет рекомендовал NASA выбрать один из трех вариантов организации полета на Марс. Все варианты предусматривают старт с Международной космической станции. При этом два из них подразумевают пилотируемый полет на Луну, где

будет построена база для дальнейшей экспедиции на Марс. Третий вариант: астероид с помощью автоматического зонда будет доставлен на окололунную орбиту и к нему отправится экспедиция (Земля и Вселенная, 2013, № 4, с. 79). Космическому кораблю предстоит добраться до одного из спутников Марса, выйти на его орбиту и только после этого совершить посадку на Красной планете. Все три варианта, как отмечается в докладе, требуют международного сотрудничества и партнерства с частными фирмами.

По материалам РИА-Новости, 5 мая 2014 г.

Имена казанских астрономов на карте Луны

Топонимика – наука, изучающая названия форм рельефа поверхности, их происхождение, смысловое значение. Названия географических объектов, в том числе на поверхности небесных тел, именуют топонимами (от греч. топос – место, местность и онома – имя), а совокупность географических названий – топонимией. Космическая топонимика – это комплексная научная дисциплина, находящаяся на стыке географии, истории и лингвистики. География включает селенографию – раздел астрофизики, занимающийся изучением и описанием форм рельефа лунной поверхности. В настоящее время на поверхности 37 тел Солнечной системы насчитывается около 7300 названий деталей рельефа. Постепенно сложилась традиция, согласно которой топонимия каждого из тел строится по определенным правилам. Так, объектам рельефа поверхности Меркурия присваиваются имена видных деятелей культуры (литературы, изобразительного искусства, музыки), названия исследовательских кораблей и радиоастрономических обсерваторий. На Венере объекты называются в честь выдающихся женщин, именами богинь и героинь мифов, обычными женскими именами (Земля и Вселенная, 2008, № 2). Названия деталей рельефа Марса связаны с древней географией Средиземноморья, именами знаменитых исследователей этой планеты, писа-

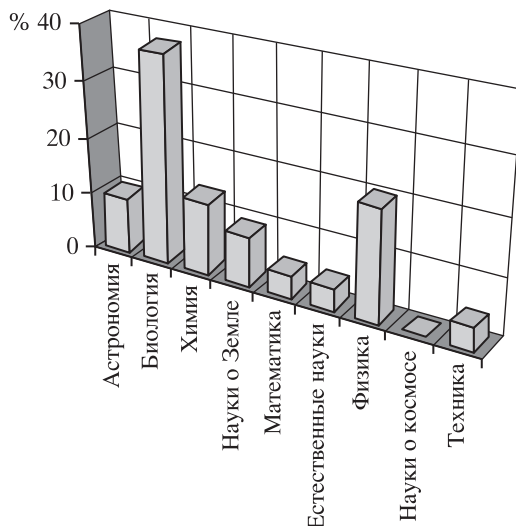
телей-фантастов (Земля и Вселенная, 2005, № 2). Мифологическими именами разных народов названы детали рельефа спутников планет-гигантов, астероидов и ядер комет (Земля и Вселенная, 2002, № 2; 2005, № 5).

В 1935 г. МАС одобрил список из почти 600 названий объектов на видимой стороне Луны, им первым был присвоен официальный международный статус. С конца 1950-х гг. исследуются тела Солнечной системы, автоматические межпланетные станции получили их изображения, поэтому потребовалось назвать детали рельефа этих тел. В 1973 г. МАС учредил шесть рабочих групп экспертов, которые работали над развитием топонимии Луны, Меркурия, Венеры, Марса, спутников планет-гигантов, астероидов и комет. На поверхности Луны выделили 14 типов образований, составляющих систему лунной номенклатуры и служащих основой для лунной топонимии. Основная часть названий относится к кратерам, включая 1521 индивидуальное имя и 7056 имен, повторяющих основное название с добавлением одной из букв латинского алфавита. Согласно установившейся традиции лунным кратерам присваиваются имена выдающихся ученых, путешественников и астрономов, в первую очередь исследователей Луны. Такие морфологические типы, как лунные моря, озера, заливы и болота, обычно носят названия, свя-

занные с погодой, сезонами или эмоциональными состояниями. Например, кольцеобразные горные хребты названы так же, как горы на Земле: Лунные Альпы, Апеннины, Пиренеи и т.д.

До наших дней сохранились многие названия, указанные на карте Луны Ф. Гримальди (1651), используются принципы построения лунной топонимии. На протяжении веков в лунной топонимии соблюдалась традиция, установленная еще итальянским астрономом Дж. Риччиоли (1598–1671): чем выше культурно-исторический масштаб личности, тем более крупное образование на лунной поверхности выбирается для ее увековечивания. Несмотря на то что Дж. Риччиоли отвергал учение о гелиоцентричности, он все же присвоил имена Г. Галилея, И. Кеплера и Н. Коперника кратерам на Луне. В 1960-х гг. по результатам съемок АМС обратной стороны Луны стали присваиваться имена деталям рельефа. Поступило предложение перенести название “Галилей” на один из крупнейших кратеров близ Южного полюса. Но поскольку правила МАС запрещают перенос названий с одних форм рельефа на другие, имя Галилея так и осталось за небольшим кратером.

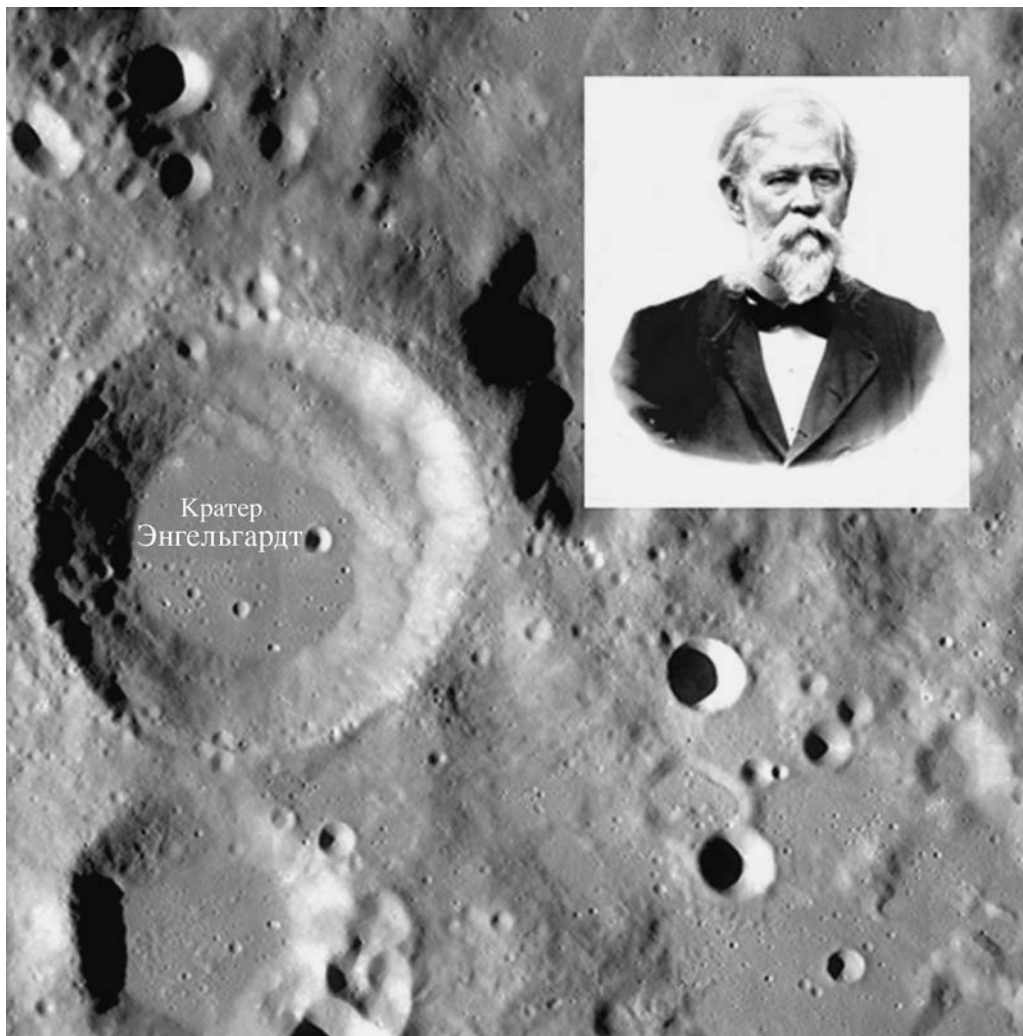
Новая эпоха в развитии топонимии Луны началась одновременно с началом космических исследований. Первые изображения обратной стороны Луны, переданные в октябре 1959 г. “Луной-3”, потребовали расширения системы лунных названий. Этому способствовало создание в ГАИШ МГУ первой карты обратной стороны Луны и принятие МАС списка образований невидимого полушария, предложенных советскими планетологами (Земля и Вселенная, 2009, № 4). В числе новых правил появилось положение, согласно которому, несмотря на национальную принадлежность космического достижения, список имен должен составляться на международной основе. Таким образом, кроме имен выдающихся отечественных деятелей науки



Гистограмма распределения имен деятелей науки и техники, включенных в лунную топонимию.

и техники М.В. Ломоносова, Н.И. Лобачевского, Д.И. Менделеева, К.Э. Циолковского, С.П. Королёва, Л.Д. Ландау, И.В. Курчатова на обратной стороне Луны появились имена Дж. Бруно, Т. Браге, Э. Герцшпрунга, Ф. Жолио-Кюри, Л. Пастера, Дж. Максвелла, Т. Эдисона и других ученых.

Интересна история названия бассейна Южный полюс – Эйткен. В нижней части обратной полусферы Луны есть темная область, соответствующая внутреннему кольцу бассейна Южный полюс – Эйткен. Западная часть этой области видна на снимках, полученных АМС “Луна-3”, первоначально она называлась Морем Мечты. В настоящее время это название перешло образованию внутри кольцевой структуры сравнительно небольших размеров морского типа. Другой пример связан с кратером Шумейкер диаметром 51,8 км. За заслуги перед человечеством в деле освоения космоса и согласно желанию коллег и родных было решено захоронить прах Ю. Шумейкера на Луне. Капсулу с прахом ученого установили на борту АМС “Лунар про-



Кратер Энгельгардт диаметром 43,5 км на обратной стороне Луны. Во врезке – член-корреспондент Петербургской АН, профессор В.П. Энгельгардт.

спектор”, в январе 1998 г. она вышла на окололунную орбиту и для обнаружения водного льда 31 июля 1999 г. ее направили в затененный полярный кратер на Южном полюсе, получивший имя “Шумейкер”.

По установившейся традиции МАС дает названия объектам только в честь уже умерших людей, например трагически погибших космонавтов В.В. Бондаренко, В.М. Комарова, Г.Т. Добровольского, В.Н. Волкова и В.И. Пацаева,

астронавтов Э. Уайта, Р. Чаффи и В. Гриссона, 14 членов экипажей кораблей “Челленджер” и “Колумбия”. Однако академик В.П. Глушко, который принимал самое активное участие в создании лунно-планетной топонимии, выступил с инициативой назвать ряд лунных кратеров в честь живых (!) покорителей космоса, участвовавших в полетах, имевших приоритетное значение. Астрономическая общественность поддержала это предложение.

Генеральная ассамблея МАС, состоявшаяся в 1970 г., официально одобрила предложенные названия. Были утверждены названия гигантских ударных кратеров Королёв (диаметр – 423 км) и Гагарин (261,8 км), расположенных на обратной стороне Луны. В окрестностях Моря Москвы появились кратеры Титов, Николаев, Терешкова, Комаров, Феоктистов, Беляев и Леонов, в Море Спокойствия три небольших кратера – кратеры Армстронг, Олдрин и Коллинз.

В настоящее время лунный банк данных содержит более 250 имен выдающихся деятелей науки и техники, включая 45 нобелевских лауреатов. Правила, принятые МАС, принципиально исключают влияние политических аспектов на принятие решений. Так, к рассмотрению не принимаются имена политических деятелей, военачальников, современных философов и религиозных деятелей. Но в ряде случаев политика неизбежно влияет на процесс создания лунной топонимии.

В Астрономической обсерватории им. В.П. Энгельгардта (АОЭ) уже более 200 лет существует известная на весь мир астрономическая школа казанских астрономов, в честь которых названы лунные кратеры.

На обратной стороне Луны расположен кратер Энгельгардт (43,5 км; 5,7° с.ш. и 159,0° з.д.), присоединенный к северному краю гигантского кольцевого образования (талассоид) – кратеру Королёв, поэтому фактически его диаметр 163 км. Он носит имя основателя АОЭ, члена-корреспондента Петербургской АН, почетного доктора астрономии Казанского университета **Василия Павловича Энгельгардта** (1828–1915; Земля и Вселенная, 1978, № 4; 2009, № 1). Получив юридическое образование в Императорском училище правоведения, в 1847 г. молодой человек поступил на службу в Канцелярию Сената, где проработал шесть лет. В юности Василий Павлович интересовался астрономией и самостоятель-

но освоил астрономические знания. В 1872 г., продав свои имения в России, В.П. Энгельгардт переезжает в Германию в город Дрезден, где в 1879 г. построил первую частную русскую обсерваторию и оснастил ее превосходными инструментами: 12-дюймовым экваториалом, искателем комет, пассажным инструментом Бамберга и различными малыми телескопами. Технике наблюдений Энгельгардта обучал его друг Карл Брунс, директор Лейпцигской обсерватории. За 20 лет своей астрономической деятельности он произвел несколько тысяч наблюдений звезд, планет и туманностей. В 1886–1895 гг. Василий Павлович опубликовал научные результаты в трех томах, за которые Ученый совет Казанского университета присвоил Василию Павловичу степень доктора астрономии, его избрали членом-корреспондентом Петербургской АН, доктором философии университета в Киле (Германия) и других научных обществ. Из-за болезни он вынужден был прекратить астрономические наблюдения. Все свои инструменты и оборудование обсерватории, библиотеку ученых приносит в дар Казанскому университету, где работает директором Астрономической обсерватории его друг Д.И. Дубяго. В 1901 г. в 20 км от Казани на основе этого щедрого дара Дмитрий Иванович построил вторую обсерваторию Казанского университета, получившую имя “Энгельгардтовская”. Благодаря высокоточной лазерной альтиметрии, выполненной в 2010–2013 гг. американским ИСЛ “Лунный орбитальный разведчик”, измерена наивысшая точка лунного рельефа высотой 10 785 км, расположенная на восточном валу кратера Энгельгардт.

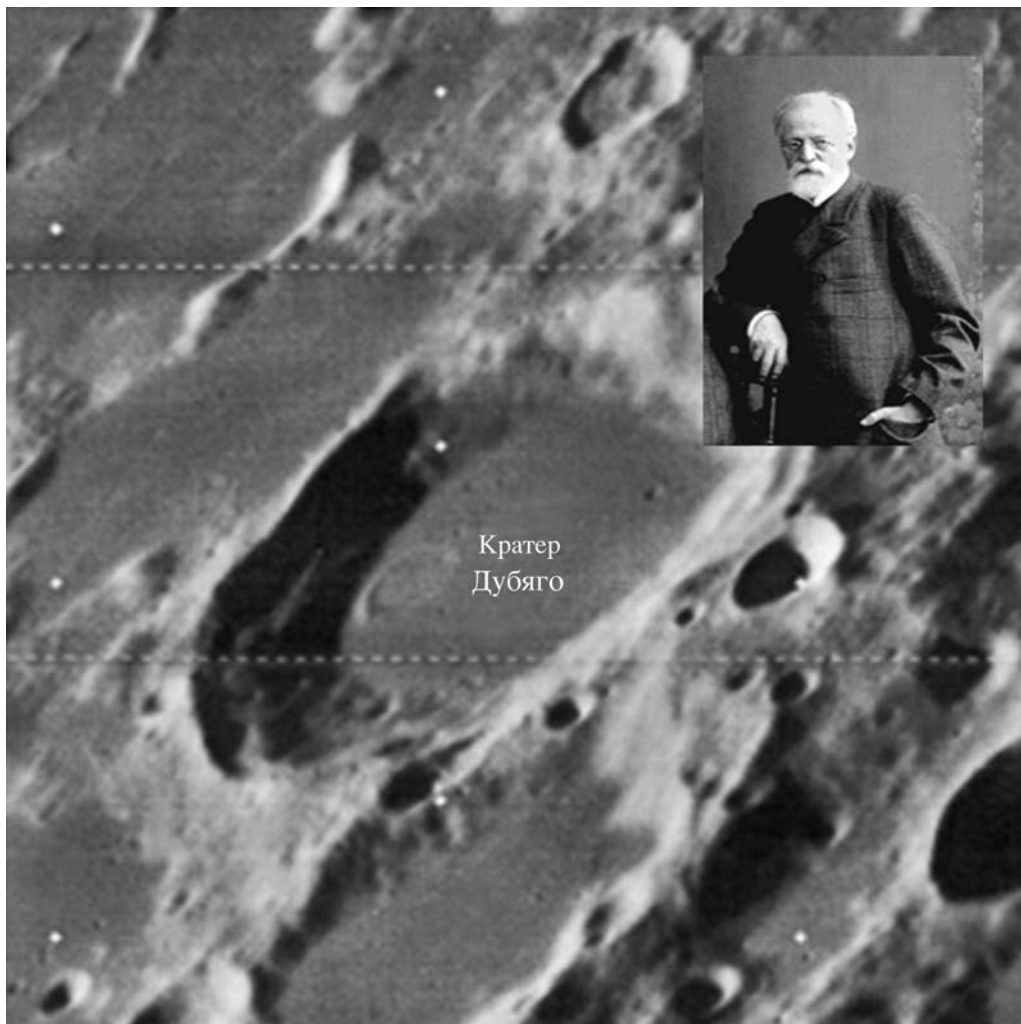
В северо-западной части Моря Гумбольдта на обратной стороне Луны расположен крупный кратер (диаметр – 214 км, глубина – 2,8 км; 61,1° с.ш. и 90,2° в.д.). Он назван в честь другого казанского астронома – исследователя Луны **Игоря Владимировича Бельковича** (1904–1949). Он родился 2 ок-



Кратер Белькович диаметром 214 км и глубиной 2,8 км на обратной стороне Луны. Во врезке – астроном-селенолог И.В. Белькович.

тября 1904 г. в поселке Урмары (ныне Республика Чувашия) в семье дворянина. В 1922 г. юноша окончил Казанское коммерческое училище и поступил на физико-математический факультет Казанского университета. После его окончания в 1927 г. И.В. Белькович получил специальность астронома, в 1928 г. поступил на работу в АОЭ и в 1932 г. стал старшим научным сотрудником. Основные научные интересы ученого лежали в области селенодезии. В 1938 г. Игорь Владимирович за-

щитил кандидатскую диссертацию по теме "Постоянные физической либрации Луны". Неоднократно участвовал в гравиметрических экспедициях АОЭ и экспедициях по наблюдению полного солнечного затмения. И.В. Белькович продолжил гелиометрические исследования Луны своего учителя А.А. Яковкина. Игорь Владимирович сделал 247 измерений кратера Местинг-А, результаты обработки которых опубликовал в 1949 г. Накопив обширный наблюдательный и теоретический материал,

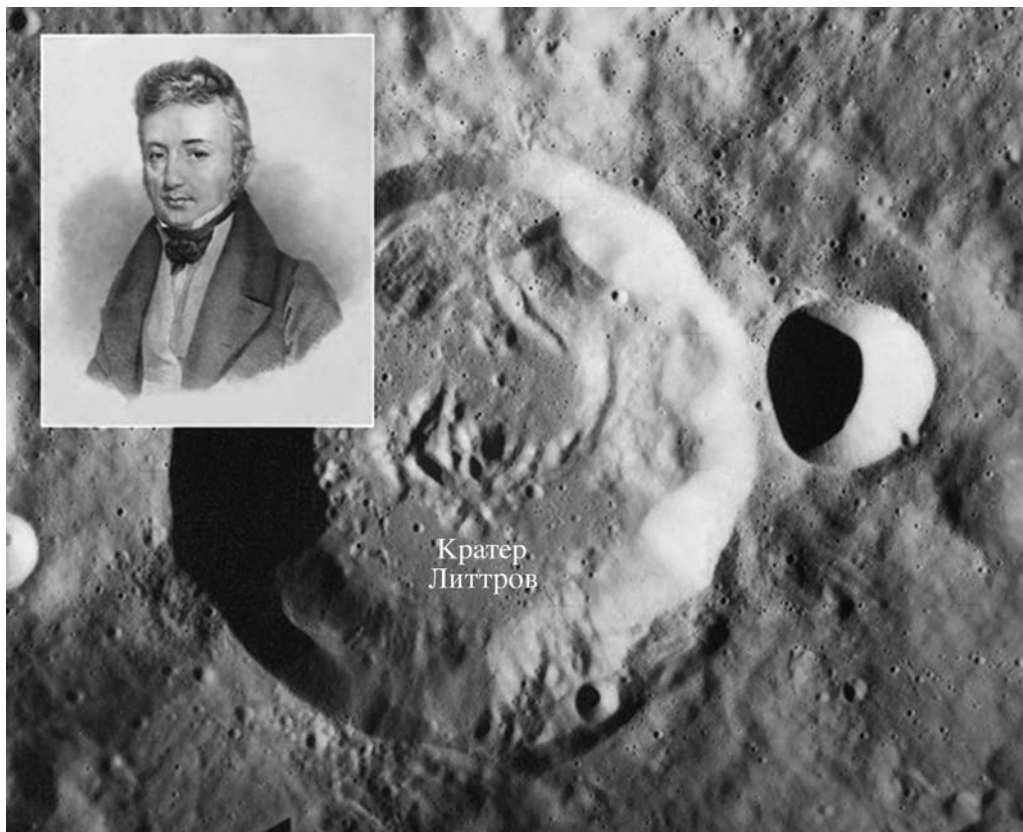


Кратер Дубяго диаметром 51 км на юге Моря Волн на Луне. Во врезке – основатель и первый директор АОЭ Д.И. Дубяго.

И.В. Белькович в 1948 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Физическая либрация Луны». Долгое время он занимал пост секретаря Лунной комиссии при Астрономическом Совете АН СССР, в 1948 г. его избрали членом комиссии № 17 МАС. С 1941 г. и до самой смерти И.В. Белькович заведовал астрономическим отделом АОЭ.

На юге Моря Волн есть кратер Дубяго (51 км; $4,4^\circ$ с.ш. и $70,0^\circ$ в.д.). Назван в честь известного русского ученого, рек-

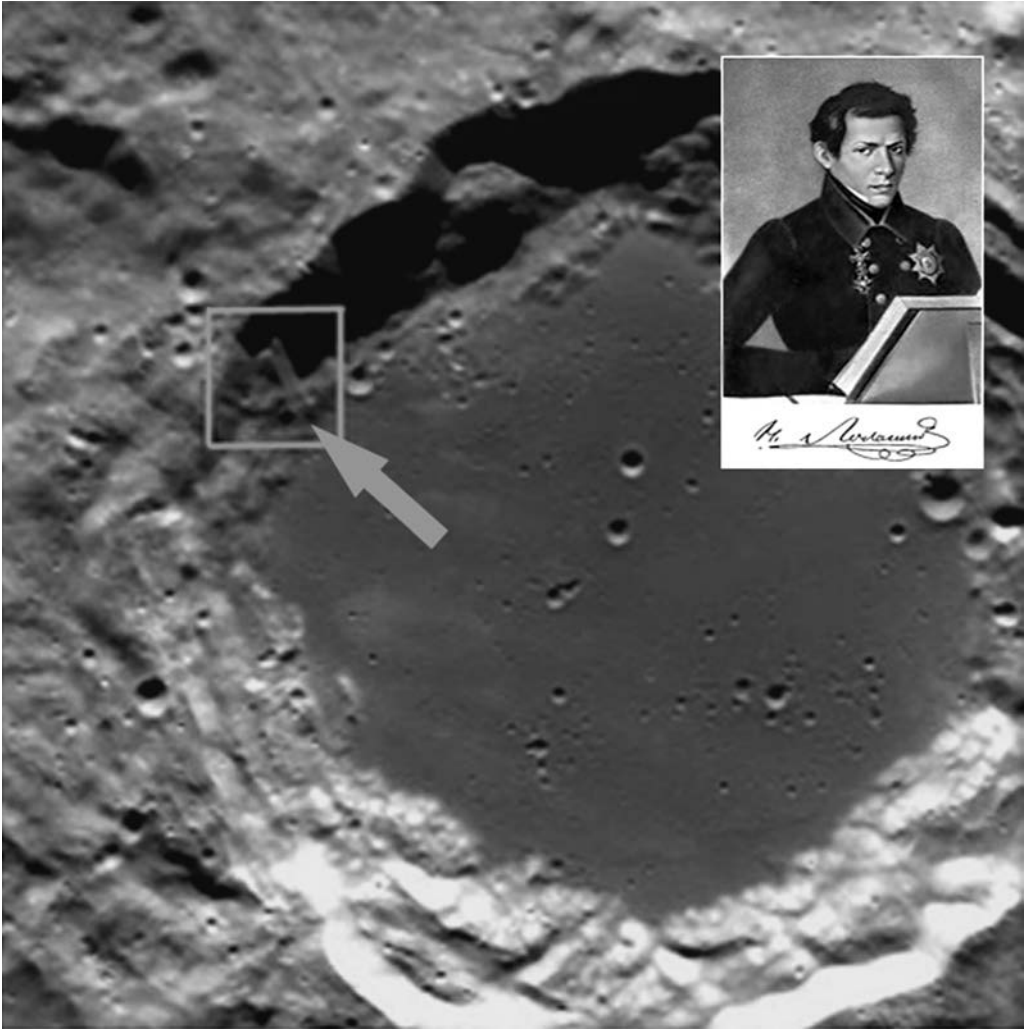
тора Казанского университета (1899–1905), директора Казанской городской обсерватории (1884–1918), основателя и первого директора АОЭ **Дмитрия Ивановича Дубяго** (1849–1918; Земля и Вселенная, 2000, № 4). Д.И. Дубяго родился 3 октября 1849 г. в Мстиславле Могилевской губернии в семье дворянина И.С. Репойто-Дубяго. В 1868 г. Дмитрий поступает на физико-математический факультет Петербургского университета, участвует в астрономи-



Кратер Литтров диаметром 28,5 км на восточном краю Моря Ясности на Луне. Во врезке – профессор астрономии Казанского университета Й.И. Литтров.

ческих наблюдениях в Пулковской обсерватории. В 1871 г. юноша был удостоен золотой медали Петербургского университета за работу “О спектральном анализе в применении к астрономическим наблюдениям”. После защиты диплома с отличием Дмитрия Ивановича оставили при университете. С 1873 г. он работает в Пулковской обсерватории под руководством О.В. Струве. В 1878 г. Д.И. Дубяго получил звание магистра астрономии и геодезии за сочинение “Исследование орбиты спутника Нептуна – Тритона”, в 1881 г. ему присвоена степень доктора астрономии и геодезии после блестящей защиты докторской диссертации по теме “Теория движения планеты Дианы”. В кон-

це 1884 г. его назначают директором обсерватории Казанского университета и профессора астрономии. Д.И. Дубяго составил каталог 4281 звезды, завершив международный проект. Ему удалось укрепить и расширить связи с другими астрономическими учреждениями мира, он организовал экспедиции по наблюдению полных солнечных затмений 1887 г., 1896 г., 1912 г. и 1914 г., гравиметрические экспедиции в Поволжье. В 1899 г. Дмитрия Ивановича назначили ректором Казанского университета, он читал лекции по геодезии и астрономии. Вышли в свет его курс лекций по теоретической астрономии, учебники “Основа теоретической астрономии” и “Практическая астроно-



Кратер Лобачевский диаметром 87 км (указан стрелкой) на краю 126-км кратера Флеминг на обратной стороне Луны. Во врезке – великий русский математик Н.И. Лобачевский.

мия”. Д.И. Дубяго многие годы дружил с В.П. Энгельгардтом, благодаря которому 21 сентября 1901 г. состоялось торжественное открытие загородной обсерватории – АОЭ, в 1901–1918 гг. Д.И. Дубяго был директором обеих обсерваторий, в АОЭ продолжил исследования Луны. Ученый внес огромный вклад в развитие российской астрономии, стал основателем казанской астрономической школы, заложил основы главных направлений научных исследе-

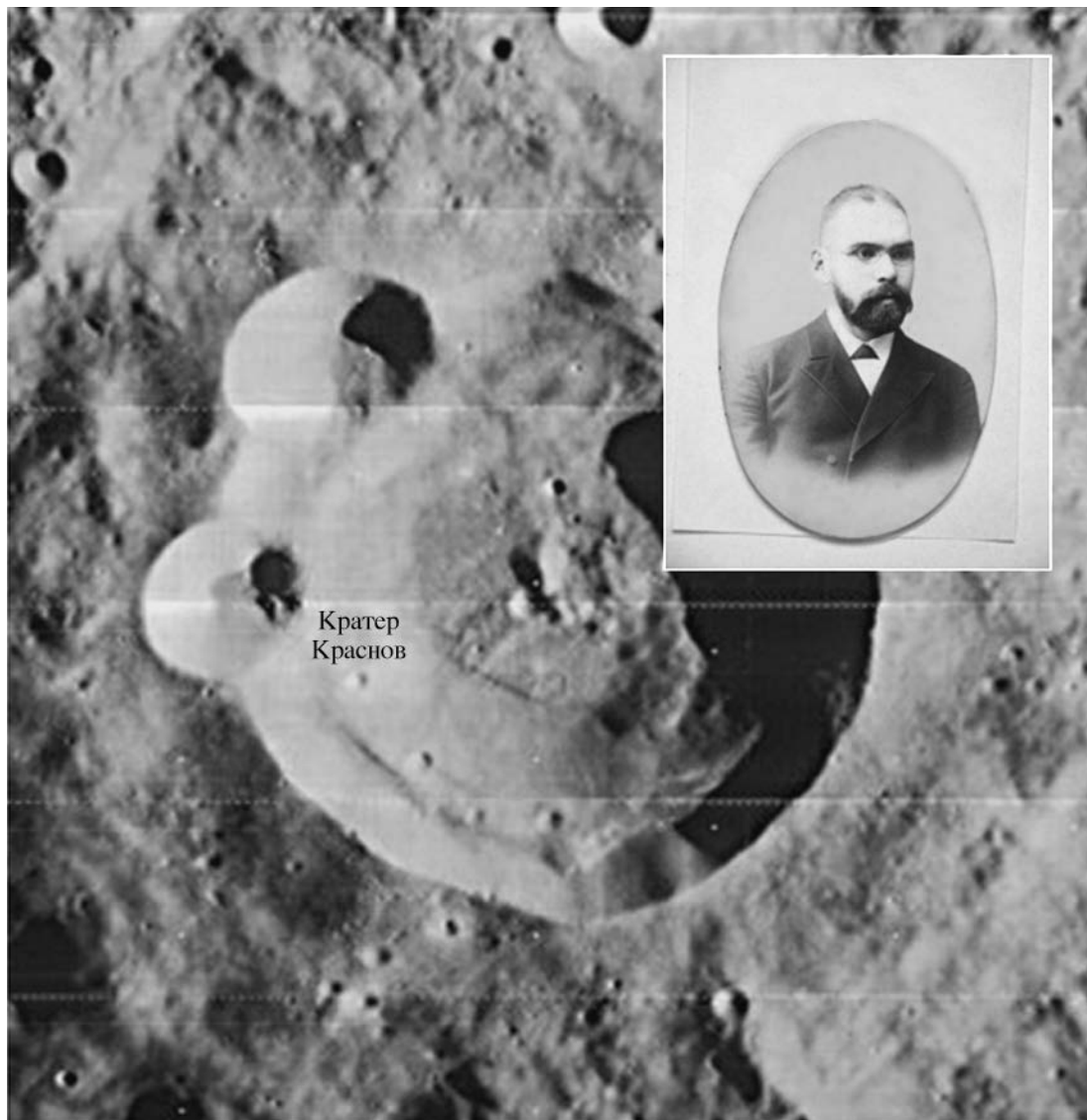
дований, ставших традиционными для казанской астрономии, и воспитал достойную смену.

На восточном краю Моря Ясности находится кратер Литтров (28,5 км; $21,5^{\circ}$ с.ш. и $31,4^{\circ}$ в.д.). Он назван в честь первого профессора астрономии Казанского университета, немецкого ученого **Йозефа Иоганна Литтрова** (1781–1840). Он родился 13 марта 1781 г. в г. Бишов-Тейнице (Чехия). После окончания Пражского университета в 1803 г.

Йозеф работает домашним учителем в богатых семействах Силезии и в Вене, он долго колебался при выборе профессии между богословием, древними языками, философией и математикой. В 1807 г. его выбор останавливается на астрономии. Й. Литтров получает кафедру астрономии и высшей математики в Краковском университете. В 1809 г. Йозефа приглашают в Казанский университет профессором кафедры астрономии, в 1810 г. он переезжает в Казань. Все время пребывания в Казани он старался поставить высоко дело преподавания астрономии. Вместе со своими учениками – И.М. Симоновым (впоследствии профессор астрономии и ректор университета, один из открывателей Антарктиды) и Н.И. Лобачевским – Й. Литтров наблюдал комету 1811 г. В течение шести лет он читал студентам курсы астрономии, написал ряд научных статей. В 1813 г. Й. Литтрова избрали членом-корреспондентом Российской АН. В 1816 г. ученый возвращается в Европу, в 1819 г. он занял место директора Венской астрономической обсерватории. Уезжая из Казани, Й. Литтров указал на И.М. Симонова как на своего преемника, руководителя кафедры. В Венской обсерватории деятельность Й. Литтрова достигла наибольшего успеха, он много наблюдает, занимается теоретическими исследованиями и популяризацией астрономических знаний, начал издавать труды. Книга Й. Литтрова “Чудеса небес” выдержала несколько изданий, во многих журналах печатались его научно-популярные статьи. Его сын Карл, родившийся в Казани, тоже стал выдающимся астрономом.

На обратной стороне Луны на юго-восточном склоне кратера Флеминг диаметром 126 км расположен кратер Лобачевского (87 км; $9,9^\circ$ с.ш. и $112,6^\circ$ в.д.). **Николай Иванович Лобачевский** (1793–1856) – великий русский математик, творец неевклидовой геометрии, профессор математики и ректор Казанского университета. Н.И. Ло-

бачевский родился 22 октября 1793 г. в Нижнем Новгороде в семье уездного землемера. После безвременной смерти мужа мать ученого Прасковья Александровна осталась без средств с тремя малолетними сыновьями, ей пришлось переехать в Казань. В 1807 г. Николай стал студентом Казанского университета. Совместно с И.М. Симоновым он участвует в первых астрономических наблюдениях. Но поведение и образ мыслей молодого Лобачевского доставляют много хлопот инспекции университета, за свои проступки он неоднократно подвергался взысканиям. В 1811 г. Николай Иванович получил степень магистра математики, через три года его произвели в адъюнкты. Преподавательская деятельность в университете сочеталась с напряженной научной работой. В 1819–1825 гг. Н.И. Лобачевский создавал неевклидову геометрию. В 1819–1822 гг. он читает лекции по астрономии и физике, заведует обсерваторией. В 1820 г. Николая Ивановича избирают деканом физико-математического факультета Казанского университета, в 1822 г. утверждают ординарным профессором. В 1827 г. ученого избрали ректором Казанского университета, на этом посту он оставался в течение 19 лет. За этот период создан прекрасный университетский ансамбль зданий: библиотека, анатомический театр, клиника, астрономическая обсерватория. В 1835–1838 гг. он издает труд “Новые начала геометрии с полной теорией параллельных”, в котором приводит выводы, имеющие огромное значение и для астрономии. Но современники, кроме немецкого математика И.К.Ф. Гаусса, не оценили его исследования. В 1846 г. Н.И. Лобачевский оставляет пост ректора, получив назначение на должность попечителя Казанского учебного округа. Он оставил работу в 1855 г. по болезни. В апреле 1972 г. на одном из снимков NASA (AS16-121-19407), переданного КК “Аполлон-16”, на внешнем краю кратера Лобачевского была об-



Кратер Краснов диаметром 41 км, расположенный у горного массива Кордильер на Луне. Во врезке – профессор А.В. Краснов.

наружена структура, похожая на очертания башни.

В юго-западной области Луны, недалеко от горного массива Кордильер, находится кратер (41 км; $29,9^\circ$ с.ш. и $79,6^\circ$ з.д.), получивший имя пионера гелиометрических измерений в России, основателя Варшавской астрономической обсерватории, профессора

астрономии и геодезии Варшавского университета **Александра Васильевича Краснова** (1866–1911), ученика Д.И. Дубяго. А.В. Краснов – воспитанник Казанского университета, выпуск 1892 г. Еще будучи магистрантом, в 1894 г. он был утвержден в звании астронома-наблюдателя и приват-доцента астрономии. Александр

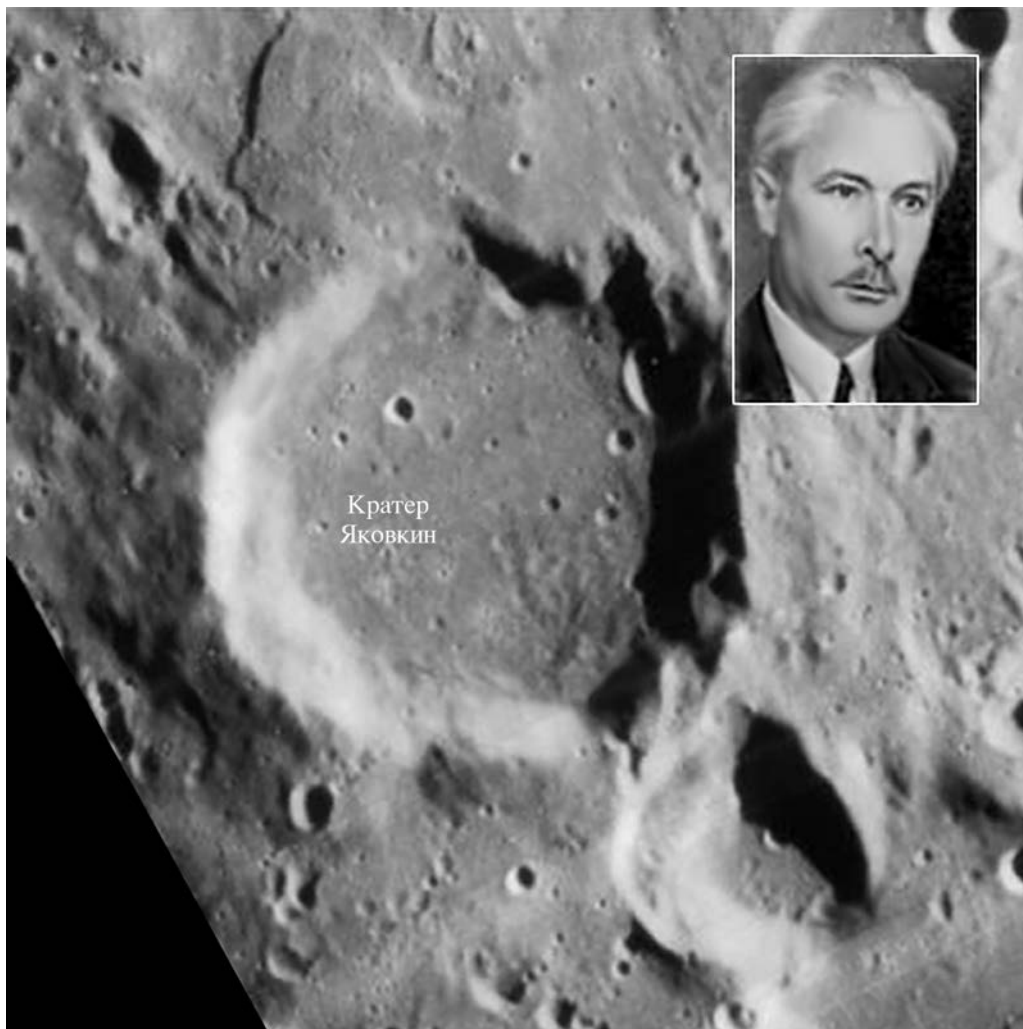


Кратер Ковальский диаметром 49 км (указан стрелкой) на Луне. Во врезке – член-корреспондент Петербургской АН, профессор М.А. Ковальский.

Васильевич, первый помощник Д.И. Дубяго по кафедре астрономии, с помощью гелиометра исследовал либрации Луны. В 1895–1898 гг. на гелиометре Репсольда он выполнил 112 измерений лунного кратера Мёстинг А. Кроме Луны А.В. Краснов наблюдал положения двойных звезд и планет-гигантов, малые планеты, вел большую вычислительную работу. В 1890–1891 гг. он принимает участие в нивелировании здания Астрономической обсерватории в Казани. Александр Васильевич известен и как способный гравиметрист, в частности, он определил точное значение ускорения силы тяжести

для подвала Казанской городской обсерватории. Ученый принимал участие в экспедициях по наблюдению полного солнечного затмения. В 1898 г. А.В. Краснова пригласили в Варшаву на должность профессора астрономии университета, где он позднее основал астрономическую обсерваторию.

На обратной стороне Луны северо-западнее Озера Одиночества расположен кратер Ковальский (49 км; $21,9^\circ$ ю.ш. и $101,0^\circ$ в.д.). **Мариан Альбертович Ковальский** (1821–1884) – русский астроном, профессор Казанского университета (1852–1884), член-корреспондент Петербургской



Кратер Яковкин диаметром 35,9 км в южной части видимого полушария Луны. Во врезке – член-корреспондент АН УССР А.А. Яковкин.

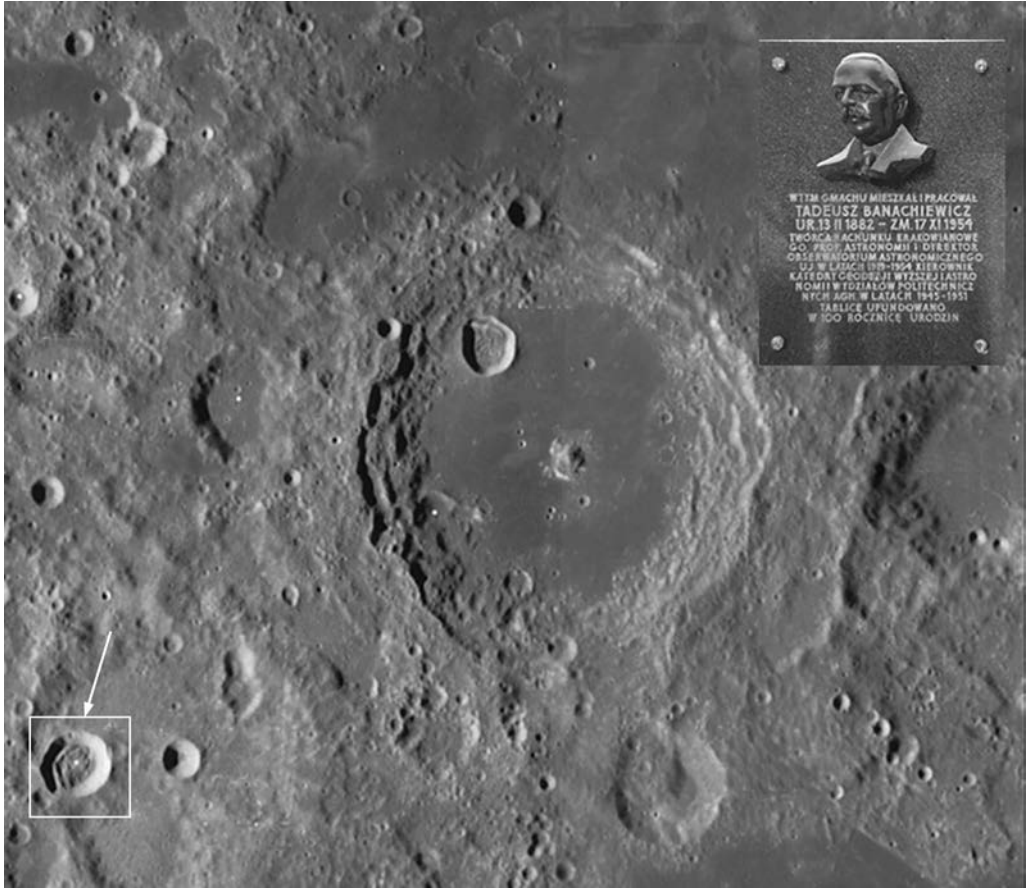
АН, член Королевского астрономического общества. М.А. Ковальский родился 15 октября 1821 г. в семье чиновника из шляхтичей в г. Добржине, Плоцкой губернии. В 1841 г. он поступил на философский факультет Петербургского университета по разряду математических наук. Недостаточно зная русский язык, юноша много времени посвящал его изучению, что не мешало ему успешно заниматься науками. В 1844 г. за сочинение "Исследование

общих свойств движения системы тел" Мариан Ковальский получает золотую медаль, а в 1845 г. оканчивает университет со степенью кандидата. Он работает в Пулковской обсерватории, в 1847 г. получает степень магистра астрономии за работу "О возмущениях в движении комет". В 1847–1849 гг. М.А. Ковальский участвовал в экспедиции Русского астрономического общества на севере Урала. В тяжелых климатических условиях он

определил географические координаты 186 пунктов, высоты и положения Уральского хребта. Позднее результаты этих исследований М.А. Ковальский опубликовал в труде “Северный Урал и береговой хребет Пай-Хой”, послужившем основой докторской диссертации, за которую получил Демидовскую премию. В 1850 г. по рекомендации В.Я. Струве Мариан Альбертович получил назначение в Казанский университет адъюнктом по кафедре астрономии. В 1851 г. М.А. Ковальский наблюдал полное солнечное затмение в Бердянске. В 1852 г. Мариан Альбертович защитил докторскую диссертацию по теме “Теория движения Нептуна”. С 1855 г. он совмещает заведование кафедрой с должностью директора обсерватории, читает курсы астрономии, небесной механики и геодезии, изучает кометы и астероиды. М.А. Ковальский сочетал в себе качества опытного наблюдателя и блестящего теоретика. В 1874 г. он разработал план по составлению каталога звезд до 10^m , наблюдению Солнца и звезд с целью изучения рефракции, теорию покрытий звезд Луной, создал уникальные методы вычисления орбит малых планет и двойных звезд. Его труд “О законах собственных движений звезд каталога Брайера” (1859) представляет собой новый оригинальный метод для определения движения Солнечной системы в пространстве, известный как метод Ковальского – Эри. В 1866–1868 гг. на универсальном круге Эртеля М.А. Ковальский определил положения 4281 звезды казанского каталога, изданного уже после смерти ученого его преемником Д.И. Дубяго.

В южной части видимого полушария Луны расположен кратер Яковкин (35,9 км; $54,5^\circ$ ю.ш. и $78,8^\circ$ з.д.). **Авенир Александрович Яковкин** (1887–1974) – известный русский астроном, крупный селенодизист, член-корреспондент АН УССР. Родился 21 мая 1887 г. в Уфимской губернии в семье учителя. С детства он отличался большой

любовью и способностями к точным наукам. Закончив в 1910 г. Казанский университет, Авенир Александрович остается при кафедре астрономии в должности младшего ассистента, проводит астрономические исследования в АОЭ, в 1914 г. становится ее полноправным сотрудником, участвует в экспедициях по наблюдению полного солнечного затмения и измерению силы тяжести в Поволжье. В АОЭ он основал научное направление по изучению вращения и фигуры Луны. Начиная с 1916 г. в течение 15 лет вел либрационные исследования на гелиометре, получив одно из лучших определений постоянных физической либрации, зависимость лунного радиуса от оптической либрации по широте (эффект Яковкина) и предложил ряд моделей фигуры Луны. Он разработал методику гелиометрических наблюдений и их редукций, которая во многом превосходила другие методы, впервые изложил на русском языке теорию физической либрации. А.А. Яковкин сделал ряд интересных методических работ на астрографе Гейде, приобретенном обсерваторией в 1914 г. при подготовке к экспедиции по наблюдению полного солнечного затмения. В 1918 г. Авенир Александрович выполнил большую серию спектральных измерений Новой Орла. В трудных условиях (без финансирования и сотрудников) он продолжил наблюдения на гелиометре. В 1925 г. А.А. Яковкин становится третьим директором АОЭ. Он был талантливым приборостроителем – построил астроспектрограф, который присоединялся к меридианному кругу, гелиометру и рефрактору, а также прибор, позволявший с большой точностью оценивать звездные величины по длине следа, оставляемого звездой на движущейся с нарастающей скоростью фотопластинке. В 1945 г. Авенир Александрович уезжает в Киев, где преподает в университете и руководит отделом астрономической обсерватории. В 1952–1959 гг. он руководил Главной



Кратер Банахевич диаметром 92 км (указан стрелкой) на Луне. Во врезке – российско-польский астроном, геодезист и математик Т.А. Банахевич.

астрономической обсерваторией АН УССР.

Близко к экватору Луны, недалеко от большого кратера Непер, между Морем Смита и Морем Краевым, находится кратер Банахевич (99 км; 5,2° с.ш. и 80,1° в.д.). Он назван в честь российско-польского астронома, геодезиста и математика **Тадеуша Артуровича Банахевича** (1882–1954), родившегося 13 февраля 1882 г. в Варшаве. После окончания в 1904 г. Варшавского университета, где астрономию преподавал казанский ученый А.В. Краснов, Тадеуш работал в Варшавской обсерватории, проходил стажировку в Гет-

тингене и Пулкове. В поисках работы молодой астроном обращается во многие обсерватории России, в том числе и в казанскую. Директор АОЭ профессор Д.И. Дубяго по совету В.П. Энгельгардта приглашает Т.А. Банахевича. В 1910 г. он приезжает в АОЭ и активно включается в работу. В 1910–1915 гг. на гелиометре АОЭ он исследовал физическую либрацию Луны, в том числе произвел 130 высокоточных измерений кратера Мёстинг А. Эти данные впоследствии обработал А.А. Яковкин. Тадеуш Артурович принимал активное участие в экспедициях АОЭ – гравиметрических и по наблюдению полного



Кратер Нефедьев диаметром 40,2 км на Южном полюсе Луны. Во врезке – доктор физико-математических наук А.А. Нефедьев.

солнечного затмения 1912 г. и 1914 г. Он предложил использовать полные солнечные затмения для “лунной триангуляции” – геодезической связи отдаленных пунктов на поверхности Земли. В 1915 г. Т.А. Банахевич покидает Казань и переходит в Юрьевский (Тартуский) университет на должность доцента, а с 1918 г. исполняет обязанности директора обсерватории. В 1919 г. Тадеуш Артурович вернулся в Польшу, где стал профессором Ягеллонского университета в Кракове и директором местной обсерватории, которую возглавлял в течение 35 лет, до самой смерти. В 1932–1938 гг. был вице-президентом МАС. Основные научные труды Т.А. Банахевича относятся к области небесной механики. Он раз-

вил и усовершенствовал метод Гаусса для определения эллиптических орбит планет и комет, изобрел матрицы “краковианы”, облегчающие математические расчеты в астрономии. По его инициативе в Карпатах была организована астрономическая станция по наблюдениям затменно-переменных звезд.

В районе Южного полюса Луны находится кратер Нефедьев (53 км; $81,14^\circ$ ю.ш. и $135,15^\circ$ в.д.). На его дне в северной части, по-видимому, находится холодная ловушка, где температура не выше 50 К. Внутри нее не исключено скопление замерзших отложений летучих веществ. **Анатолий Алексеевич Нефедьев** (1910–1976) – известный русский ученый, профессор астрономии, один из крупнейших представите-

лей казанской селенодезической школы (Земля и Вселенная, 2011, № 1). А.А. Нефедьев родился 10 ноября 1910 г. в г. Камень-на-Оби Алтайского края в семье служащего. После смерти отца семья осталась в бедственном положении, и Анатолию с 11-летнего возраста пришлось работать, чтобы помочь матери растить младших детей. В 1931 г. Анатолий поступил на физико-математический факультет Томского университета, после его окончания в 1936 г. стал работать в АОЭ, навсегда связав свою жизнь с Казанским университетом. А.А. Нефедьев участвует в наблюдениях покрытия звезд Луной, на основе этих работ он защитил в 1941 г. кандидатскую диссертацию на тему "Измерение диаметров Венеры и Юпитера". В 1938 г. Анатолий Алексеевич продолжил либрационные измерения кратера Мёстинг А, начатых в 1895 г. А.В. Красновым, А.А. Михайловским, Т.А. Банахевичем, А.А. Яковкиным и И.В. Бельковичем. Анатолий Алексеевич рассмотрел возможность построения карт на общем нулевом уровне. В 1958 г. он успешно защитил докторскую диссертацию на тему "Карты рельефа краевой зоны Луны на общем нулевом уровне". Тогда же А.А. Нефедьева назначили директором АОЭ, он многое сделал для развития научной и инструментальной базы обсерватории, улучшения быта сотрудников. Анатолий Алексеевич читал лекции в Казанском университете и Педагогиче-

ском институте, уделял внимание популяризации астрономии.

Кроме лунных образований именем одного из казанских астрономов, Д.Я. Мартынова (1906–1989; Земля и Вселенная, 2006, № 2), назван 61-км кратер на Марсе (30,4° ю.ш. и 323,6° в.д.). Необходимо отметить, что две кометы названы в честь А.Д. Дубяго, пять малых планет получили имена казанских астрономов Э.О. Дибая, А.Д. Дубяго, Н.И. Лобачевского, Д.Я. Мартынова и О.И. Бельковича.

Следует подчеркнуть культурно-историческую значимость системы названий на телах Солнечной системы. Современный продуманный подход к формированию топонимии на поверхности Луны, планет и малых тел обеспечивает полноту и надежность информации о прошедшей и настоящей истории развития научно-технических и культурных знаний. Через сотни лет наши потомки будут судить о настоящем времени в том числе и по этим сведениям.

В.В. ШЕВЧЕНКО,

доктор физико-математических наук
ГАИШ МГУ

Ю.А. НЕФЕДЬЕВ,

доктор физико-математических наук
директор Астрономической обсерватории
им. В.П. Энгельгардта

И.А. ДУБЯГО,

кандидат физико-математических наук
Астрономическая обсерватория
им. В.П. Энгельгардта

Астрономический кружок при Пушчинской обсерватории

Одно из мест возникновения радиоастрономии как науки в нашей стране – Пушчинская радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН (www.rgao.ru). Днем рождения обсерватории принято считать 11 апреля 1956 г., когда было подписано Распоряжение Совета Министров СССР, разрешающее Академии наук СССР построить в Серпуховском районе здание радиоастрономической станции ФИАН и установить на нем радиотелескоп. С тех пор на Пушчинской радиоастрономической обсерватории построено несколько радиотелескопов мирового класса и активно ведутся исследования в области радиоастрономии. Интересно, что именно со зданий и радиотелескопов нашей обсерватории начинался и сам город Пушино, который обычно называют “биологической столицей” России (примерно у 40% научных публикаций нашей стра-

ны по биологии “пушчинская прописка”). Городу Пушино с населением чуть более 20 тыс. человек присвоен официальный статус наукограда. В нем работает десять научно-исследовательских институтов и их филиалов, у девяти биологический профиль, и лишь наша обсерватория занимается астрофизикой.

Пушчинская обсерватория – филиал Физического института им. П.Н. Лебедева, в стенах которого работали семь Нобелевских лауреатов (во всей стране их лишь 21 человек, то есть в ФИАН работала ровно треть нашего интеллектуального достояния с точки зрения Нобелевского комитета). Фактически ФИАН – самое титулованное научное учреждение России.

Сегодня сотрудники обсерватории изучают радиоисточники на небе любой природы. Исследуется влияние Солнца на магнитосферу и ионосферу Земли

(мониторинговый проект “Космическая погода”), нейтронные звезды (пульсары), области звездообразования, межзвездная среда, радиогалактики, квазары и другие небесные объекты. У обсерватории большой опыт участия в космических проектах, начиная с АМС “Луна” и до “Радиоастрона” (<http://www.asc.rssi.ru/radioastron/>).

Помимо научной деятельности обсерватория занимается популяризаторской и образовательной деятельностью. Еще в начале 1980-х гг. в ней появился астрономический кружок для школьников. Вели его наши сотрудники В.Р. Шутенков, кандидат физико-математических наук А.В. Коваленко, доктор физико-математических наук Р.Д. Дагкесаманский (ныне директор ПРАО), профессор С.С. Комиссаров (сейчас он работает в Великобритании). Кружок посещало несколько че-



Юный астроном. День открытых дверей ПРАО АКЦ ФИАН. 13 августа 2011 г.

ловек, и через пять лет он прекратил свою работу.

Возродился астрономический кружок после 2009 г., когда отмечался Международный год астрономии. В рамках его празднования по всей России астрономические учреждения проводили Дни открытых дверей. ПРАО с 21 по 27 сентября 2009 г. посетило почти 1,5 тыс. человек, около трети – гости Пущино. Этот успех вдохновил организаторов, и с тех пор Дни открытых дверей проводятся здесь дважды в год: в субботы, ближайшие к 11 апре-

ля, дню рождения обсерватории, и Дню космонавтики и к 12 августа (максимум метеорного потока Персеид). К нам приезжают школьники и взрослые со всего Подмосковья и даже из других областей.

Во время проведения Дней открытых дверей горожане настойчиво просили организовать при обсерватории астрономический кружок для всех желающих. Уступая просьбам, в 2010 г. мы попытались воссоздать кружок. Раз в неделю Р.Д. Дагкесаманский, В.А. Самодуров,

С.А. Тюльбашев, Д.Р. Гадельпин проводили занятия для 5–10 человек, в том числе 3–4 школьников. Оказалось, что вести регулярные занятия для нескольких человек гораздо сложнее, чем разовые мероприятия, пусть и для сотен человек. К тому же нам не хватало энергии для организации рекламы в местных школах и окрестностях Пущино и не вполне верно был выбран формат кружка – научно-популярные лекции по астрономии. В 2011 г. кружок пришлось на время закрыть.

В 2012 г., после годового перерыва, мы открыли кружок снова – теперь, уверенны, на постоянной основе. Что позволяет нам на это надеяться? Дело в том, что у кружка помимо преподавателей появились местные активисты-организаторы, которые помогают проводить различные мероприятия нашего кружка. Это, например, Жанна Сергеевна Асаинова – самая активная и незаменимая помощница, которая, по сути, стала “мотором” большинства мероприятий кружка; Андрей Николаевич Казанцев – наш вначале магистрант, а с 2014 г. – аспирант и сотрудник обсервато-

рии. А.Н. Казанцев – человек, необыкновенно увлеченный астрономией и обладающий педагогическими способностями, прекрасный оратор. Удалось организовать работу кружка на новом уровне. Преподаватели – Р.Д. Дагкесаманский, В.А. Самодуров, А.Н. Казанцев – подменяют друг друга. Нам помогают активисты кружка и родители кружковцев.

Наши занятия состоят в основном из трех взаимосвязанных частей: последние астрономические новости; популярная лекция-урок по избранной теме аст-

рономии (в течение года мы читаем полный цикл лекций о строении Вселенной и методах астрономии, бывают лекции по заказу слушателей, а также выступления самих кружковцев); задачи по астрономии в рамках подготовки школьников к астрономическим мероприятиям. Точнее, это идеал, к которому мы стремимся. Обычно на занятии удается выполнить программу лишь двух из трех частей. Занятия проходят раз в неделю по субботам, длятся от полутора до двух часов.

Раз в квартал мы устраиваем занятия в

празднично-игровой форме, приурочивая их к астрономическим праздникам и событиям. В “меню” таких праздников, в организации которых нам помогают местные спонсоры, – астрономические игры и викторины, чаепитие, подарки кружковцам. Время от времени (примерно раз в месяц) мы стали проводить вечерние и ночные наблюдения. Но тут мы столкнулись с новыми сложностями. Дело в том, что наша обсерватория – **радиоастрономическая**, и у нас на первых порах не было оптических телескопов.



Праздничное занятие астрономического кружка, посвященное Международному дню астрономии. Соревнуются две команды. 10 мая 2014 г.



В.А. Самодуров рассказывает детям, как устроен наш Мир, на выездной сессии астрономического кружка в детском саду.

Да, на деньги обсерватории несколько лет назад мы закупили для кружка небольшой 114-мм телескоп, потом 200-мм телескоп для наблюдений планет. Но этого нам показалось недостаточно, и было принято решение участвовать в конкурсе образовательных проектов Фонда Дмитрия Зимина "Династия". Наш кружок стал одним из победителей IV и V конкурсов (малые проекты Р13-108 "О чем говорят звезды" и Р14-130 "Звезды зовут"). Средства, выделенные Фондом, по-

могли нам приобрести несколько астрономических инструментов и аксессуаров к ним. Среди приобретений 305-мм телескоп на монтировке Добсона фирмы "Sky-Watcher", 100-мм бинокль фирмы "Celestron", солнечный телескоп "Коронадо", наборы окуляров, видеокамера, монтировка для бинокля. Кроме того, время от времени добровольные спонсоры (в основном родители кружковцев либо посетители наших Дней открытых дверей) оставляют нам свои телескопы в

безвозмездное временное (от года до нескольких лет) пользование. С радостью следует признать: у кружка с этого года практически нет проблем с астрономической аппаратурой для наблюдений.

Отметим, что средства фонда "Династия" позволяют нам устраивать публичные мероприятия под эгидой кружка. Так, мы выделили несколько тысяч рублей на организацию Дней открытых дверей на обсерватории (в частности, всех посетителей угощали чаем),

Кружковцы Ульяна Трошина и Феликс Сиземский на Дне открытых дверей ПРАО ФИАН. 12 апреля 2014 г.

которые мы считаем расширенными заседаниями астрономического кружка с аудиторией до 500 человек! Наши кружковцы уже принимают посильное участие и в организации Дней открытых дверей ПРАО. Помимо этого, весной 2013 г., к Международному дню астрономии, кружковцы (среди них – шестиклассник Василий Батмаев) провели городские мероприятия, которые посетили около 250 школьников нашего города. Осенью 2013 г. Ж.С. Асаинова организовала приезд в Пущино Дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта В.А. Ляхова. Была проведена серия встреч школьников Серпухова, Протвино, Пущино и Серпуховского района с писателем, космонавтом-исследователем В.Ю. Шаровым. Совместно с астрокружком г. Йошкар-Ола мы организовали поездку В.Ю. Шарова в Республики Марий Эл и Чувашию для встречи со школьниками. Традицию публично праздновать Международный день астрономии продолжили в 2014 г., когда состоялись встречи школьников Протвино и Серпухова с младшим



научным сотрудником ПРАО ФИАН преподавателем астрономического кружка А.Н. Казанцевым. На встречах школьники прослушали лекцию о Солнечной системе, которая вызвала огромный интерес. С докладом “Нейтронные звезды” выступил воспитанник астрономического кружка ученик 4-го класса Володя Рублёв. Ко дню космонавтики В.А. Самодуров провел занятие “Как устроен мир – сказка и на самом деле” для детей детского сада “Се-

мицветик” и “Вся астрономия – за 1 урок” для школьников 11-го класса гимназии г. Пущино.

В 2013–2014 гг. занятия кружка регулярно посещали 10–35 человек. При этом мы, конечно же, рады людям всех возрастов. К нам ходят любители астрономии от 8 до 88 лет! Большинство кружковцев – школьники, но и дети 5–6 лет с родителями на занятиях у нас вовсе не редкость.

Сейчас почти у каждой семьи (по крайней мере, в Подмоскowie) есть ма-

шина. Потенциальная аудитория любого, даже провинциального небольшого городка стала много шире, чем еще несколько лет назад. Условно можно рассчитывать на активных родителей и их детей в окрестности часовой доступности на автотранспорте, то есть порядка 100 км от Пущино. Мы всегда приглашаем к нам на занятия жителей окрестных городов и поселков: Серпухов, Протвино, Грызлово, Балково... А иногда у нас бывают москвичи, причем некоторые приезжа-

ют семьями не по одному разу.

Мы стараемся организовывать поездки кружковцев в знаковые места, связанные с астрономией и космонавтикой. Так, мы ездили в Звездный городок в Центр подготовки космонавтов, а в октябре 2013 г. – в Московский планетарий. Ребята были просто в восторге!

Разумеется, кружковцам, чтобы были оценены их знания, необходимо участвовать в различных олимпиадах, конкурсах, проектах. На олимпиадах они пока не

продвигались дальше регионального уровня, в первую очередь потому, что нашим самым активным кружковцам в основном не более 12–13 лет. В школьных же астрономических конференциях и других подобных мероприятиях у нас уже есть успехи. Так, воспитанники кружка успешно выступили на праздновании 450-летия Галилео Галилея в Доме детского творчества парка «Сокольники» с докладами «Кометы» (Ульяна Трошина, 5-й класс), «Квазары» (Володя Рублёв, 4-й класс), «Спутник Юпите-



Ульяна Трошина и Володя Рублёв (крайние справа) на праздновании 450-летия Галилео Галилея в Доме детского творчества парка «Сокольники». 15 февраля 2014 г.

ра Ио” (Маша Хмельницкая, 3-й класс).

В конце февраля 2014 г. наши кружковцы испытали свои силы на ставших уже легендарными ежегодных “Веговских чтениях”, где состязаются юные астрономы Москвы и Московской области. Назовем воспитанников кружка – победителей: В. Рублёв – 1-е место (4-й класс, доклад “Пульсары”), У. Трошина – 1-е место (5-й класс, доклад “Система Юпитера”) и Ф. Сиземский – 4-е место (2-й класс, доклад “Астрономия вне спектра”). Темы для докладов ребята выбирали сами. Интересно, что наиболее трудную тему – гравитационные волны и космические лучи – выбрал самый юный участник – наш кружковец Феликс Сиземский. Эта тема достаточно сложна даже для профессионалов. Отметим, что главная награда для преподавателей кружка – огонек искреннего интереса и

любопытности в глазах ребят и рост их знаний и способностей в процессе занятий. Да, мы видим, что не у всех одинаково высокий уровень подготовки, и понимаем, что далеко не все кружковцы пойдут в астрономию. Впрочем, мы и не ставим такой цели перед собой. Но уже заметно: интерес к Вселенной ребята пронесут через всю жизнь... И это для нас – самое важное.

Некоторые интересные наблюдения и открытия в процессе занятий совершаем и мы – преподаватели кружка. Так, стало понятно, что работа кружка может быть вполне успешной даже в условиях небольшого города, где не более 1,5 тыс. школьников. За два последних года у нас появился постоянный костяк почитателей и слушателей. Причем это не только школьники, но и их родители, люди среднего возраста, студенты и магистранты из инсти-

тутов Пущино. К нам приходят и весьма почтенного возраста пенсионеры.

Без астрономии не только невозможно понять, как устроен наш огромный Мир, предсказать будущее Человечества, но и узнать текущую космическую погоду... Это теперь понимают и самые маленькие дети, приходящие к нам на занятия. Конечно, более чем разумно было бы вернуть астрономию в обязательную программу общеобразовательной школы. Но убедить наше Министерство образования вернуть в школу астрономию, похоже, так же тяжело, как говорить Солнце не погаснуть через миллиарды лет. И потому мы стараемся восполнить ее отсутствие в школе силами нашего астрономического кружка.

*В.А. САМОДУРОВ,
кандидат физико-математических наук
ПРАО АКЦ ФИАН
Фото автора*

Ярданги на Марсе

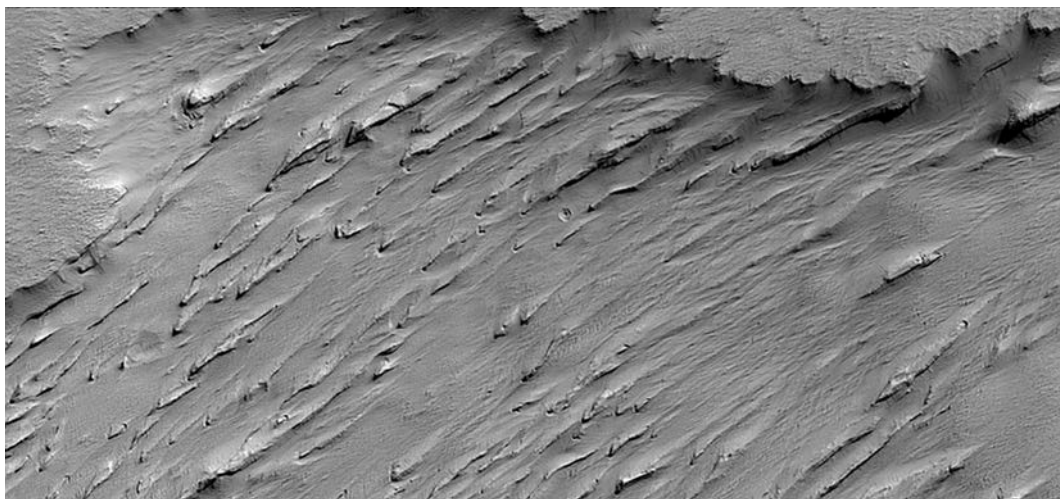
Вытянутые вдоль господствующего ветра узкие прямолинейные с асимметричными крутыми склонами борозды, гряды или дюны (глубиной около 1 м) и разделяющие их острые гребни, подвергшиеся действию эрозии, получили геологи-

ческий термин “ярданг”. Такие эоловые формы рельефа весьма распространены в засушливых районах Земли, главным образом в пустынях Центральной Азии. Для образования ярдангов необходимо, чтобы ветер в данной местности дул преимущественно в одном направлении, а равнина была достаточно плоской. Несомые ветром песчинки, сталкиваясь с поверхностью грунта, действуют как абразивный порошок, постепенно выпиливая в подстилающей поверхности параллельные борозды. Если среди горных пород, составляющих грунт, встречаются более устойчивые к выветриванию участ-

ки, то они постепенно приподнимаются над уровнем окружающей равнины, как острова над уровнем моря.

Часто встречаются ярданги и на Марсе, поскольку ветер – главный фактор, изменяющий рельеф поверхности планеты. На фотографиях участков планеты, полученных ИСМ “Марсианский орбитальный разведчик” и “Марс Экспресс”, можно увидеть подобные возвышенности. Например, их формирование зафиксировано в местности, расположенной около горной Гряды Гордия (*Gordii Dorsum*) в Южном полушарии Марса.

Пресс-релиз NASA,
19 мая 2014 г.



Ярданги возле горной Гряды Гордия (*Gordii Dorsum*) на Марсе. Снимок, сделанный в конце апреля 2014 г. ИСМ “Марсианский орбитальный разведчик”, охватывает область шириной 3 км. Фото JPL/NASA.

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: январь – февраль 2015 г.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
Январь		
4	2	<i>Максимум метеорного потока Квадрантиды</i>
4	8	Земля в перигелии
5	4	Полнолуние
8	5	Луна проходит в 6° южнее Юпитера
9	18	Луна в апогее
13	9	Луна в последней четверти
14	16	Меркурий в наибольшей восточной элонгации (19°)
16	12	Луна проходит в 1° севернее Сатурна
20	13	Новолуние
21	2	Меркурий переходит от прямого движения к попятному
21	15	Луна проходит в 2° севернее Меркурия
21	20	Луна в перигее
22	1	Луна проходит в 4° севернее Венеры
23	2	Луна проходит в 3° севернее Марса
27	4	Луна в первой четверти
30	13	Меркурий в нижнем соединении с Солнцем
Февраль		
3	23	Полнолуние
4	5	Луна проходит в 6° южнее Юпитера
6	6	Луна в апогее
6	18	Юпитер в противостоянии с Солнцем
11	8	Меркурий переходит от попятного движения к прямому
12	3	Луна в последней четверти
13	0	Луна проходит в 2° севернее Сатурна
18	23	Новолуние
19	7	Луна в перигее
20	23	Луна проходит в 1° севернее Венеры
21	0	Луна проходит в 1° севернее Марса
22	5	Венера проходит в 0,4° южнее Марса
24	19	Меркурий в наибольшей западной элонгации (27°)
25	17	Луна в первой четверти
26	4	Нептун вступает в соединение с Солнцем

Примечание. Во всех таблицах и тексте дано Всемирное время (UT), кроме особо оговоренных случаев.

ЭФЕМЕРИДА СОЛНЦА

Дата		α		δ		45°		55°		65°	
						восход	заход	восход	заход	восход	заход
		ч	м	°	'	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м
Январь	1	18	44	-23	04	07:40	16:31	08:26	15:44	10:09	14:01
	11	19	27	-21	55	07:38	16:41	08:21	15:58	09:51	14:28
	21	20	10	-20	04	07:32	16:54	08:11	16:16	09:25	15:01
	31	20	52	-17	35	07:23	17:08	07:55	16:36	08:54	15:36
Февраль	10	21	32	-14	35	07:10	17:22	07:36	16:57	08:21	16:12
	20	22	11	-11	11	06:55	17:36	07:14	17:18	07:46	16:46
Март	2	22	49	-07	29	06:39	17:50	06:50	17:38	07:10	17:19

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

Пример. Определить время восхода Солнца 7 января 2015 г. в Санкт-Петербурге (широта – $59^{\circ}57'$, долгота – $2^{\text{ч}}01^{\text{м}}$, 2-я часовая зона – московское время $UT + 3^{\text{ч}}$). Пользуясь Таблицей II, интерполируем по широте значение времени восхода Солнца на 7 января, получаем $9^{\text{ч}}00^{\text{м}}$. Вычтем из него долготу места, прибавим $3^{\text{ч}}$, получим $19^{\text{ч}}59^{\text{м}}$.

Таблица III

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата		α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период вид- имости
									45°	55°	65°	
		ч	м	°	'	"	"	"	"			
Меркурий												
Январь	1	19	42,8	-23	30	-0,8	5,2	0,91	-	-	-	
	11	20	44,9	-19	22	-0,8	6,2	0,71	0,9	0,1	-	Вечер
	21	21	15,8	-14	46	0,3	8,2	0,29	0,6	-	-	Вечер
	31	20	44,3	-14	28	5,2	10,2	0,01	-	-	-	
Февраль	10	20	11,4	-17	09	0,9	9,2	0,24	-	-	-	
	20	20	27,0	-18	19	0,1	7,5	0,50	-	-	-	
Март	2	21	09,6	-17	14	0,0	6,4	0,66	-	-	-	
Венера												
Январь	1	19	55,3	-22	11	-3,9	10,4	0,96	1,1	0,9	-	Вечер
	11	20	47,6	-19	28	-3,9	10,6	0,95	1,5	1,5	0,7	Вечер
	21	21	37,8	-15	50	-3,9	10,8	0,94	1,8	1,9	2,0	Вечер
	31	22	25,8	-11	28	-3,9	11,1	0,92	2,0	2,2	2,5	Вечер
Февраль	10	23	12,1	-06	37	-3,9	11,4	0,90	2,3	2,5	2,9	Вечер
	20	23	57,1	-01	28	-3,9	11,8	0,88	2,5	2,8	3,3	Вечер
Март	2	00	41,6	+03	45	-3,9	12,2	0,86	2,7	3,1	3,6	Вечер

Таблица III (окончание)

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период видимости	
	ч	м	°	'				45°	55°	65°		
Марс												
Январь	1	21	34,4	-15	37	1,1	4,8	0,94	2,7	2,7	2,6	Вечер
	11	22	04,8	-12	54	1,1	4,6	0,95	2,6	2,7	2,7	Вечер
	21	22	34,4	-10	00	1,2	4,5	0,96	2,4	2,5	2,7	Вечер
	31	23	03,4	-06	56	1,2	4,4	0,96	2,2	2,4	2,5	Вечер
Февраль	10	23	32,0	-03	48	1,2	4,4	0,97	2,0	2,1	2,3	Вечер
	20	00	00,2	-00	38	1,3	4,3	0,97	1,8	1,9	2,0	Вечер
Март	2	00	28,1	+02	31	1,3	4,2	0,98	1,6	1,7	1,7	Вечер
Юпитер												
Январь	1	09	36,8	+15	08	-2,3	43,3	1,00	11,9	13,1	15,4	Ночь
	11	09	33,4	+15	27	-2,3	44,2	1,00	12,6	13,7	15,8	Ночь
	21	09	29,1	+15	49	-2,4	44,9	1,00	13,2	14,3	16,1	Ночь
	31	09	24,2	+16	15	-2,4	45,2	1,00	13,5	14,4	16,0	Ночь
Февраль	10	09	19,0	+16	40	-2,4	45,3	1,00	13,4	14,2	15,5	Ночь
	20	09	13,8	+17	04	-2,4	45,0	1,00	12,9	13,6	14,6	Ночь
Март	2	09	09,2	+17	25	-2,4	44,4	1,00	12,1	12,7	13,6	Ночь
Сатурн												
Январь	1	15	55,7	-18	24	0,5	15,6	1,00	2,4	2,3	1,6	Утро
	11	15	59,7	-18	35	0,6	15,8	1,00	3,0	2,8	2,2	Утро
	21	16	03,3	-18	44	0,5	16,0	1,00	3,6	3,3	2,5	Утро
	31	16	06,4	-18	51	0,5	16,2	1,00	4,1	3,7	2,8	Утро
Февраль	10	16	08,9	-18	57	0,5	16,4	1,00	4,5	4,1	3,0	Утро
	20	16	10,8	-19	00	0,5	16,7	1,00	4,9	4,4	3,1	Утро
Март	2	16	12,1	-19	02	0,4	17,0	1,00	5,3	4,7	3,3	Утро

Примечание. Координаты даны на момент 0^ч по Всемирному времени, F – фаза планеты.

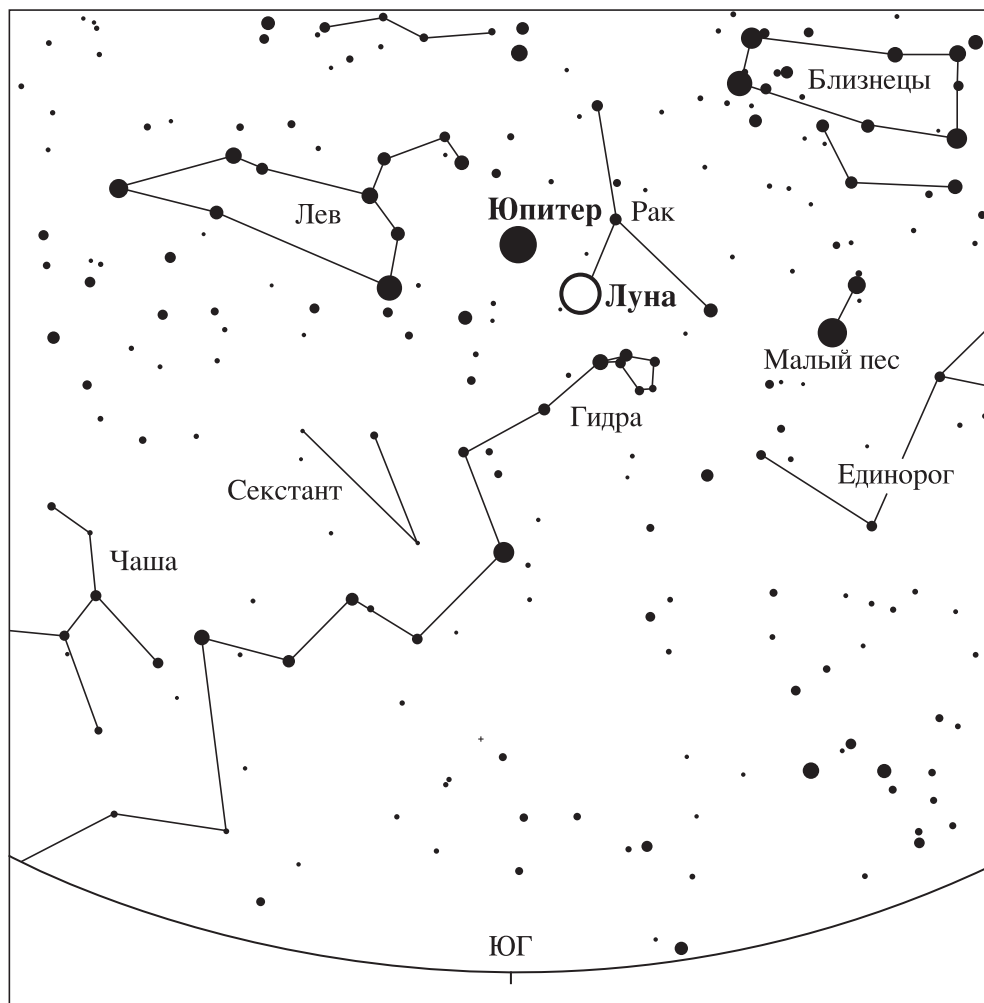
ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Меркурий можно наблюдать меньше одного часа в середине января в южных районах нашей страны. 14 января ближайшая к Солнцу планета находится в наибольшей восточной элонгации (19°), 21 января она переходит от прямого движения к попятному и пройдет недалеко от Луны. Видимый угловой диаметр Меркурия увеличится с 6" до 8", так как в это время он становится немного ближе к Земле. 30 января Меркурий в нижнем соединении с Солнцем и до конца апреля исчезнет с небосклона.

Венера в начале года видна в вечернее время, ее видимость со временем

становится лучше и продолжительнее, достигая трех часов в конце февраля. Блеск планеты в этот период составляет $-3,9^m$, видимый угловой диаметр Венеры постепенно увеличивается с 10,4" в начале года до 12,2" в конце февраля. Луна пройдет недалеко от нее 22 января и 20 февраля. 22 февраля Венера пройдет в 0,4° южнее Марса.

Марс виден в вечернее время, он перемещается по созвездию Козерога, 9 января переходит в созвездие Водолея, 11 февраля – в созвездие Рыб. Видимый угловой диаметр Марса уменьшается с 4,8" в начале года до 4,2" в конце февраля. Луна пройдет



Вид южной части звездного неба в Москве 4 февраля 2015 г. в 1^ч 00^м по московскому времени. Отмечены положения Юпитера и Луны.

недалеко от него 23 января и 21 февраля. Продолжительность видимости Марса постепенно сокращается с 2,7 ч в начале года до 1,7 ч в конце февраля, блеск планеты немного слабее 1^м.

Юпитер хорошо виден ночью. На небесной сфере он движется попятно, в январе перемещается по созвездию Льва, 4 февраля переходит в созвездие Рака. Продолжительность видимости Юпитера в январе продолжает увеличиваться, достигая максимального значения вблизи его противостоя-

ния с Солнцем 6 февраля, и на разных широтах составит от 13,5^ч до 16,0^ч. Видимый угловой диаметр этой планеты-гиганта увеличивается с 43,3" до максимального значения 45,3" во время противостояния с Солнцем. Облачный покров Юпитера можно наблюдать в небольшие инструменты, а галилеевы спутники – даже в бинокль. Луна пройдет недалеко от Юпитера 8 января и 4 февраля

Сатурн перемещается по созвездию Весов, 18 января переходит в созвез-

дие Скорпиона. Видимый угловой диаметр планеты постепенно увеличивается с 15,6" до 17,0". Планета видна в утреннее время в течение 2,4–1,6 ч в

начале года до 5,3–3,3 ч в конце февраля в зависимости от широты места наблюдения. Луна пройдет вблизи Сатурна 16 января и 13 февраля.

МЕТЕОРНЫЙ ПОТОК КВАДРАНТИДЫ

3 января ожидается максимум метеорного потока **Квадрантиды**. Радиант метеорного потока располагается в северной части созвездия Волопаса, около границы с созвездиями Геркулеса и Дракона ($\alpha = 230^\circ$, $\delta = +49^\circ$), и поднимается высоко над горизонтом в предутренние часы. Сияющая Луна помешает их наблюдениям (5 января – полнолу-

ние). Максимальная активность потока непродолжительна, лишь несколько часов – примерно с 11 ч вечера по местному времени до рассвета, при этом радиант набирает высоту в течение всего указанного периода. Предполагается, что зенитное часовое число (ZHR) будет около 120. В 2014 г. ZHR Квадрантид достигло 245.

В.И. ЩИВЬЁВ

г. Железнодорожный (Московская обл.)

Информация

Запуск спутника для изучения углекислоты

2 июля 2014 г. с космодрома ВВС США Ванденберг (штат Калифорния) стартовала РН “Дельта-2” с научным ИСЗ “OCO-2” (Orbiting Carbon Observatory – орбитальная обсерватория, исследующая углерод), предназначенным для измерения концентрации углекислого газа в атмосфере Земли. Через 56 мин 15 с после запуска спутник отделился от последней ступени носителя и вышел на расчетную круговую солнечно-синхронную полярную околоземную орбиту: высота – 710 км, период обращения – 98,83 мин, наклонение – $98,1^\circ$. 3 августа “OCO-2” возглавил группу научных спутников

“А-Train” (Afternoon Train – послеполуденный поезд), которые исследуют экологию и климат Земли. Спутники выстроились в цепочку: “OCO-2”, японский “GCOM-W1” (изучает водные ресурсы), американский “Aqua” (водные ресурсы), французский “CALIPSO”, американские “CloudSat” и “Aura” (исследуют облачность). Все эти ИСЗ пролетят над одной и той же точкой на поверхности Земли с разницей 16 мин.

Спутник “OCO-2” массой 407 кг изготовлен специалистами компании “Orbital Sciences Corporation”, научную аппаратуру создали в Лаборатории реактивного движения (NASA). На борту ИСЗ работают три спектрометра, ежедневно измеряющих над освещенным полушарием Земли 24 раза в секунду концентрацию CO_2 , молекулярного кислорода и других газов в атмосфере. По данным спутника каждые 16 сут специали-

сты будут составлять полную карту распределения углекислого газа в цвете и 3D-изображении. За счет подобных карт исследователи надеются проследить за динамикой CO_2 на планете и понять, при каких условиях происходят изменения уровней поглощения и выбросов. Ученые надеются выяснить источники атмосферного загрязнения и определить сезонные колебания антропогенного и природных источников диоксида углерода – возможно, главной причины глобального потепления. Предполагается создать более точные модели углеродного цикла и лучше характеризовать процессы, в результате которых в атмосфере увеличивается или, наоборот, уменьшается количество диоксида углерода. Это позволит сделать более точный прогноз глобальных изменений климата.

Сейчас человечество выбрасывает ежедневно по-



Научный ИСЗ “OCO-2” (США) на орбите. Рисунок NASA.

рядка 100 млн т углекислого газа, лишь половина его остается в атмосфере, другая спускается обратно на планету и примерно 50% растворяется в океанах, тогда как судьба оставшейся половины до конца не ясна.

Напомним, что “OCO-1” для изучения CO_2 не вышел на орбиту 24 февраля 2009 г. из-за того, что не был сброшен головной обтекатель.

Пресс-релиз NASA,
7 июля 2014 г.

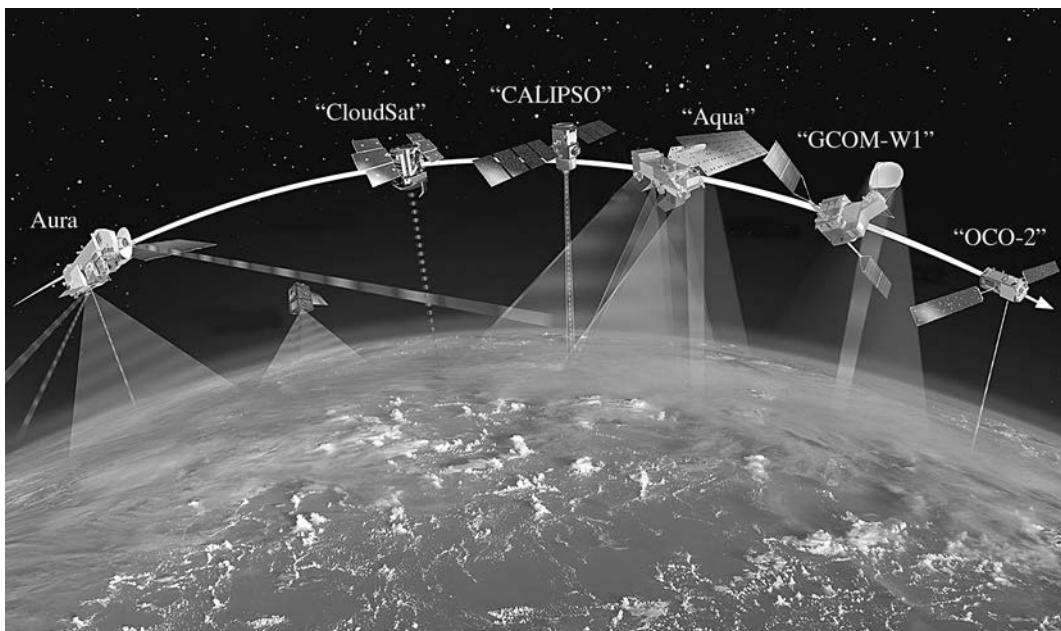


Схема расположения на околоземной орбите группы научных спутников: “OCO-2” (США), “GCOM-W1” (Япония), “Aqua” (США), “CALIPSO” (Франция), “CloudSat” и “Aura” (США). Рисунок NASA.

“Яркий след крылатого метеорита”

Так называется выставка, открывшаяся 25 июня 2014 г. в Мемориальном музее космонавтики к 100-летию со дня рождения академика Владимира Николаевича

Челомея (1914–1984) – генерального конструктора, дважды Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской и Государственных премий. Творческая дея-

тельность В.Н. Челомея была удивительно разнообразна. С одной стороны, он крупный ученый в области механики и процессов управления, с другой – гениальный



Летчик-космонавт В.В. Горбатко, префект Северо-Восточного административного округа города Москвы В.Ю. Виноградов, дочь академика В.Н. Челомея Е.В. Талызина, летчик-космонавты Б.В. Волинов и В.Д. Зудов открывают выставку. 25 июня 2014 г.



Памятный знак, заложенный на месте установки будущего памятника академику В.Н. Челомею на Аллее героев космоса.

инженер-конструктор ракетно-космической техники. Кроме того, Владимир Николаевич был успешным организатором производства и прирожденным педагогом. Многогранный талант В.Н. Челомея отражен в материалах этой выставки. Ранее в музее прошли выставки “В космосе станция “Протон” (1985), “Академик В.Н. Челомей” (1994, 2004). На них экспонировались только известные проекты, созданные под руководством В.Н. Челомея, тогда как сейчас представлены

многие рассекреченные документы и проекты.

Перед открытием выставки на Аллее Героев космоса был заложен камень – основание памятника, который планируется установить до 2016 г. В церемонии участвовали генеральный директор и генеральный конструктор ОАО «ВПК “НПО машиностроения”» А.Г. Леонов, заместитель руководителя Федерального космического агентства Д.В. Лысаков, ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана А.А. Александров, дважды Герои Совет-

ского Союза, летчики-космонавты В.В. Горбатко и Б.В. Волинов, префект Северо-Восточного административного округа города Москвы В.Ю. Виноградов, директор Мемориального музея космонавтики Н.В. Артюхина. После открытия выставки в конференц-зале музея состоялась презентация книги Н.Г. Бодрихина “Челомей” из серии “Жизнь замечательных людей” (М.: Молодая гвардия, 2014) и книги-фотоальбома “Челомей” М.А. Лукичёва (М.: РМП, 2014).

Выставку подготовили сотрудники выставочного отдела музея П.В. Каравачкий и И.Г. Салихова, оформил художник В.А. Галлиардт. Активно участвовала в ее организации НПО машиностроения – фирма, которую возглавлял В.Н. Челомей в 1959–1984 гг., материалы предоставили также КБ “Салют” и МГТУ им. Н.Э. Баумана. На выставке размещено 179 экспонатов, многие из них показаны впервые. Редкие фотографии, личные вещи, документы, награды, макеты ракет и космических аппаратов, книги из домашней библиотеки Владимира Николаевича дают представление об этом

выдающемся ученом, конструкторе и человеке, позволяют оценить масштаб его личности и многогранность таланта. Некоторые документы и экспонаты были рассекречены специально для этого события.

Полномасштабные модели крылатых ракет “Метеорит”, “П-5” и “Аметист” выставлены на открытой площадке перед входом в музей.

Выставка содержит девять разделов. В первом, “Начало пути”, рассказывается о довоенном периоде жизни В.Н. Челомея. В витрине – фотографии родителей, преподавателей, Владимира Николаевича в детстве, в студенческие годы и

во время защиты диссертации, его первая книга – “Векторное исчисление”, опубликованная в 1936 г., и Труды Киевского авиационного института (выпуск VIII, 1938 г.) со статьей В.Н. Челомея.

В 1937 г., на год раньше своих сокурсников, Владимир получает диплом инженера. Его приглашают в Институт математики АН УССР в Киеве, где он работает над темой “Динамическая устойчивость упругих систем”. В 1939 г. В.Н. Челомей защитил кандидатскую диссертацию по теме “Динамическая устойчивость элементов авиационных конструкций”. В 1940 г. в числе 50 лучших молодых уче-



Модели крылатых ракет “Метеорит”, “П-5” и “Аметист” перед входом в Мемориальный музей космонавтики.



ных его принимают в специальную докторантуру при АН СССР.

Второй раздел, *“Конструктор В.Н. Челомей и его крылатые ракеты. Только сверхзадачи и обязательно – новое качество!”*, посвящен созданию ракет с пульсирующими воздушно-реактивными двигателями (ПВРД) и крылатых ракет. Здесь представлены макеты самолета-снаряда 10Х, крылатой ракеты П-5 в транспортно-пусковом контейнере, ракетных комплексов С-5 и пусковых установок с четырьмя ракетами П-5 на подводной лодке, самолета Ту-95МА с ракетой “Метеорит-А”,

приказ председателя Госкомитета Совета министров СССР по авиационной технике о назначении В.Н. Челомея генеральным конструктором ОКБ-52 от 12 февраля 1959 г., удостоверение генерального конструктора 1965 г., орден Ленина, грамота о награждении В.Н. Челомея второй Золотой медалью “Серп и Молот” за особые заслуги в создании ракетного оружия для кораблей Военно-Морского Флота от 8 мая 1963 г., эскизные проекты крылатых ракет, фотографии.

В начале войны Владимира Николаевича назначают начальником отдела, организованно-

Стенды раздела “Начало пути”.

го по его инициативе, он работает в Москве в Центральном институте авиационного моторостроения им. П.И. Баранова (ЦИАМ), где уже в 1943 г. был создан первый в нашей стране ПВРД. С 1944 г. В.Н. Челомей – главный конструктор и директор КБ оборонного завода № 51 Наркома авиационной промышленности. Менее чем за полгода были проведены испытания десятков беспилотных ракет-снарядов 10Х. В начале 1945 г. ракету такого класса

Макет шахтной установки с МБР УР-100. Демонстрируется впервые.

приняли на вооружение. После войны Владимир Николаевич продолжает работать над крылатыми ракетами.

В 1954 г. В.Н. Челомей участвовал в конкурсе по созданию оружия следующего поколения – ударных крылатых ракет оригинальной схемы с турбореактивным двигателем для подводных лодок. Его идея заключалась в раскрывающемся крыле, что значительно повышало боеготовность ракеты. Оригинальная идея Владимира Николаевича – полет ракеты на высоте около 100 м над водой, практически недоступной средствам радиолокации, обеспечила победу в конкурсе. Крылатая ракета П-5 была принята на вооружение в 1959 г. В середине 1950-х гг. были созданы крылатые ракеты П5 морского (П-5, П-5Д) и наземного (С-5) базирования с дальностью стрельбы до 300 км и скоростью полета 1650 км/ч. Подводные лодки с ракетой П-5 были единственным средством доставки ядерного оружия на межконтинентальную дальность до 1967 г.



В 1955 г. организуется ОКБ-52, и его коллектив переводят на Реутовский механический завод. На основе полученного опыта параллельно с разработкой комплекса П-5 и С-5 проектировались комплексы П-6, П-35 и “Прогресс”, которыми вооружались подводные лодки и надводные корабли, мобильные и стационарные комплексы наземного базирования.

В 1959 г. Владимира Николаевича назначили генеральным конструктором ОКБ-52 (ныне НПО машиностроения в Реутове). В 1960-х гг. Владимир Николаевич возглавил работу над крылатой ракетой “Аметист” с подводным стартом с дальностью стрельбы 70 км, в 1968 г. она была сдана на вооружение ВМФ. С этого периода отечественный подводный и надводный



Макеты ракет-носителей “Протон-К” с транспортным кораблем снабжения и орбитальной станцией “Алмаз”. Во врезке – капсула спуска информации ОПС “Алмаз”.

военно-морской флот располагает крылатыми ракетами В.Н. Челомея, равных которым не имел тогда ни один флот в мире. С конца 1970-х гг. разрабатывалась крылатая ракета “Метеорит” в качестве основного элемента комплекса ракетного оружия авиационного (“Метеорит-А”) и морского (“Метеорит-М”) базирования. По своим техническим характеристикам (скорость – 3500 км/ч, дальность – 5 тыс. км) ракета “Метеорит” значительно превосходи-

ла все имеющиеся на тот момент стратегические крылатые ракеты. Однако после принятия международного соглашения в 1991 г. о сокращении стратегических наступательных вооружений проект закрыли.

В третьем разделе, *“Воплощение масштабных проектов генерального конструктора В.Н. Челомея. Дорога в космос”*, посетители могут увидеть проекты ракет стратегического назначения, межконтинентальные ракеты и системы противоспут-

никовой обороны, созданные в ОКБ-52. Здесь помещены макет и эскизный проект орбитального пилотируемого ракетоплана 1960-х гг., схема космического аппарата раннего предупреждения о ракетном нападении, макеты космических аппаратов активной радиолокационной морской разведки УС-А и “истребителя спутников”, постановление о создании изделия УР-200А от 2 марта 1962 г., макеты МБР УР-100 в шахтной пусковой установке и ее



Стенд, посвященный крылатым ракетам морского базирования. На первом плане – макет самолета-снаряда 10Х.

головной части, макеты ИСЗ “Полет-1”, “Протон” и “Кондор-Э”, вырезки из газет 1965–1968 гг.

С 1963 г. Владимир Николаевич возглавил разработку МБР стратегического назначения (8К84, SS-19) и ее модификаций (стартовая масса – 42 т, максимальная дальность стрельбы – 10 600 км) для боевого ракетного комплекса шахтного базирования. В 1966–1972 гг. было развернуто 990 пусковых установок. УР-100 до сих пор находится на вооружении, в

1990-х гг. ее переоборудовали в РН “Стрела” легкого класса (стартовая масса – 105 т), первый старт состоялся 5 декабря 2003 г. С ее помощью 27 июня 2013 г. на околоземную орбиту запущен КА “Кондор-Э” с радиолокатором высокого разрешения для дистанционного зондирования природных ресурсов.

Большой вклад Владимир Николаевич внес и в ракетно-космическую технику, в частности в создание противоспутниковой обороны и развед-

ки. В.Н.Челомею принадлежит идея создания системы глобальной морской космической разведки и целеуказания в Мировом океане. В состав системы управляемых спутников (УС) должны были входить аппараты двух типов: четыре УС-А (“активный”) массой 4150 кг с радиолокационной станцией для всепогодной круглосуточной разведки кораблей противника и ядерной энергоустановкой и три УС-П (“пассивный”) с системой радиотехниче-



Заводской экзemplя возвращаемого аппарата транспортного корабля снабжения ракетно-космического комплекса "Алмаз" в вестибюле музея. Демонстрируется впервые.

ской разведки. В 1963–1964 гг. прошли испытания военных спутников "Полет-1" и "Полет-2", показавших возможность маневрирования на орбите. "УС-П" стал первым в мире КА радиотехнической разведки, который позволял пеленговать и идентифицировать надводные корабли противника. Одновременно в ОКБ-52 разрабатывали систему противоспутниковой обороны "ИС" (истребитель спутников) для поражения спутников-разведчиков, принятую на вооружение в

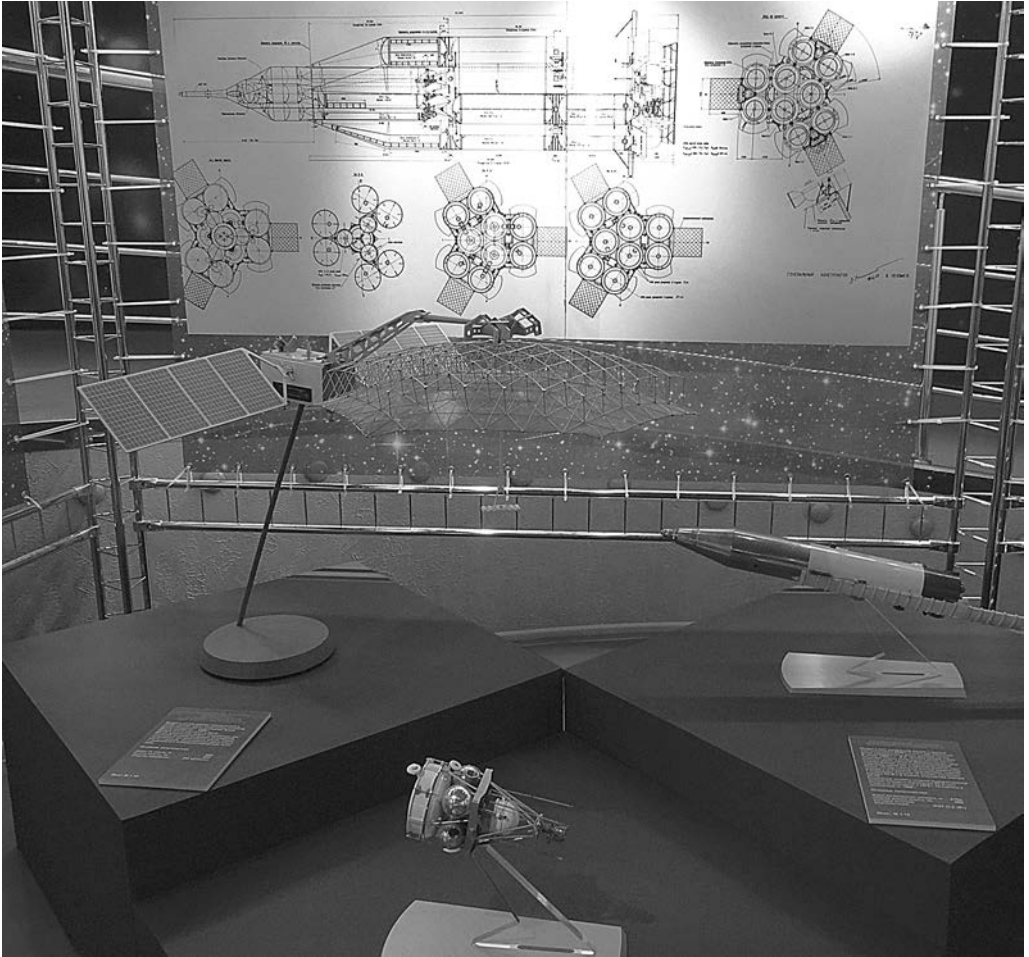
1973 г., в эксплуатацию войск ПВО – в 1978 г. В 1968–1970 гг. по программе "ИС" маневрирующие ИСЗ "Космос-217", "Космос-248", "Космос-374 и -375" выполнили орбитальные полеты. Первый перехват в космосе состоялся 1 ноября 1968 г. спутником-перехватчиком "Космос-252".

Владимир Николаевич был творцом ядерного щита СССР, его работа оставалась десятки лет государственной тайной.

Четвертый раздел, «Ракета-носитель "Протон"», знакомит с исто-

рией создания транспортного средства для запуска космических аппаратов. Вызывают интерес макеты (1:20) ракет-носителей УР-500К со станцией "Алмаз" и "Протон-М". Впервые показаны эскизные проекты РН УР-500К и пилотируемого корабля "ЛК" для облета Луны 1965 г., чертежи и схемы трехступенчатой РН УР-700 и комплекса УР-700-ЛК-700, макет легкого космического самолета с РН "УР-500К".

В 1964 г. под руководством В.Н. Челомея в ОКБ-52 (в 1966–1983 гг. – ЦКБМ) изготовлен полноразмерный 42-м макет ракеты шахтного базирования стартовой массой до 600 т, которая разрабатывалась в варианте МБР с тяжелой головной частью и термоядерным зарядом 30 Мт. Этот проект передели под ракету-носитель, получившую обозначение УР-500 ("Протон"). В 1965–1968 гг. с ее помощью запущено четыре научные станции "Протон" массой 12,2–17 т для исследования частиц высоких и сверхвысоких энергий. Четырехступенчатая РН



Макеты космических аппаратов “Кондор-Э”, “Полет-1” и “УС-А”, разработанные под руководством В.Н. Челомея. На заднем плане – чертеж проекта сверхтяжелой РН УР-700. Демонстрируются впервые.

“Протон-К” стартовой массой 700 т (первый запуск 10 марта 1967 г., ИСЗ “Космос-146”) применялась для вывода крупных КА, геостационарных связанных ИСЗ, АМС серии “Зонд”, “Луна”, “Венера”, “Марс”, “Вега” и “Фобос”. В трехступенчатом варианте “Протон-К” вывела на низкие орбиты пилотируемые станции серии “Салют” и научные моду-

ли российского сегмента МКС. Сейчас на смену ей пришел носитель “Протон-М”. К настоящему времени осуществлено 397 запусков РН “Протон” разных модификаций.

РН “Протон” предназначался также для запусков на орбиту крылатых пилотируемых кораблей – ракетопланов массой 15–20 т. Один из проектов 1978 г. легкого

космического самолета массой 20 т и полезной нагрузкой 4 т предназначался для экипажа из трех человек и рассчитывался на 100 пусков. Он был способен выполнять задачи оборонного назначения, доставлять экипажи и грузы на орбитальные станции. В 1980 г. изготовлен полномасштабный макет самолета, и наша страна

могла бы раньше США запустить корабль многогоразового использования, но проект не был реализован.

В 1962 г. по заданию В.Н. Челомея в Реутове и филиевском филиале началось проектирование сверхтяжелого трехступенчатого носителя УР-700 (11К87) высотой 74,5 м и стартовой массой 4823 т. Ракета могла выводить на околоземную орбиту полезную нагрузку массой 151 т (больше, чем у американской РН «Сатурн-5»). К концу 1968 г. В.Н. Челомей утвердил эскизный проект комплекса УР-700-ЛК-700, альтернативный проекту С.П. Королёва «Н1-Л3». Согласно расчетам, с помощью комплекса УР-700-ЛК-700 можно было осуществить лунную экспедицию в 1972 г. Несмотря на положительную оценку специалистов, проект закрыли. Только на бумаге остался и марсианский проект В.Н. Челомея «Аэлита» с ракетой УР-700М (УР-900) и марсианским кораблем МК-700М (1969), и проект РН УР-530 (1977) стартовой массой примерно 1200 т и массой полезной нагрузки до 36 т на базе использования элементов ракет УР-500К и УР-100Н.

Пятый раздел, «*Ракетно-космический комплекс «Алмаз»*», посвящен истории создания пилотируемых станций.

В его экспозиции – макеты станции «Алмаз» с транспортным кораблем снабжения, автоматической станции «Алмаз-Т» и полноразмерный макет возвращаемого аппарата, компоновочная схема ракетно-космического комплекса «Алмаз», подлинная капсула спуска информации комплекса «Алмаз», фото-портрет В.Н. Челомея, находившийся на борту КК «Союз-23», с автографом экипажа, снимки группы космонавтов-испытателей ЦКБМ.

В октябре 1964 г. В.Н. Челомей поставил перед ведущими специалистами ОКБ-52 задачу создать орбитальную пилотируемую станцию военного, научного и народно-хозяйственного назначения массой около 20 т. Владимир Николаевич видел в этом проекте мощное средство оперативной космической разведки, на порядок превосходящее все созданные к тому времени. Этот проект стал основой для всех последующих пилотируемых станций серии «Салют», модулей комплекса «Мир» и российского сегмента МКС. Комплекс «Алмаз» помимо орбитальной станции (ОПС) включал в себя транспортный корабль снабжения (ТКС) с многогоразовым трехместным пилотируемым возвращаемым аппаратом (ВА), капсулу для спуска информации на Землю, РН

«Протон» и необходимую наземную инфраструктуру. К 1970 г. изготовили корпуса нескольких ОПС, велась наземная отработка систем станции, был определен состав экипажей, но работы по «начинке» станции и по ТКС шли с задержками. Чтобы опередить американцев в создании станции, изготовленные корпуса и документация ОПС «Алмаз» передали в ЦКБЭМ – предприятие С.П. Королёва (ныне РКК «Энергия»). Здесь спешно создали первую в мире орбитальную станцию «Салют», запустили ее в апреле 1971 г.

В 1970 г. в ЦКБМ сформировали группу космонавтов-испытателей из участников разработки и испытаний систем комплекса «Алмаз» для полета на орбитальной станции, затем был создан отряд космонавтов на предприятии В.Н. Челомея, в который входил его сын – Сергей Владимирович, но в 1987 г. отряд расформировали. В 1973–1976 гг. станции «Алмаз» совершили полеты под названием «Салют-2, -3 и -5» (ОПС-1-3). На «Салюте-3 и -5» работали три экспедиции экипажей кораблей «Союз-14, -21 и -24». 23 сентября 1974 г. после окончания 90-суточной программы полета «Салюта-3» капсула для спуска информации с фотопленкой была сброшена на Землю и доставлена в Москву, став



Витрина с документами и наградами академика В.Н. Челомея.

первой в СССР посылкой из космоса. В 1977 г. первый ТКС (“Космос-929”) отправился в космос. В 1981 г. запущен “Космос-1267” (ТКС-2), который состыковали со станцией “Салют-6”, в результате чего был собран орбитальный комплекс массой около 40 т. Затем последовала серия аналогичных аппаратов “Космос-1443” (ТКС-3) и “Космос-1686” (ТКС-4), способных функционировать как космические грузовики, мощные межорбитальные буксиры и специализированные модули. Запущенный 2 мар-

та 1983 г. “Космос-1443” доставил на станцию “Салют-7” 2,7 т грузов и 3,8 т топлива, 23 августа 1983 г. ВА совершил мягкую посадку, доставив на Землю около 350 кг результатов экспериментов.

Последние разработки, выполненные по идеям Владимира Николаевича уже после его смерти, – тяжелые спутники массой 18,5 т. Это “Космос-1870” (“Алмаз-Т”, ОПС-5; запущена 25 июля 1987 г., работала на орбите в течение двух лет) и “Алмаз-1А” (ОПС-6) для дистанционного зон-

дирования Земли с радиолокационным комплексом “Меч-К” (запущена 31 марта 1991 г.).

Шестой раздел, “Наука в жизни В.Н. Челомея”, посвящен научной деятельности ученого. В витрине находится докторская диссертация, защищенная в июне 1941 г. (повторная защита прошла в 1951 г.); диплом № 00879 Высшей аттестационной комиссии о присуждении научной степени доктора технических наук от 17 декабря 1951 г.; постановление АН СССР об избрании академиком по отделе-



Витрина с личными вещами ученого и фотографиями из семейного архива.

нию технических наук от 29 июня 1962 г.; диплом Госкомитета по авиационной технике СССР о присуждении В.Н. Челомею премии первой степени и Золотой медали им. Н.Е. Жуковского; доклад “Парадоксы в механике, вызываемые вибрациями”; книга избранных трудов В.Н. Челомея (М.: 1974); тексты статей.

В.Н. Челомей был не только выдающимся инженером и конструктором, но и крупным ученым. Всю жизнь он оставался верным своей любимой науке – механике. Владимир Николаевич основал научные школы “Нелинейная ме-

ханика”, “Динамика ракет и космических летательных аппаратов”. Он разработал методы расчета и конструирования систем управления и стабилизации летательных аппаратов.

Многие труды ученого, имеющие оборонное значение, до сих пор засекречены. Но и среди опубликованных есть выдающиеся работы, подтверждающие многогранность его научных интересов. Особо следует отметить основополагающий труд по параметрическим колебаниям “О возможности повышения устойчивости упругих систем при помощи

вибраций” (Доклады АН СССР, 1956). Созданная Владимиром Николаевичем нелинейная теория статической и динамической устойчивости гидравлических и пневматических золотниковых сервомеханизмов опубликована в 1954–1958 гг. Его последняя работа – доклад “Парадоксы в механике, вызываемые вибрациями”, сделанный в 1983 г. на заседании Президиума АН СССР.

Седьмой раздел, “В.Н. Челомей – педагог”, рассказывает о преподавательской деятельности профессора. Здесь представлены записная книжка (1955) Владимира Ивановича; пропуск в МВТУ (1971); тексты лекций, фотографии. В 1951 г. Владимир Николаевич на Ученом совете МВТУ им. Н.Э. Баумана защитил докторскую диссертацию, в 1952 г. ему было присвоено звание профессора. В 1960 г. В.Н. Челомей основал в МВТУ кафедру “Аэрокосмические системы” и бесменно руководил ею до конца жизни. Основы этой школы заложены в его работах, посвященных динамической устойчивости конструкций ракетно-космической техники, динамике систем управления и приводов.

Он уделял огромное внимание подготовке кадров для ракетно-космической отрасли. Владимир Николаевич считал: *“В этом аспекте важно не пропустить таланты. Найти такого человека – это важнее, чем найти бриллиант или любой иной драгоценный камень”*.

Работая на кафедре “Аэрокосмические системы” в МВТУ им. Н.Э. Баумана, Владимир Николаевич уделял большое внимание общению с преподавателями, аспирантами и студентами. Он блестяще читал свой

курс, вкладывая в сугубо математическую дисциплину большой физический смысл. Каждая формула, каждый процесс иллюстрировались яркими примерами из практики. В.Н. Челомей на лекциях демонстрировал опыты с помощью приборов, построенных по его чертежам.

В восьмом разделе, *«Наследие В.Н. Челомея — военно-промышленная корпорация “НПО машиностроения”»*, рассказывается о предприятии, которое Владимир Николаевич возглавлял

25 лет. В этом разделе – макет самоходной пусковой установки “Бастион” с противокорабельной крылатой ракетой “Яхонт”, книги “60 лет самоотверженного труда во имя мира” (2004), «Яркий след крылатого “Метеорита”» (2012), “Челомей” (2014).

И.Н. Сапожников, в прошлом главный конструктор НИИ ПМ им. академика В.И. Кузнецова, вспоминает: *“Это был обладатель особой эрудиции во многих областях науки и техники. У Владимира Николаевича*



Ветераны НПО машиностроения, космонавты-испытатели Д.А. Ююков и В.А. Романов около стенда, посвященного полетам экипажей кораблей “Союз-14, -21 и -24” на станции “Алмаз” (“Салют-3 и -5”).

были свои особенности в работе, которые выявляли его особый стиль и подход к делу. Челомей всегда четко знал и представлял облик изделия, над которым в данный момент велась работа. Еще не было чертежей, проекта, а он уже представлял макет. И всем рассказывал о характеристиках и технических особенностях проектируемого объекта. Он заражал своей целеустремленностью и своих сотрудников, и нас – представителей

предприятий-смежников”.

Заключительный раздел, “Дела земные”, посвящен семье В.Н. Челомея. В витрине – личные вещи академика, в том числе шахматы – его любимая игра, портрет матери, Евгении Фоминичны, 1910-х гг., фотографии 1970–1980-х гг. в кругу семьи на даче в Жуковке – с женой Нинель Васильевной, сыном Сергеем и дочерью Евгенией, внуками. Е.В. Талызина, дочь В.Н. Челомея, так отзывается об отце: “Он мог работать в

любое время и в любой обстановке, поскольку главным было не место, а идеи и мысли, которые приходили ему на ходу и которые надо было тут же фиксировать, чтобы не забыть в потоке той информации, которую ему приходилось перерабатывать. При нем всегда были записная книжка и ручка”.

Работа выставки продлится до начала 2015 г.

С.А. ГЕРАСЮТИН

Фото автора

НОВЫЕ КНИГИ

Засекреченный конструктор

Издательство “Молодая гвардия” выпустило в серии “Жизнь замечательных людей” книгу “Челомей” (М.: 2014). Ее выход приурочен к 100-летию со дня рождения академика Владимира Николаевича Челомея, выдающегося ученого, Генерального конструктора ракетно-космической техники, дважды Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской и Государственных премий (Земля и Вселенная, 2004, № 4). Написал книгу известный любителям истории авиации и космонавтики Н.Г. Бодрихин, автор множества научно-технических и военно-исторических статей, нескольких сценариев и книг. По



его мнению, главной сложностью в создании книги стало отсутствие сведений о В.Н. Челомее, многие научные работы и документы по ракетной технике до сих пор засекречены. При жизни Владимира Николаевича лишь немногие специа-

листы могли оценить его вклад в дело обороноспособности страны, в развитие мировой науки. Новое биографическое издание расскажет историю жизни и технических свершений выдающегося конструктора и ученого, создателя и первого руководителя НПО машиностроения.

В книгу вошли мемуары современников В.Н. Челомея, проливающие свет на ранее неизвестные факты его биографии. Своими воспоминаниями поделились руководители крупных оборонных предприятий, ученые с мировым именем, конструкторы ракетно-космической техники, военачальники, летчики-космонавты, родные и близкие Владимира Николаевича.

В книгу включены редкие и ранее не публиковавшиеся фотографии. Она рекомендуется всем интересующимся историей космонавтики.

Сейсмичность Земли в декабре 2013 г. – августе 2014 г.

С декабря 2013 г. по август 2014 г. в Службе срочных донесений Геофизической службы РАН было обработано более 3 тыс. землетрясений, 27 имели магнитуду $M \geq 6,5$, ощущались на поверхности – 90. Остановимся на наиболее крупных землетрясениях в России и мире.

На территории России наибольшие волнения земной поверхности наблюдались от землетрясений на Дальнем Востоке. Два из них с магнитудой $M = 5,9$ и $M = 6,1$ произошли 8 декабря 2013 г. и 20 июля 2014 г. в районе Курильских островов. Их эпицентры находились в Тихом океане, у восточного побережья Курильских островов. Землетрясения ощущались в Курильске силой 4–5 баллов, в Рейдово – 3 балла, в Южно-Курильске – 2 балла. От двух землетрясений ($M = 5$) с очагами у восточного побережья Сахалина отмечались толчки в Ногликах, Вале, Кангли силой 3–4 балла, в Тунгоре, Горячих Ключах, Ныше – 2–3 балла, в Охе – 2 балла. Колебания почвы наблюдались в Курильске и Петропавловске-Камчатском силой 2 балла от землетрясения в районе Крысыих островов (Алеуты, США) 23 июня 2014 г. с $M = 7,3$. Очаг находился на глубине 100 км, в 817 км к юго-востоку от Преображенского (Россия) и в 851 км к западу от Никольского (США).

В Восточной Сибири, на территории Хакасии, 21 декабря 2013 г. зарегистрировано ощутимое землетрясение с $M = 5,1$. Его эпицентр находился в 17 км к западу от Шушенского, в 24 км к северо-востоку от Саяногорска, в 42 км к юго-востоку от Абакана, в 303 км к юго-западу от Красноярска. Землетрясение ощущалось в Саяногорске, Абакане, Черногорске силой 3–4 балла, в Кемерово, Новокузнецке, Междуреченске и Прокопьевске – 2–3 балла, в Красноярске, Минусинске и Ачинске – 2 балла. Саяно-Шушенская ГЭС работала в штатном режиме.

На Кавказе, на территории Азербайджана, 29 июня 2014 г. возникло землетрясение с $M = 5,1$ с эпицентром в 7 км к востоку от Закаталы (Азербайджан), в 29 км к северо-западу от Кахи (Азербайджан) и в 53 км к северо-востоку от Дедоплис-Цкаро (Грузия). По данным Геологической службы США, землетрясение ощущалось в Закаталы и Тбилиси силой 2 балла.

В Европейской части, в Греции и Турции, произошли два сильных землетрясения. Первое ($M = 6,1$) случилось 26 января 2014 г. на острове Кефалония. Очаг находился на глубине 10 км, в 13 км к западу от Нечориона, в 16 км к северу от Ликсориона и в 290 км к северо-западу от Афин. Греческие власти объявили чрезвычайное положение на острове Кефалония. Во многих домах в Ликсурионе появились трещины в стенах, были повреждены крыши и потолки. Ущерб нанесен и зданиям в расположенном неподалеку

© Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Коломиец М.В.

городе Аргостоли – столице острова. Жертв не было, ранения получили семь человек, главным образом от падения предметов во время землетрясения. Его эпицентр находился в 40 км к северо-западу от эпицентра разрушительного землетрясения 12 августа 1953 г. ($M = 7,2$). Второе землетрясение ($M = 6,9$) зарегистрировано в Эгейском море с очагом на глубине 10 км у острова Самофракия, в 12 км к югу от Камариотисса, в 86 км к северо-западу от Чаннакале (Турция) и в 93 км к юго-западу от Александруполиса (Греция). По данным РИА Новости, в Турции в результате этого землетрясения пострадали около 270 человек. Многие из них доставлены в больницы с сердечными приступами. Сотни человек покинули свои дома, опасаясь обрушения зданий. В стенах некоторых домов образовались трещины, небольшие разрушения получили минареты мечетей. На греческих островах Лимнос и Самотраки разрушено несколько старых зданий. Небольшой ущерб причинен аэропорту на Лимносе, пострадал археологический музей в Миринас.

На границе Иран – Ирак 18 августа 2014 г. произошло разрушительное землетрясение ($M = 6,2$). Очаг находился в провинции Илам (Иран) на глубине 10 км, в 44 км к юго-востоку от Абдана, в 310 км к северо-

востоку от Багдада. По данным ИТАР-ТАСС, 250 жителей района Мурмури в результате подземных толчков получили травмы и ранения. Сельскохозяйственным районам города Абдан был нанесен серьезный ущерб. Разрушены 8 из 11 деревень, расположенных неподалеку от города Абдан в провинции Илам. Территория Ирана находится над несколькими крупными разломами земной коры, это основная причина частых землетрясений. Одно из самых разрушительных, с $M = 6,8$, произошло 26 декабря 2003 г. (Земля и Вселенная, 2004, № 3), оно затронуло исторический памятник – город Бам в провинции Керман. Тогда погибла почти 31 тыс. человек – четверть населения города. Самой страшной подобной катастрофой в Иране стало землетрясение магнитудой 7,7 в июне 1990 г. в северо-западных провинциях страны Гилян и Зенджан: погибло 37 тыс. человек, 100 тыс. получили ранения, с лица земли были стерты 27 городов и 1800 деревень.

В Центральной Америке на границе Мексика – Гватемала 7 июля 2014 г. зафиксировано сильное землетрясение ($M = 6,7$). Его очаг находился на побережье Чьяпас (Мексика) на глубине 90 км, в 73 км к западу от Кесальтенанго (Гватемала), в 177 км к западу от столицы Гватемалы. По-

гибли, по меньшей мере, четыре человека, повреждены десятки зданий. В этом сейсмически активном районе 7 ноября 2012 г. отмечено сильное землетрясение, в результате толчка $M = 7,4$ погибли 52 человека, около 200 получили ранения (Земля и Вселенная, 2013, № 2).

На Южно-Американском континенте 1 апреля 2014 г. зарегистрировано землетрясение с $M = 8$. Очаг располагался на побережье Северного Чили, на глубине 20 км, в 107 км к северо-западу от Икике (Чили), в 185 км к юго-западу от Такны (Перу). Землетрясение и последовавшее за ним цунами у побережья Чили унесли шесть жизней, три человека серьезно пострадали. На побережье в районе Икике было зафиксировано цунами высотой более 2 м. Волны около полуметра отмечены и в Перу. Власти объявили эвакуацию населения в ряде прибрежных районов Чили и Перу. Красный уровень тревоги был объявлен в прибрежных районах Эквадора. Также предупреждения о возможном цунами объявлены в Колумбии, Панаме, Коста-Рике, Сальвадоре, Никарагуа. Серия волн цунами высотой от 10 до 40 см была зафиксирована на Тихоокеанском побережье Японии. Волна цунами высотой 40 см дошла до северокурильского острова Парамушир и берегов Сахалина. Зем-

летрясение произошло в 1850 км к северо-востоку от очага разрушительного землетрясения 27 февраля 2010 г. (Земля и Вселенная, 2010, № 6). Тогда в результате землетрясения и последовавшего за ним цунами погибло более 700 человек. От катастрофического землетрясения 22 мая 1960 г., эпицентр которого располагался в 2050 км к северо-востоку, погибло более 10 тыс. человек, 2 млн остались без крова в южных областях Чили, а высота волн цунами вблизи эпицентра достигала 25 м. Магнитуда этого землетрясения была максимальной – $M = 9,5$ (по данным Геологической службы США) – за весь период инструментальных наблюдений.

В районе Соломоновых островов 12 апреля 2014 г. произошло сильное землетрясение ($M = 7,7$). 13 апреля произошёл толчок магниту-

дой $M = 7,4$. Увеличение сейсмической активности в этом районе отмечено 11 апреля, когда были зафиксированы землетрясение $M = 6,8$ и после него 19 афтершоков магнитудой более 4,6. Всего за трое суток в районе Соломоновых островов отмечено примерно 60 событий. Очаги этих землетрясений находились на глубине 50–60 км. Регион землетрясения 12 апреля 2014 г. является сейсмически активным. Здесь проходит трансформный разлом на границе Австралийской и Тихоокеанской плит. Имеются данные о разрушительном землетрясении ($M = 7,8$) в этом регионе 1 апреля 2007 г., оно случилось на 670 км северо-западнее эпицентра и вызвало волну цунами высотой до 5 м (Земля и Вселенная, 2008, № 1). 6 февраля 2013 г. произошло сильное землетрясение ($M = 6,7$) в районе Со-

ломоновых островов, в 295 км к востоку от эпицентра (Земля и Вселенная, 2013, № 6).

В заключение остановимся на самом разрушительном землетрясении ($M = 6,3$) в рассматриваемый период. Оно случилось 3 августа 2014 г. в Провинции Юньнань (Китай). Очаг находился на глубине 10 км, в 28 км к юго-западу от Чжаотун, в 253 км к северо-востоку от Кунминга, в 327 км к северо-западу от Гуянга и в 388 км к юго-западу от Ченгду. Погибли 600 человек и еще более 2400 получили ранения. Разрушено 80 тыс. построек, еще 124 тыс. повреждены. Некоторые населенные пункты превратились в развалины.

О.Е. СТАРОВОЙТ,

кандидат физико-математических наук

Л.С. ЧЕПКУНАС,

кандидат физико-математических наук

М.В. КОЛОМИЕЦ

Запуск ракеты-носителя “Ангара”

9 июля 2014 г. с космодрома Плесецк стартовала новая РН – “Ангара-1.2” (первый пуск). Ее удалось запустить со второй попытки. Первый запуск ракеты должен был состояться 25 июня, однако его перенесли. 27 июня за 15 с до

старта произошла автоматическая отмена пуска ракеты. Второй старт ракеты прошел в штатном режиме, ее полет закончился в районе Камчатки.

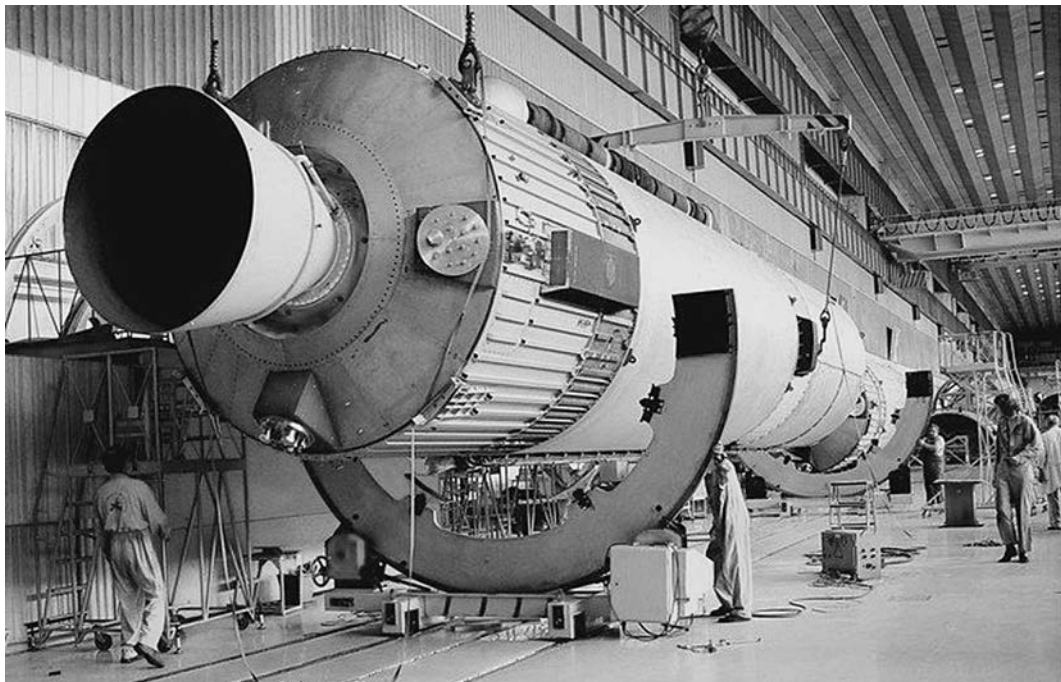
“Ангара” – новое поколение российских ракет-носителей на основе универсального ракетного модуля УРМ с маршевым кислородно-керосиновым двигателем РД-191 тягой 196 тс. Ракеты этого семейства разрабатывает и производит ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, двигатель – НПО “Энергомаш” им. В.П. Глушко. Работы над “Ангарой” ведутся с 1995 г. Новый носитель на

экологически чистом топливе к 2020 г. должен заменить эксплуатируемую сегодня РН “Протон”, использующую высокотоксичное топливо гептил.

Семейство РН “Ангара” включает в себя носители от легкого до тяжелого класса в диапазоне грузоподъемности 1,5–35 т. Самая тяжелая из запланированных – “Ангара А7” (стартовая масса – 1133 т) – может вывести до 35 т полезного груза на околоземную орбиту (193–220 км), на геопереходную орбиту (200 км × 35 тыс. км) – 12,5 т, на геостационарную орбиту (выше 35 тыс. км) –

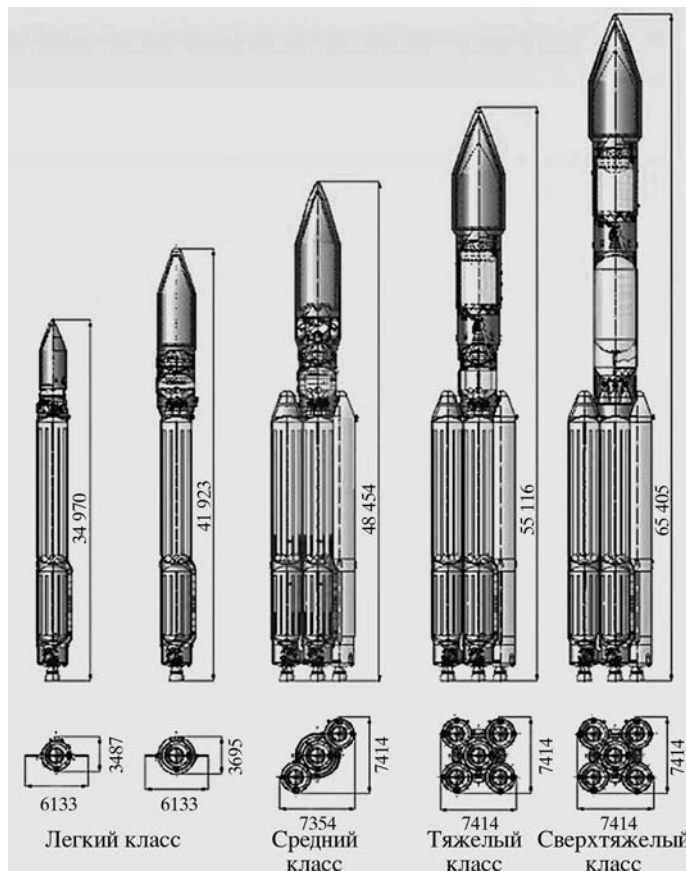


Ракета-носитель “Ангара-1.2 ПП” на стартовом комплексе. Космодром Плесецк. 9 июля 2014 г. Фото Роскосмоса.



Первая ступень РН "Ангара-1.2 ПП" с ЖРД РД-191 в сборочном цехе ГКНПЦ им. М.В. Хруничева. Фото ГКНПЦ им. М.В. Хруничева.

Схема семейства РН "Ангара". Рисунок Роскосмоса.



7,6 т. Ракету-носитель тяжелого класса "Ангара А5" (стартовая масса – 773 т) планируется запустить в конце 2014 г. На орбиту она может вывести от 3 до 7,5 т полезной нагрузки.

Пресс-релиз РИА Новости, 9 июля 2014 г.

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ И ЗАМЕТОК, ОПУБЛИКОВАННЫХ
В ЖУРНАЛЕ “ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ” В 2014 г.**

Верходанов О.В. “Планк”: новый шаг в понимании Вселенной	1	Козенко А.В. Александр Александрович Михайлов (к 125-летию со дня рождения)	1
Застенкер Г.Н., Шафранкова Я. Тонкая структура и быстрые вариации солнечного ветра	3	Козенко А.В., Корсаков С.Н. Семён Самсонович Ковнер	5
Нерушев А.Ф. Струйные течения в атмосфере Земли	6	Марга Гоман. Вальтер Гоман	2
Ревнивцев М.Г., Лутовинов А.А., Павлинский М.Н. Рентгеновская астрономия: вчера, сегодня, завтра (часть I)	4	Смирнов С.С. Дэниел Кирквуд (к 200-летию со дня рождения)	6
Ревнивцев М.Г., Лутовинов А.А., Павлинский М.Н. Рентгеновская астрономия: вчера, сегодня, завтра (окончание)	5	Уральская В.С. Николай Дмитриевич Моисеев	4
Самусь Н.Н. Переменные звезды: куда мы идем и чем может помочь любитель астрономии	4	Шакура Н.И. Как создавалась теория дисковой аккреции	3
Сачков М.Е. Ультрафиолетовые обсерватории будущего	1	Яков Борисович Зельдович	3
Семенцов В.Н. “Гайя” измерит Галактику	3	Памяти Джона Добсона	3
Сычёв В.Н., Ильин Е.А. Проект “Бион-М”	5	Памяти Юрия Антониевича Израэля	3
Шевченко В.В., Темлякова Е.Д. Лунные природные ресурсы	2	СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
Цыганков О.С. Введение в эмпирическую экзобиологию: программа “Тест”	6	Герасютин С.А. Конференция по рентгеновской астрофизике	4
ЭКОЛОГИЯ		Закутняя О.В. Ближайшие цели российской планетной программы – Луна и Марс	3
Кричевский С.В. “Зеленая” космонавтика для будущего человечества	5	Космос, биосфера и геосфера	5
ЛЮДИ НАУКИ		Машонкина Л.И. Международная конференция “Эволюция А-звезд”	1
Воспоминания о Я.Б. Зельдовиче	3	Перов С.П. Космология и релятивистская астрофизика	5
Дубяго И.А., Нефедьев Ю.А. Александр Дмитриевич Дубяго (к 100-летию со дня рождения)	1	Тихомирова Е.Н., Трофилева И.Н. “Отражение Вселенной”	2
Зельдович Я.Б. Социальное общечеловеческое значение фундаментальной науки	3	МЕЖДУНАРОДНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ	
Еремеева А.И. Борис Петрович Герасимович (к 125-летию со дня рождения)	4	15 лет орбитальной стройке века	2
Ефрем Павлович Левитан: ученый, педагог, писатель (к 80-летию со дня рождения)	4	ИСТОРИЯ НАУКИ	
		Алиев В.Г. Воспоминания о будущем	2
		Второв И.П. Древняя гавайская астрономия	1
		Гуриков В.А. История создания оптических линз и зажигательных зеркал	4
		Иванов К.В. Эволюция представлений о целесообразном размещении астрономических сооружений	2

Костко О.К. Лазеры исследуют атмосферу	5	Щивьёв В.И. Небесный календарь: июль – август 2014 г.	3
Смирнов В.Г. М.А. Рыкачёв – исследователь метеорных дождей	3	Щивьёв В.И. Небесный календарь: сентябрь – октябрь 2014 г.	4
Шевченко В.В., Нефедьев Ю.А., Дубяго И.А. Имена казанских астрономов на карте Луны	6	Щивьёв В.И. Небесный календарь: ноябрь – декабрь 2014 г.	5
АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ		Щивьёв В.И. Небесный календарь: январь – февраль 2015 г.	6
Нефедьев Ю.А., Галеев А.И. Научно-образовательный центр в Казани	5	ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ	
Ромейко В.А. Человек Вселенной (к 80-летию Б.Г. Пшеничнера)	2	Виньяминов И.В. Мой телескоп	1
Самодуров В.А. Астрономический кружок при Пушинской обсерватории	6	ДОСЬЕ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ	
Угольников О.С. Юбилейная астрономическая олимпиада	2	Рудницкий Г.М. Новые открытия внесолнечных планет	5
Шеянов Е., Соколова Н., Кузнецов М.В. Астрономический кружок имени Е.П. Левитана	4	ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ	
МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО		Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Коломиец М.В. Сейсмичность Земли в июле – ноябре 2013 г.	2
Попова О.П. Экспедиция по следам Челябинского метеорита	5	Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Коломиец М.В. Сейсмичность Земли в декабре 2013 г. – августе 2014 г.	6
ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ		ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ	
Мельникова О.Н., Показеев К.В., Рождественский А.Е. Дамоклов меч над Крымском	4	Герасютин С.А. “Яркий след крылатого метеорита”	6
Панов А.Д. Панспермия и механизмы возникновения жизни во Вселенной	1	НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ:	
ЭКСПЕДИЦИИ		Астрономия	
Язев С.А. Наблюдения полного солнечного затмения в Кении	2	Взрыв в центре Галактики	1
ПЛАНЕТАРИИ		В ЦЕРН изучают облака	4
Вольф А.В. Обзор планетария “Stellarium”	4	Гало вокруг туманности	5
Сахарова С.Ю. Костромской планетарий	4	Гравитационные волны открыты?	4
ПРИРОДА ЗЕМЛИ		Двойная система сверхмассивных черных дыр	4
Уфимцев Г.Ф. Водопады	1	Дюнные поля на Марсе	5
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ		Избыточное гамма-излучение в центре Галактики	4
Новичонок А.О. Яркие кометы в 2013 году	3	Исследования сверхскопления	1
Щивьёв В.И. Небесный календарь: март – апрель 2014 г.	1	Кольца вокруг астероида	4
Щивьёв В.И. Небесный календарь: май – июнь 2014 г.	2	Марс был пригоден для жизни?	3
		Марсианская экспедиция под вопросом	6
		Метеориты на Марсе	5
		Необычные биполярные туманности	1
		Новые снимки туманности Омар	2
		Обсерватория “IRIS” исследует Солнце	3
		Планеты-скитальцы	1
		Предельная скорость вращения черной дыры	5

Пыль в сверхновой	3	КТХ исследует Галактику	1
Рекордный гамма-всплеск	2	“Кьюриосити”: метан на Марсе не обнаружен	1
Российский прибор для изучения Юпитера	3	Лунная пыль	3
Самый далекий объект Солнечной системы	4	Новый американский ИСЛ	1
Система “МАСТЕР”	3	Новый полет к Марсу	2
Солнце в августе – сентябре 2013 г.	1	Полет китайского лунохода	2
Солнце в октябре – ноябре 2013 г.	2	“Спектр-Р” попал в Книгу рекордов Гиннеса	2
Солнце в декабре 2013 г. – январе 2014 г.	3	“Фотон-М4”	6
Солнце в феврале – марте 2014 г.	4	Геофизика	
Солнце в апреле – мае 2014 г.	5	Гигантские океанические водовороты	1
Солнце в июне – июле 2014 г.	6	Глобального потепления не предвидится	1
“Спитцер”: коричневый карлик в Гидре	6	Супертайфун Йоланда (Хайян)	2
Столкновения галактик	3	Новые книги	
Трещины на Европе	1	Засекреченный конструктор (“Челомей”. Серия “ЖЗЛ”)	6
Туманность Кольцо	2	История сообщества космонавтов (Л.В. Иванова, С.В. Кричевский. Сообщество космонавтов. История становления и развития за полвека. Проблемы. Перспективы)	6
Туманность Лагуна	3	Истоки астрономии (Дж. Локьер. Рассвет астрономии. Планеты и звезды в мирах древних народов)	1
Уникальная звезда-гигант	5	Космические дневники (“Скрытый космос. Космические дневники генерала Н.П. Каманина”. Двухтомник)	4
Уникальный желтый гипергигант	4	О возникновении жизни на Земле (В.Н. Флоровская, Ю.И. Пиковский, М.Е. Раменская. Предбиологическая эволюция углеродистых веществ на ранней Земле)	1
“Чандра”: новое в эволюции звезд	6		
Число экзопланет увеличивается	3		
Фрагменты кометы упали на Землю	3		
Ярданги на Марсе	6		
Космонавтика			
Запуск индийской АМС к Марсу	2		
Запуск спутника для изучения углекислоты	6		
Запуск ракеты-носителя “Ангара”	6		
ИСЗ “Swarm” изучают магнитное поле Земли	2		
Исследования Венеры	2		
КТХ: галактика NGC 1433 с ярким центром	6		

Ф.СП-1	АБОНЕМЕНТ		70336 <small>(индекс издания)</small>																								
	на <u>газету</u> журнал		<small>Количество комплектов</small>																								
Земля и Вселенная <small>(наименование издания)</small>			на ___ год по месяцам:																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1</td><td style="width: 5%;">2</td><td style="width: 5%;">3</td><td style="width: 5%;">4</td><td style="width: 5%;">5</td><td style="width: 5%;">6</td><td style="width: 5%;">7</td><td style="width: 5%;">8</td><td style="width: 5%;">9</td><td style="width: 5%;">10</td><td style="width: 5%;">11</td><td style="width: 5%;">12</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													<small>Количество комплектов</small>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																
Куда		<small>(почтовый индекс)</small>																									
Кому		<small>(фамилия, инициалы)</small>																									
			ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; height: 20px;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><small>ПВ</small></td> <td style="text-align: center;"><small>место</small></td> <td style="text-align: center;"><small>литер</small></td> </tr> </table>					<small>ПВ</small>	<small>место</small>	<small>литер</small>	на <u>газету</u> журнал																			
<small>ПВ</small>	<small>место</small>	<small>литер</small>																									
Земля и Вселенная <small>(наименование издания)</small>			70336 <small>(индекс издания)</small>																								
<small>Стоимость</small>		<small>подписки пере-адресовки</small>																									
___ руб. ___ коп.		___ руб. ___ коп.																									
на ___ год по месяцам:			<small>Количество комплектов</small>																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1</td><td style="width: 5%;">2</td><td style="width: 5%;">3</td><td style="width: 5%;">4</td><td style="width: 5%;">5</td><td style="width: 5%;">6</td><td style="width: 5%;">7</td><td style="width: 5%;">8</td><td style="width: 5%;">9</td><td style="width: 5%;">10</td><td style="width: 5%;">11</td><td style="width: 5%;">12</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													<small>Количество комплектов</small>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																
Куда		<small>(почтовый индекс)</small>																									
Кому		<small>(фамилия, инициалы)</small>																									

Дорогие читатели!

*Напоминаем, что подписаться на журнал
“Земля и Вселенная” вы можете с любого
номера по Объединенному каталогу
“Пресса России”
(I полугодие 2015 г.) во всех отделениях связи.
Подписаться можно и по Интернету,
воспользовавшись каталогом журналов
на сайте Почта России.
Подписной индекс – 70336.*

Заведующая редакцией Г.В. Матросова
Зав. отделом космонавтики и геофизики С.А. Герасютин
Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина
Литературный редактор О.Н. Фролова
Оператор ПК Н.Н. Токарева
Корректор Г.В. Печникова
Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 12.09.2014. Подписано в печать 14.11.2014. Дата выхода в свет 13 нечет.

Формат $70 \times 100^{1/16}$ Цифровая печать
Уч.-изд.л. 12,3 Усл. печ.л. 9,1 Усл.кр.-отт. 2,8 тыс. Бум.л. 3,5
Тираж 299 Зак. 636 Цена свободная

Учредители: Российская академия наук, Президиум

Издатель: Российская академия наук. Издательство “Наука”

117997 Москва, Профсоюзная ул., 90

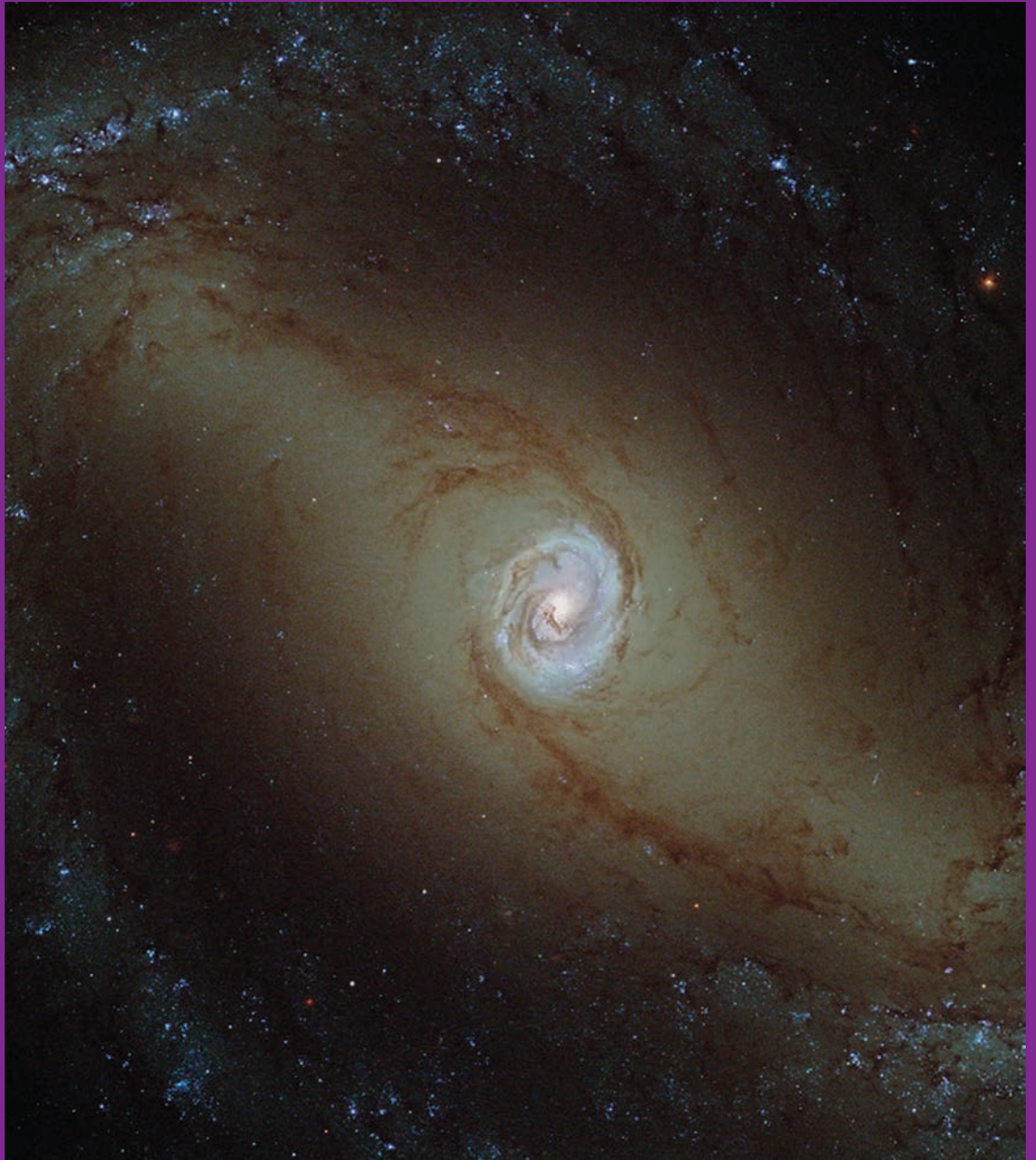
Адрес редакции: 119049, Москва, Мароновский пер., 26

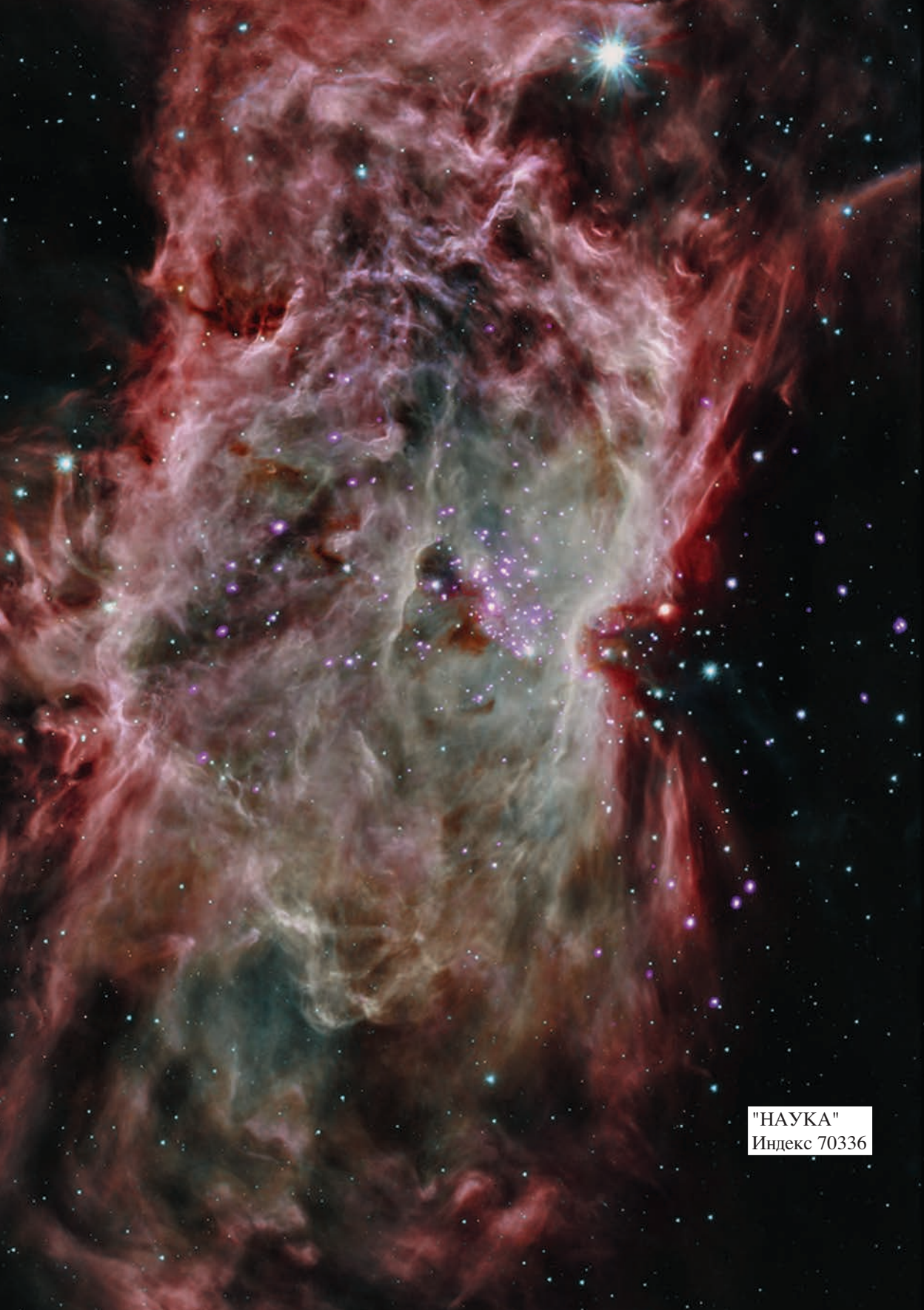
Телефоны: (факс) (499) 238-42-32, 238-29-66

E-mail: zevs@naukaran.ru

Оригинал-макет подготовлен АИЦ “Наука” РАН

Отпечатано в ППП “Типография “Наука”,
121099 Москва, Шубинский пер., 6





"НАУКА"
Индекс 70336