

Вселенная

пространство * время

Увеличивая размеры зеркал, совершенствуя технику наблюдений, человек строит гигантские телескопы, чтобы однажды увидеть первые звезды Вселенной

Краткая история
крупнейших
оптических телескопов

ЭКСКЛЮЗИВ

Клим Чурюмов
**Сложный
выбор места
посадки**

Звезды и пыль Ориона

Магнитная
карта Млечного
Пути

Curiosity готовится
к покорению
горы

MAVEN
прибыл
к Марсу



www.universemagazine.com



ОТКРЫТА ПОДПИСНАЯ КАМПАНИЯ – 2015

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ ПО АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКЕ



«ВСЕЛЕННАЯ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ» — ЭТО:

- Актуальная информация от ведущих мировых обсерваторий, университетов и космических агентств
- Авторские статьи: просто о сложном
- Впервые публикуемые фантастические рассказы
- Эксклюзивные обзоры и аналитические материалы



91147 — Подписной индекс
в Каталоге периодических изданий Украины
Онлайн-подписка:
<http://goo.gl/pmB6G0>
Подписка по телефону:
(067) 370-60-39

WWW.SHOP.UNIVERSEMAGAZINE.COM

КЛУБ «ВСЕЛЕННАЯ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ»

www.universemagazine.com

Астрономия, астрофизика, космогония, физика микромира

Космонавтика, космические исследования

Планетология, науки о Земле: геология, экология и др.

Науки о жизни: биология, микробиология, экзобиология

Жизнь на Земле, палеонтология, антропология, археология, история цивилизаций

10 октября состоится собрание Научно-просветительского клуба

«Вселенная, пространство, время».

Место и время проведения: Киевский Дом ученых НАНУ, 18:30, Белая гостиная.

Адрес: ул. Владимирская, 45а (ст. метро «Золотые ворота»).

Тел. для справок: 050 960 46 94

На собрании будет представлен доклад

АРХЕОАСТРОНОМИЯ НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ: АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА

Уже в доисторические времена люди наблюдали звездное небо, пытались создать календарь, понять миропорядок и объяснить явления, происходящие в окружающем мире. О стремлении наших предков познать Вселенную свидетельствуют многочисленные археологические находки, сделанные в том числе и на территории нашей страны.

Докладчик:

Михаил Юрьевич Видейко, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института археологии НАНУ, Киев

Приглашаем всех желающих!

Вход по абонеентам. Стоимость годового абонеента Дома ученых – 50 грн.

Приветствуются также добровольные взносы на проведение просветительских мероприятий Дома ученых.



Присоединяйтесь к нам в соцсетях «Вселенная, пространство, время»



СОДЕРЖАНИЕ

Сентябрь 2014

ВСЕЛЕННАЯ

ТЕМА НОМЕРА

- ОРИОН — природная астрофизическая лаборатория**
Дмитрий Вибе 4
- Новости**
- Дыхание звезд 17
- Магнитная карта Млечного Пути 17
- Семь «межзвездных путешественников» 18
- Главный источник космической пыли 19
- Herschel завершил обзор пыли в локальной Вселенной 20
- Плеяды в пыли 21
- История самых больших телескопов — от линз Галилея до адаптивной оптики**
Владимир Манько 22

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

- Новости**
- Лунных каверн становится все больше 30
- На пороге следующего «гигантского скачка» 31
- Выбраны места посадки модуля Philae**
Клим Чурюмов 33
- ФАНТАСТИКА**
- Дед**
Альберт Гумеров 36
- ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ**
- Небесные события ноября 38
- Галерея любительской астрофотографии 39
- Самый большой любительский телескоп 42



ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время — международный научно-популярный журнал по астрономии и космонавтике, рассчитанный на массового читателя

Издается при поддержке Национальной академии наук Украины, Государственного космического агентства Украины, Международного Евразийского астрономического общества, Украинской астрономической ассоциации, Информационно-аналитического центра «Спейс-Информ», Аэрокосмического общества Украины

Подписаться на журнал можно в любом почтовом отделении.
Подписной индекс: 91147

Руководитель проекта, главный редактор: Гордиенко С.П., к.т.н.
Руководитель проекта, коммерческий директор: Гордиенко А.С.
Заместители главного редактора: Манько В.А., Остапенко А.Ю. (Москва)
Редакторы: Рогозин Д.А., Ковальчук Г.У.
Редакционный совет: Андронов И.Л. — декан факультета Одесского национального морского университета, доктор ф.-м. наук, профессор, вице-президент Украинской ассоциации любителей астрономии
Вавилова И.Б. — ученый секретарь Совета по космическим исследованиям

НАН Украины, вице-президент Украинской астрономической ассоциации, кандидат ф.-м. наук
Митрахов Н.А. — Президент информационно-аналитического центра Спейс-Информ, директор информационного комитета Аэрокосмического общества Украины, к.т.н.
Олейник И.И. — генерал-полковник, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РФ
Рябов М.И. — старший научный сотрудник Одесской обсерватории радиоастрономического института НАН Украины, кандидат ф.-м. наук, сопредседатель Международного астрономического общества
Черепашук А.М. — директор Государственного астрономического института им. Штернберга (ГАИШ), академик РАН

Чурюмов К.И. — член-корреспондент НАН Украины, доктор ф.-м. наук, профессор Киевского национального Университета им. Т. Шевченко
Дизайн, компьютерная верстка: Галушка Светлана
Отдел продаж: Царук Алена, Гордиенко Татьяна, Чура Павел тел.: (067) 370-60-39
Адреса редакции: 02152, Киев, ул. Днепровская набережная, 1А, оф.146 тел.: (044) 295-02-77 тел./факс: (044) 295-00-22 e-mail: uverse@gmail.com info@universemagazine.com www.universemagazine.com

123056, Москва, пер. М. Тишинский, 14/16. тел.: (499) 253-79-98, (495) 544-71-57
Распространяется по Украине и в странах СНГ
В рознице цена свободная
Подписные индексы Украина: 91147 Россия: 12908 — в каталоге «Пресса России» 24524 — в каталоге «Почта России» 12908 — в каталоге «Урал-Пресс»
Учредитель и издатель ЧП «Третья планета»
© ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время — №9 сентябрь 2014
Зарегистрировано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины.

Свидетельство КВ 7947 от 06.10.2003 г.
Тираж 8000 экз.
Ответственность за достоверность фактов в публикуемых материалах несут авторы статей
Ответственность за достоверность информации в рекламе несут рекламодатели
Перепечатка или иное использование материалов допускается только с письменного согласия редакции.
При цитировании ссылка на журнал обязательна
Формат — 60x90/8
Отпечатано в типографии ООО «Прайм-принт», Киев, ул. Бориспольская, 9. т. (044) 592-35-06

Дмитрий Вибе,
доктор физ.-мат. наук, заведующий отделом
Института астрономии РАН, Москва

Орион

природная астрофизическая
лаборатория

Процессы, происходящие в наше время в межзвездных молекулярных облаках Ориона, фактически повторяют в меньшем масштабе химическую эволюцию Вселенной, одним из этапов которой является появление сложных органических молекул, ставших основой для возникновения жизни.

Красивое слово «созвездие», некогда означавшее приметную группу звезд, теперь обрело сухой и невзрачный смысл, став простым обозначением произвольно ограниченной площадки на небесной сфере. И это оправдано: близкое расположение звезд на небе вовсе не означает, что они и в пространстве находятся рядом. Поэтому маршрут «Москва-Кассиопея» хорошо звучит как название фильма, однако не может быть руководством к действию — задано только направление полета, но не указана конечная цель.

Тем не менее, астрономам все же известна пара случаев, когда звезды, составляющие основную фигуру созвездия,

действительно связаны между собой не только положением в пространстве, но и общим происхождением. Во-первых, пять из семи звезд «ковша» Большой Медведицы (за исключением первой и последней), а также многие менее заметные звезды этого созвездия принадлежат к так называемой «движущейся группе Большой Медведицы» — распадающемуся звездному скоплению, возникшему несколько сотен миллионов лет назад. Во-вторых, общее происхождение связывает все основные звезды Ориона, за исключением Беллатрикс. Но в этом случае мы имеем дело не со скоплением, а с гигантским комплексом, протянувшимся на многие десятки (если не сотни) световых лет и объединяющим не только яр-

кие звезды основной фигуры этого созвездия, но и большое количество звездных скоплений, светлых и темных туманностей, газово-пылевых облаков...

Большая туманность

Семерка ярчайших звезд Ориона во все времена неизменно привлекала к себе внимание людей. Как правило, жители Северного полушария видели в ней фигуру мускулистого охотника или воина, перетянутую поясом, с которого свисает кинжал или меч. Роль меча играла группа более тусклых звездочек, расположенная примерно посередине между «поясом» и «ногами» небесного гиганта. Современное имя гиганта — Орион — пришло, как и мно-

Наша Галактика с Земли видна как звездная россыпь Млечного Пути, опоясывающая все небо. Это изображение составлено из специально обработанных снимков небесной сферы, сделанных преимущественно на телескопах ESO, расположенных на плато Ла Силья и Паранал (Чили). Снимки были получены на протяжении нескольких недель, общее время экспозиции превысило 120 часов. Центральная линия мозаики совпадает с главной плоскостью Галактики.



гие другие названия созвездий, из греческой мифологии, а вот названия звезд имеют арабское происхождение. За тремя средними закрепилось имя «Пояса Ориона», а группа звезд под ними стала называться «Мечом Ориона».¹

Поначалу Меч Ориона казался не более чем еще одним астеризмом, а его средняя звезда получала в каталогах «звездные» обозначения — θ Ориона в каталоге Бай-



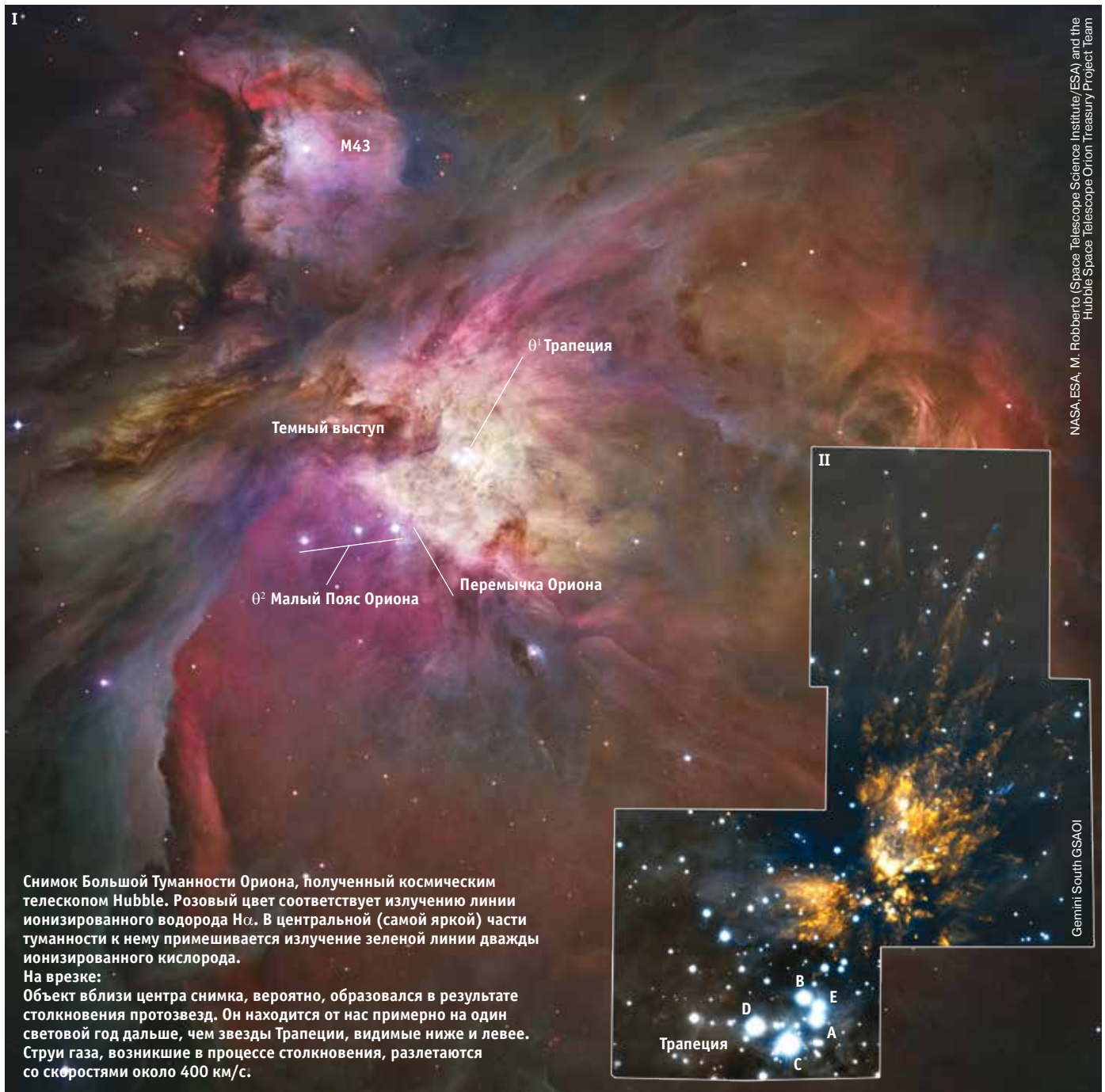
▲ Изображение созвездия Ориона из атласа Гевелия.

ера,² 41 Ориона в каталоге Флемстида.³ Однако телескопические наблюдения продемонстрировали, что на самом деле она

состоит из нескольких звезд, погруженных в белесую дымку. Считается, что первое подробное описание туманного окружения θ Ориона составил Христиан Гюйгенс,⁴ потому эту область сейчас изредка называют

³ Джон Флемстид (John Flamsteed, 1646-1719) — первый британский королевский астроном и директор Гринвичской обсерватории. Основные труды — таблицы движения Луны, каталог положений около 3 тыс. звезд и звездный атлас, опубликованный в 1729 г. Выполнил большое количество наблюдений Луны, позже использованных Ньютоном при обосновании закона всемирного тяготения.

⁴ Христиан Гюйгенс (Christiaan Huygens, 1629-1695) — нидерландский механик, физик, математик, астроном и изобретатель (в частности, изобрел маятниковые часы). Усовершенствовал телескоп Галилея, в 1655 г. открыл спутник Сатурна Титан и описал кольца планеты. В 1672 г. обнаружил ледяную шапку на марсианском южном полюсе, оценил (довольно точно) период вращения Марса вокруг оси. Наряду с Пьером Ферма и Блезом Паскалем заложил основы теории вероятностей. Полагал, что другие планеты также населены людьми.



Снимок Большой Туманности Ориона, полученный космическим телескопом Hubble. Розовый цвет соответствует излучению линии ионизированного водорода H α . В центральной (самой яркой) части туманности к нему примешивается излучение зеленой линии дважды ионизированного кислорода.

На врезке:

Объект вблизи центра снимка, вероятно, образовался в результате столкновения протозвезд. Он находится от нас примерно на один световой год дальше, чем звезды Трапеции, видимые ниже и левее. Струи газа, возникшие в процессе столкновения, разлетаются со скоростями около 400 км/с.

«областью Гойгенса». Более же распространенное ее название — Большая Туманность Ориона (или просто Туманность Ориона; обозначение в каталоге Мессье — M42).

Если посмотреть на самую яркую часть туманности в телескоп, увидеть можно не слишком много. θ Ориона на самом деле оказывается двумя группами звезд. Одна из них — θ^1 Ориона — знаменитая Трапеция: ее основные элементы в проекции на небо складываются в соответствующую геометрическую фигуру. Вторая группа — θ^2 Ориона — состоит из трех звезд, расположенных к юго-востоку от первой. Они выстроены примерно в одну линию, поэтому их иногда называют Малым Поясом Ориона. Протяженное туманное свечение, на фоне которого видна Трапеция,

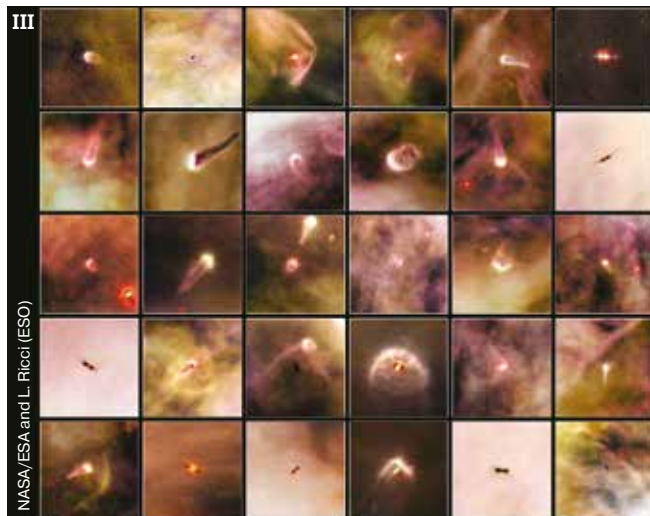
с восточной стороны прорезается Темным Выступом (Dark Bay).

Вопросом о физической природе Туманности Ориона первым задался замечательный астроном Уильям Хаггинс.⁵ Вторая половина XIX века стала эпохой зарождения звездной спектроскопии, и множество ученых активно взялись за изучение спек-

⁵ Уильям Хаггинс (William Huggins, 1824-1910) — выдающийся британский астроном-любитель, построивший частную обсерваторию, где он осуществлял наблюдения спектральных линий излучения и поглощения небесных объектов. Применил спектроскоп для детального исследования звезд, выявил различие между туманностями и галактиками (первые — например, Туманность Ориона — излучают как газы, вторые — например, Туманность Андромеды — как звезды). В 1866 г. впервые выполнил спектроскопические наблюдения новой звезды в созвездии Северной Короны и обнаружил наличие вокруг нее газовой оболочки, светящейся в линиях водорода.

тров звезд. Хаггинсу, по его собственным словам, было неинтересно заниматься тем, чем занимаются все вокруг, и он решил наблюдать спектры не звезд, а туманностей. В число привлечших его внимание объектов попала и Туманность Ориона.

В то время бытовало мнение, что все туманности представляют собой звездные скопления, которые не удается разрешить на отдельные звезды из-за недостаточной мощности телескопов. В 1864 г. Хаггинс при помощи спектроскопических наблюдений впервые доказал, что, по крайней мере, часть из них по своей природе кардинально отличаются от звезд, поскольку обладают совершенно иными спектрами (то есть другими свойствами излучения). Если спектр звезды состоит из яркого не-



► Протопланетные диски, обнаруженные телескопом Hubble в Туманности Ориона. Все они несут на себе печать разрушения в виде вещества, «срываемого» с них звездным ветром и излучением. Но в тех из них, которые переживут самую опасную эпоху, смогут сформироваться планетные системы, похожие на нашу.

прерывного «континуума» и темных линий поглощения на его фоне, то в спектре туманностей, как оказалось, непрерывный спектр очень слаб, зато выделяется несколько ярких линий излучения.

О чем рассказывают спектры

В спектре Туманности Ориона Хаггинс увидел четыре таких линии. Две из них он легко распознал — это были фраунгоферовы линии F (H β) и G' (H γ), принадлежащие, как тогда уже было хорошо известно, атомарному водороду. С другими линиями так просто разобраться не получилось. Одну из них (на длине волны 500,7 нм) астроном изначально пытался приписать азоту, но сам же указывал на недостатки такого отождествления. Во-первых, линия азота должна быть двойной, а в спектре туманности наблюдалась одиночная линия. Во-вторых, если эта линия принадлежит азоту — почему в спектре нет других азотных линий? В отношении же линии 496 нм не было и вовсе никаких идей. До 1920-х годов высказывались даже предположения, что обе этих линии могут принадлежать неизвестному химическому элементу — «небулию» (от латинского *nebula* — «туманность»). Однако в 1927 г. выяснилось, что их источником является двукратно ионизированный кислород.

Эмиссионные линии и практически полное отсутствие непрерывного спектра свидетельствовали о том, что туманность должна состоять из горячего разреженного газа. Причины появления этого газа описал в 1939 г. датский астроном Бенгт Стремгрен.⁶ Поводом для его исследова-

⁶ Бенгт Стремгрен (Bengt Georg Daniel Strömberg, 1908-1987) — датский астроном и астрофизик, исследователь межзвездной среды. Рассчитал первые теоретические модели солнечной атмосферы, позволившие определить химический состав верхних слоев Солнца. Одним из первых применил результаты ядерных исследований к проблемам эволюции звезд. Ряд работ посвящен теории пульсаций и вопросам, связанным с ионизацией звездного вещества.

ния стали наблюдения участков Млечного Пути в созвездиях Лебедя и Цефея, опубликованные годом ранее Отто Струве⁷ и Кристианом Элви.⁸ Они обнаружили, что обширные области в этих созвездиях являются источниками излучения в линии H α — самой яркой водородной линии видимого диапазона (656,3 нм).

Линия H α , как и упомянутые выше H β и H γ , относится к так называемым рекомбинационным линиям. Электрон в атоме водорода (как и в любом другом атоме) может занимать лишь фиксированные орбиты, на каждой из которых он обладает определенной энергией. При переходе электрона с одной орбиты на другую происходит излучение или поглощение фотона, энергия которого равна разнице между энергиями уровней. Рекомбинационные линии рождаются в газе, содержащем ионизированные атомы водорода — их ядра (протоны) не связаны с электронами. При столкновении протона и электрона они могут рекомбинировать (соединиться в атом), однако при этом электрон попадает не на основной — самый низкий — энергетический уровень, а на один из верхних, после чего «спускается» последовательно, как по ступенькам, переходя на все более низкие уровни и излучая фотоны определенных длин волн. Это и есть генерация эмиссионных линий.

При переходе электрона со всех верхних уровней на самый нижний генериру-

⁷ Отто Струве (Otto Struve, 1897-1963) — американский астроном, один из крупнейших астрофизиков XX века. Участник Первой мировой войны и Гражданской войны в России. Директор Йеркской обсерватории в 1932-1947 гг. На протяжении многих лет занимался изучением спектрально-двойных звезд, участвовал в создании первого небулярного спектрографа (обсерватория Макдональд). Совместно с Григорием Шайном разработал метод определения скорости осевого вращения звезд.

⁸ Кристиан Элви (Christian Elvey, 1889-1970) — американский астроном, занимался изучением спектров звезд, галактик, полярных сияний. Во время Второй Мировой войны осуществлял также исследования в области баллистики в интересах Министерства обороны США.

ется так называемая «серия Лаймана», линии которой попадают в ультрафиолетовый диапазон. При переходе на второй (считая от нижнего) уровень излучаются линии серии Бальмера, обозначаемые символом водорода H с добавлением буквы греческого алфавита: H α — переход на второй уровень с третьего, H β — на второй уровень с четвертого, H γ — на второй уровень с пятого и т.п. Они попадают в видимый диапазон. Следующие серии — Пашена (переходы на третий уровень), Брекета (на четвертый уровень) и другие — приходится уже на инфракрасный диапазон. Поскольку для наблюдений наиболее удобна серия Бальмера, ее линии известны особенно широко.

Итак, для появления бальмеровских линий водорода (в том числе и наблюдаемых в Туманности Ориона) необходимо, чтобы его атомы были ионизированы. Стремгрен предположил, что причиной

ЧТО ТАКОЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ ЛИНИИ



Спектральная линия поглощения (темная спектральная линия) — особенность спектра, заключающаяся в понижении интенсивности излучения вблизи некоторой энергии.

Линии поглощения в электромагнитных спектрах образуются, когда излучение проходит через сравнительно холодное прозрачное вещество. Атомы обладают способностью поглощать кванты электромагнитного излучения строго определенных энергий (частот), а затем переизлучать их в произвольном направлении. В итоге масса вещества рассеивает излучение на некоторых частотах, и они не попадают к наблюдателю, образуя в спектре темные линии.

Наоборот, яркие (эмиссионные) линии появляются при наблюдении горячего межзвездного газа или любого другого объекта, имеющего более высокую температуру по сравнению с фоном, и представляют собой энергию, испускаемую атомами при переходе электронов с более высокоэнергетических на менее высокоэнергетические уровни.

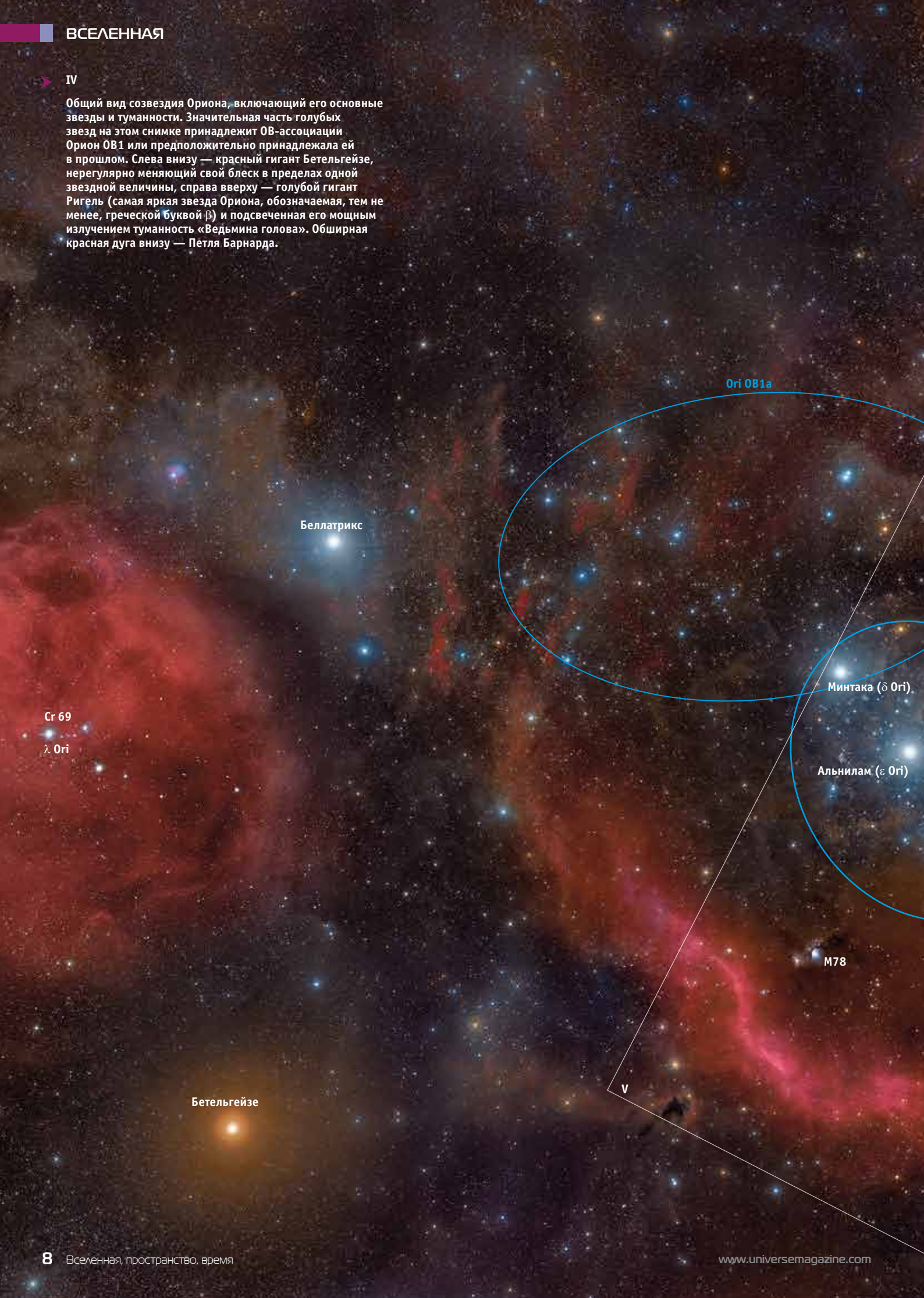
Спектральные линии достаточно жестко «привязаны» к конкретным атомам, поэтому они могут быть использованы для определения химического состава практически любого излучающего тела или материала, пропускающего свет (обычно — газа). Они широко используются для изучения состава звезд и других удаленных космических объектов, которые не могут быть исследованы другими способами.



Видимые линии излучения водорода серии Бальмера. H α — красная линия справа, имеющая длину волны 656,3 нм. Две крайние левые линии — H ϵ и H ζ — лежат уже в ультрафиолетовой части спектра и имеют длины волн соответственно 397,0 нм и 388,9 нм.

IV

Общий вид созвездия Ориона, включающий его основные звезды и туманности. Значительная часть голубых звезд на этом снимке принадлежит OB-ассоциации Орион OB1 или предположительно принадлежала ей в прошлом. Слева внизу — красный гигант Бетельгейзе, нерегулярно меняющий свой блеск в пределах одной звездной величины, справа сверху — голубой гигант Ригель (самая яркая звезда Ориона, обозначаемая, тем не менее, греческой буквой β) и подсвеченная его мощным излучением туманность «Ведьмина голова». Обширная красная дуга внизу — Петля Барнарда.



Cr 69
λ Ori

Беллатрикс

Ori OB1a

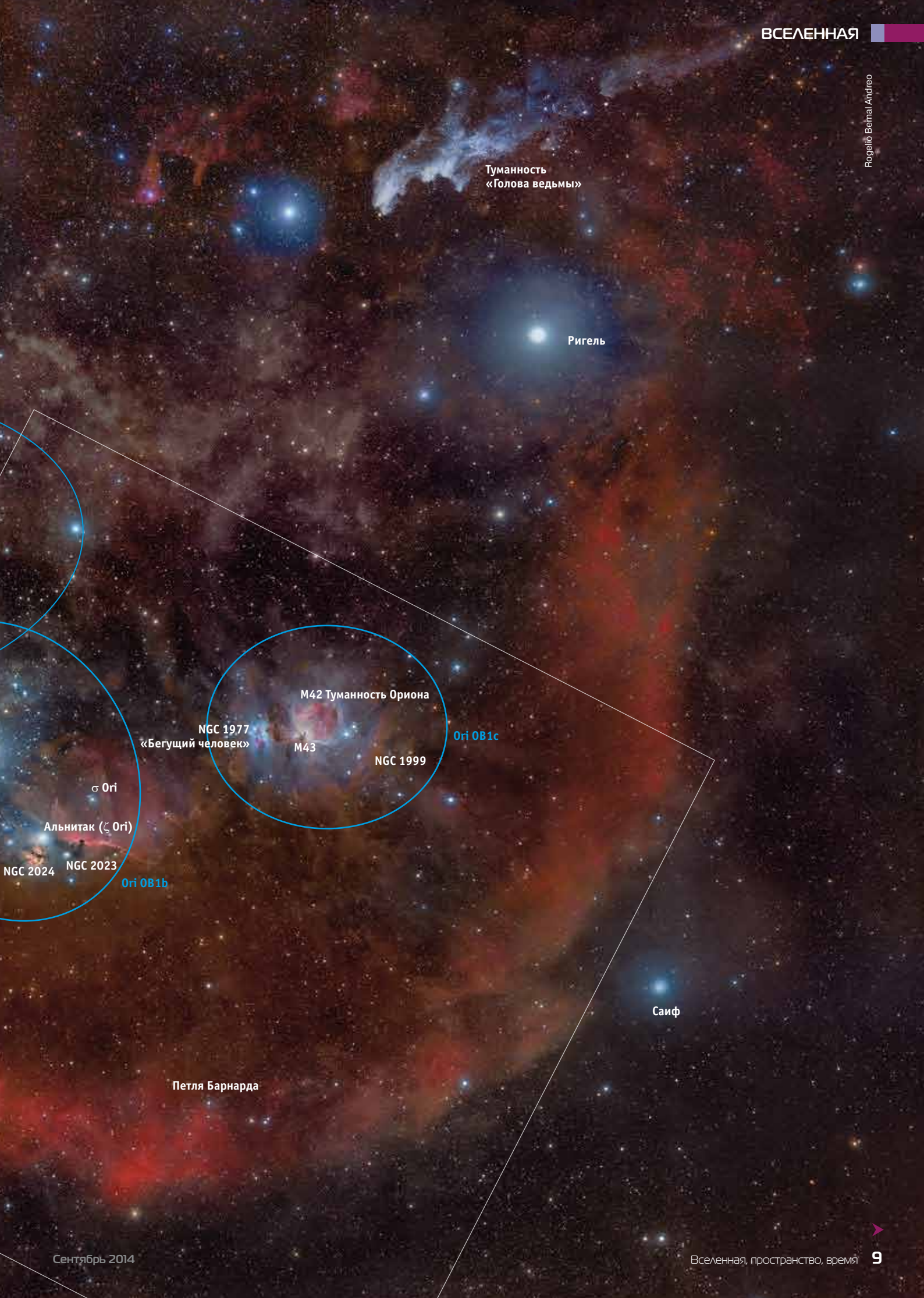
Минтака (δ Ori)

Альнилам (ε Ori)

M78

Бетельгейзе

v



Туманность
«Голова ведьмы»

Ригель

M42 Туманность Ориона

NGC 1977
«Бегущий человек»

M43

NGC 1999

Ori OB1c

σ Ori

Альнитак (ζ Ori)

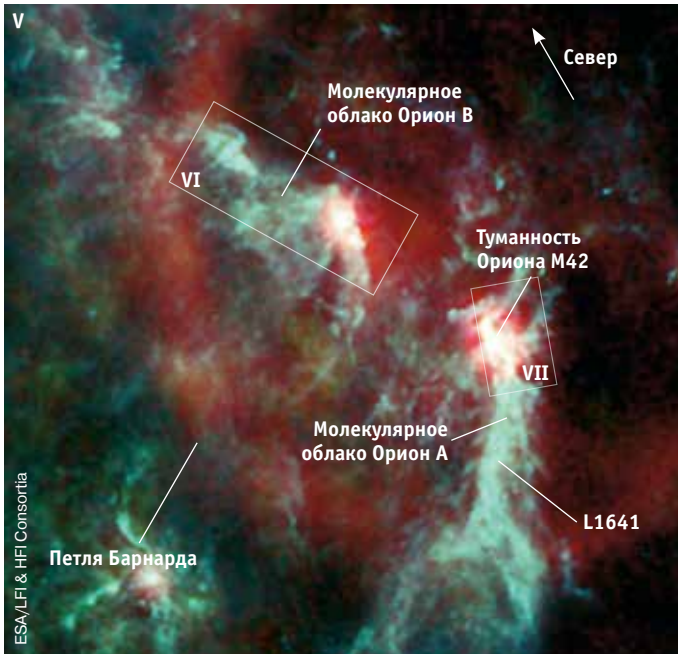
NGC 2024

NGC 2023

Ori OB1b

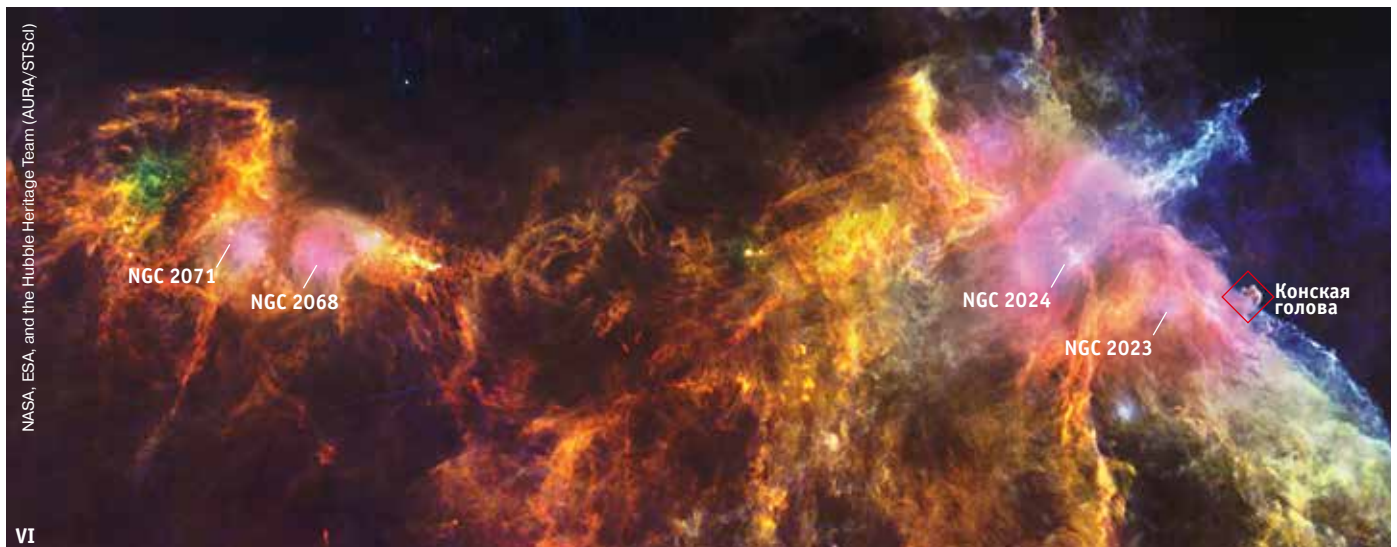
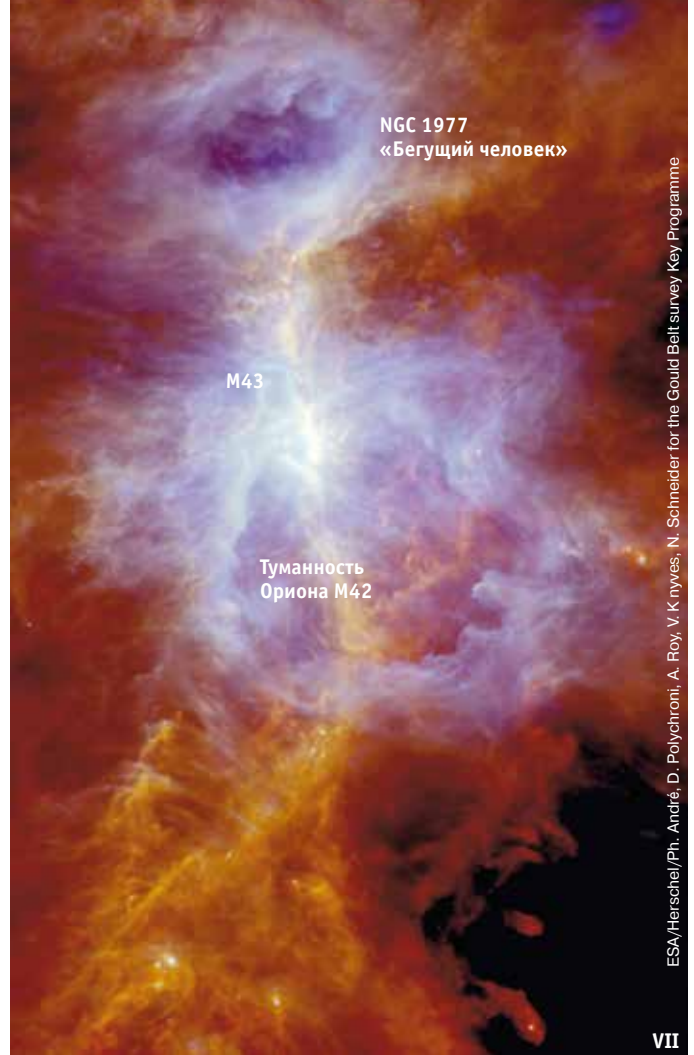
Петля Барнарда

Саиф



▲ Распределение холодного вещества в Орионе по данным телескопа Planck (микроволновый диапазон, зеленый цвет), наложенное на снимок той же области в дальнем инфракрасном диапазоне (красный цвет). Яркое пятно правее центра — Туманность Ориона. Общий размер показанного участка на небесной сфере — $13 \times 13^\circ$. Огромная темно-красная дуга Петли Барнарда, скорее всего, является ударной волной, образованной мощным взрывом сверхновой порядка двух миллионов лет назад. На самом деле эта волна имеет форму почти правильной сферы диаметром около 300 световых лет.

► Фрагмент области звездообразования Орион А, составленный из снимков обсерватории Herschel.



▲ Снимок холодного молекулярного облака Орион В, сделанный европейским космическим телескопом Herschel в дальнем инфракрасном диапазоне. В облаке скрыто несколько регионов звездообразования, соединенных сетью волокон межзвездного газа.

ионизации является ультрафиолетовое излучение горячих звезд и первым доказал, что даже одна звезда спектрального класса О или В способна ионизировать газ в сфере диаметром в десятки световых лет, то есть в масштабах, сопоставимых с толщиной галактического диска. О том, насколько распространены в галактиках такие зоны ионизированного водорода, можно судить по современным цветным изображениям, на которых именно розоватое свечение линии

Н α отмечает многочисленные эмиссионные туманности.

Разумеется, реальная форма зон ионизированного водорода далека от идеально сферической. Распределение материи в Млечном Пути и других галактиках крайне неоднородно. В тех направлениях от звезд, где плотность вещества мала, ионизирующее излучение распространяется далеко, в тех же направлениях, где вещества много — область ионизации оказывается ограниченной. Особый вид зон

ионизации возникает, когда звезда находится рядом с плотным молекулярным облаком. В этом случае ее излучение образует на поверхности облака гигантский «ожог» (блистер).

Именно такая ситуация имеет место в Туманности Ориона. Зону ионизированного водорода там порождает не одна звезда, а несколько — члены группы Трапеции. Правда, основной вклад вносит самая яркая из них, θ^1 Ori С. Она как минимум двойная, а ее известные компоненты имеют

массы примерно 34 и 16 солнечных (M_{\odot}). Остальные члены этой группы также являются кратными звездами, массы которых варьируются от 7 до 16 M_{\odot} . Весь этот горячий «коллектив» находится примерно в световом годе от поверхности молекулярного облака, ионизируя ее, нагревая до температуры порядка 10 тыс. кельвинов и заставляя светиться в линиях водорода, дважды ионизированного кислорода и других. По-видимому, звезды Трапедии оказались вне облака (точнее, «отодвинули» его от себя) сравнительно недавно. О том, что когда-то газ и пыль обволакивали скопление со всех сторон, и по сей день напоминает реликтовый остаток облака — Темный Выступ.

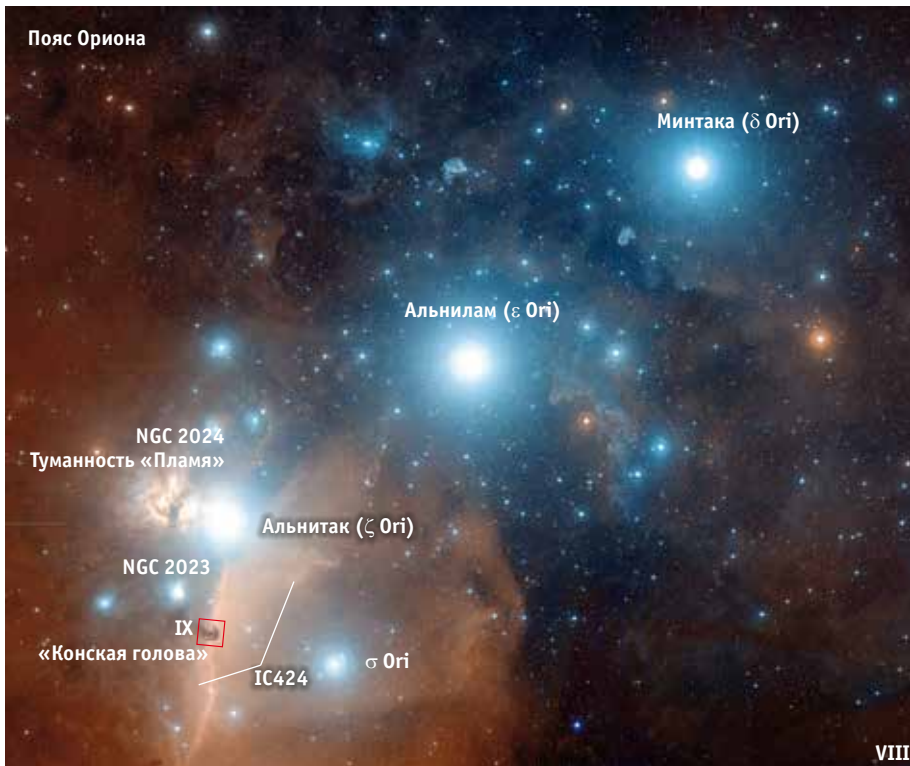
Небесный Охотник

Мы видим лишь крошечную часть молекулярного облака — области скопления ионизированного водорода, подсвеченные близкими звездами. Чтобы оценить его подлинный масштаб, наблюдений в оптическом участке спектра недостаточно. За пределами Туманности Ориона, а также других, менее ярких ионизированных зон (о них разговор пойдет дальше), газово-пылевая среда имеет низкую температуру, а потому излучает в более длинноволновых диапазонах — тоже в непрерывном спектре и в линиях.

Источником излучения в непрерывном спектре является пыль. Ее температур не превышает 20 К, поэтому максимум излучения пылинок приходится на дальний инфракрасный диапазон. Наблюдать это излучение с Земли невозможно, так как оно поглощается атмосферой. Для изучения «свечения» межзвездной пыли необходимы космические инструменты инфракрасного и субмиллиметрового диапазонов.⁹ Первые масштабные карты распределения пыли в Галактике были построены при помощи орбитального телескопа IRAS¹⁰ (1983 г.); самый весомый вклад в их составление внес космический телескоп Planck.¹¹

О том, что межзвездное вещество может быть источником эмиссионных линий радиодиапазона, еще в 1940-е годы писал советский астрофизик Иосиф Шкловский.¹² Как правило, в условиях космического холода в линиях излучают молекулы — в этом случае испускание и поглощение фотонов связано не с движением электрона вокруг ядра, а с изменениями конфигурации самих молекул (вращением, колебаниями и пр.).

Самой распространенной в космосе является молекула водорода H_2 . Но она, по капризу природы, в холодной



▼ Снимок темной пылевой туманности «Конская голова» в ближнем инфракрасном диапазоне, сделанный Камерой широкого поля (Wide Field Camera 3) космического телескопа Hubble. Форма туманности определяется давлением излучения и звездных ветров соседних массивных светил, расположенных за пределами изображения. Для видимого света «Конская голова» практически непрозрачна — ее внутреннюю структуру можно изучать только в инфракрасной области спектра. На данном снимке, в частности, заметна «новорожденная» звезда у верхнего левого края туманности, образовавшаяся из ее вещества и уже начавшая «расчищать» свои окрестности от его остатков.



▲ В туманности «Пламя» (NGC 2024), входящей в газово-пылевой комплекс Ориона, также происходит активное формирование звезд. На этом изображении, составленном из снимков рентгеновского телескопа Chandra (условный пурпурный цвет) и инфракрасного телескопа Spitzer (красный, зеленый и голубой цвета), заметно скопление таких молодых светил, скрытых от нас завесой межзвездной пыли. Их детальное изучение показало, что они образовались раньше, чем звезды центральных областей комплекса Ориона. Это противоречит гипотезе о том, что «волна звездообразования» в нем движется от центра к периферии — от регионов с большей плотностью вещества к меньшей.

межзвездной среде линий не излучает. Поэтому для детектирования молекулярных облаков приходится использовать более редко встречающиеся молекулы — в первую очередь оксид углерода CO, который можно наблюдать в миллиметровом диапазоне. Именно совокупные наблюдения молекулярных линий и излучения пыли продемонстрировали, что значи-

тельная доля межзвездного вещества в галактиках собрана в газово-пылевые облака, состоящие, главным образом, из молекул. Отсюда и их название — «молекулярные». Наибольшие из них называются «гигантскими» и имеют массы до нескольких миллионов солнечных.

Туманность Ориона — всего лишь крошотное светлое пятнышко на поверхности

⁹ ВПВ №10, 2009, стр. 4; №4, 2013, стр. 4
¹⁰ ВПВ №9, 2009, стр. 7
¹¹ ВПВ №5, 2013, стр. 4
¹² ВПВ №9, 2013, стр. 8

одного из таких облаков. Это не самое большое молекулярное облако в Галактике, но довольно крупное. Его масса составляет около ста тысяч солнечных, а длина превышает сотню световых лет. Длина — потому что облако (по крайней мере, в проекции на небо) сильно вытянуто. Таких протяженных облаков в Орионе два: южное — Орион А и северное — Орион В (V). И на небесной сфе-

ре, и в пространстве они находятся рядом друг с другом, на расстоянии около полутора тысяч световых лет от Солнца.

В обоих облаках полным ходом идет звездообразование. На это указывают многочисленные компактные инфракрасные источники — скрытые толщей пыли рождающиеся звезды. Особенно знаменит один из таких источников, наблюдаемый примерно в том же направлении,

что и Трапеция, но уже внутри молекулярного облака («на глубине» примерно светового года). Этот объект (II) был открыт в 1970 г. сразу и как инфракрасная звезда, и как инфракрасная туманность. Поначалу его считали обычной яркой протозвездой, однако позже выяснилось, что в нем наблюдаются явные признаки разлета вещества, как будто после колоссального взрыва. Не исключено, что несколько сотен лет назад там произошло столкновение протозвезд, приведшее к взрывообразному выделению значительного количества энергии. Вокруг объекта в недрах молекулярного облака располагается очень молодое скопление звезд сравнительно низкой светимости.

Группа Трапеции также очень молода — ее возраст вряд ли превышает миллион лет. Тем не менее, она успела «очистить» окружающее пространство от родительского молекулярного газа своим излучением и звездным ветром. Правда, с этим ветром не все так просто. Поскольку звездный ветер — это газ, разогретый до миллионов градусов, он должен наблюдаться в рентгеновском диапазоне как свечение, окутывающее звезды группы. Туманность действительно излучает в рентгене, но в стороне от Трапеции — там, где ярких светил нет.

Еще одна загадка Туманности Ориона состоит в том, что внутри нее сохранилась пыль, словно вещество было «выметено» звездным ветром не до конца. Собственно говоря, незначительный непрерывный спектр, наблюдаемый в ней помимо эмиссионных линий, представляет собой излучение звезд, рассеянное пылью внутри зоны ионизированного водорода. Возможно, пыль и в самом деле «выметается» из туманности, но при этом ее запасы постоянно пополняются за счет испарения протопланетных дисков, успевших образоваться в этой области до того, как она «почувствовала» на себе разрушительное воздействие массивных звезд.

Испаряющиеся диски в Туманности Ориона действительно обнаружены (III). По форме они похожи на головастиков, «хвосты» которых повернуты в сторону, противоположную Трапеции, безошибоч-



▲ На снимке окрестностей отражательной туманности M78 (севернее Пояса Ориона) видны облака космической пыли, пронизывающие эту туманность, как нитка жемчуга. Изображение, полученное в субмиллиметровом диапазоне телескопом APEX (Atacama Pathfinder Experiment), представлено оранжевым цветом и отображает тепловое излучение межзвездных пылинок, указывающее астрономам области пространства, в которых рождаются новые звезды. Оно наложено на снимок той же области в видимом свете (XII).

Телескопы, бинокли, подзорные трубы, микроскопы и аксессуары к оптике вы можете приобрести в нашем Интернет-магазине www.shop.universemagazine.com



но указывая на «виновника» разрушения. Не исключено, что эти диски проливают свет на далекое прошлое нашей Солнечной системы. Распределение вещества в ней свидетельствует о том, что поперечник протосолнечного диска был сравнительно небольшим — порядка 100 а.е. (15 млрд км). Это в несколько раз меньше типичного размера других известных протопланетных дисков... за исключением дисков в Орионе. Они оказываются такими же компактными, как протосолнечный, именно из-за фоторазрушения. Это сходство (наряду с некоторыми другими фактами) привело к предположению, что Солнечная система родилась в звездном скоплении, которое, возможно, не очень отличалось от наблюдаемого в настоящее время в Туманности Ориона.

M42 — самая заметная, но далеко не единственная зона ионизированного водорода в облаке Орион А. С севера к ней примыкает туманность M43, а еще севернее располагается NGC 1977 («Бегущий Человек»). Последняя известна как отражательная туманность, но зона ионизированного водорода там тоже имеется.

К югу от Туманности Ориона молекулярное облако Орион А продолжается облаком L1641 (V), в котором также скрываются многочисленные молодые звезды, звездные скопления и протозвездные объекты. Занятая «деталь рельефа» расположена в нем неподалеку от звезды V380 Ориона. Пятно замысловатой формы на фоне отражательной туманности поначалу казалось обычным темным пылевым сгустком, закрывающим часть светящегося фона (XIII). Однако наблюдения в инфракрасном и субмиллиметровом диапазонах показали, что пыли в этом пятне нет, то есть поглощать фоновое излучение нечему! Вероятно, пятно в форме замочной скважины действительно представляет собой «дырку» — область, лишенную вещества.

В облаке Орион В нет таких ярких зон ионизированного водорода, как в облаке Орион А, но свои достопримечательности имеются и в нем. Самая известная из них — туманность «Конская Голова», представляющая собой выступ на поверхности облака. Розоватое свечение, на фоне которого она



Окрестности звезды V380 Ориона. Темное пятно на фоне туманности NGC 1999, по форме напоминающее замочную скважину, ранее считали плотным газово-пылевым облаком, однако современные наблюдения показали, что в действительности это «пустое место» — область пространства, по каким-то причинам очищенная от вещества (ВПВ №5, 2010, стр. 15).

Subaru Telescope (NAOJ), Hubble Space Telescope, Robert Gendler

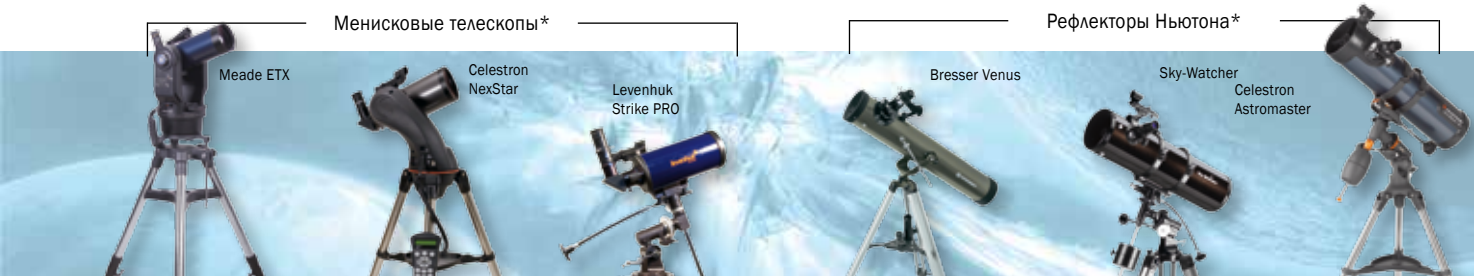
XIII

выделяется, принадлежит эмиссионной туманности IC 434. Это все та же линия H α , а сама туманность является зоной ионизированного водорода, порожденной кратной звездой σ Ориона, не столь массивной, как θ^1 Ori C, но относящейся к той же весовой категории: массы двух ее основных компонентов равны примерно 10-15 M_{\odot} . Будь она поближе к облаку Орион В, у Туманности Ориона могла бы появиться соперница!

Неподалеку от «Конской Головы» расположен еще один популярный объект — туманность «Пламя» (VIII). Это тоже зона ионизированного водорода, к свечению которой, возможно, примешивается рассеянный пылью свет Альнитака — самой восточной звезды Пояса Ориона. Туманность рассечена пылевым выступом, скрывающим второе по величине (после

Трапеции) молодое звездное скопление в молекулярных облаках Ориона, которое из-за этого приходится наблюдать в инфракрасном диапазоне (X). Его часто называют NGC 2024, хотя изначально это обозначение получила сама туманность.

Севернее облака Орион В расположена область звездообразования λ Ориона в виде гигантского кольца газово-пылевых облаков поперечником около 200 световых лет. Свое имя она унаследовала от голубого гиганта λ Ориона — самой массивной (около 30 M_{\odot}) и яркой звезды скопления Cr 69 (IV). Это кольцо возникло, возможно, из-за того, что одна из еще более массивных звезд этого скопления в далеком прошлом взорвалась как Сверхновая. Внутри кольца располагается обширная зона ионизированного



Менисковые телескопы*

Рефлекторы Ньютона*

* цена зависит от модели

водорода, а в уплотненном веществе самого кольца активно происходит формирование следующих поколений звезд.

Рождение звезд в Орионе

Посмотрим теперь на общую «географию» рождения звезд в Орионе. Итак, в этом созвездии расположен обширный комплекс молекулярных облаков, основу которого составляют облака Орион А и В, а также облака в окрестности λ Ориона. В них в изобилии наблюдаются молодые звезды и протозвезды, как собранные в скопления, так и относительно изолированные. Судя по обилию зон ионизированного водорода, многие из уже «родившихся» звезд имеют массы более 10 солнечных (именно такие объекты обеспечивают достаточную мощность и энергию излучения для ионизации). Подобных массивных светил в этой области Галактики как минимум несколько десятков. Все вместе они образуют так называемую OB-ассоциацию Орион OB1. Судя по тому, что некоторые из этих звезд — λ Ориона, три звезды Пояса Ориона — уже вышли на финальный этап своего активного существования, превратившись в гиганты и сверхгиганты (на это, согласно расчетам, должно было уйти не менее 10 млн лет), звездообразование в Орионе началось около 10-12 млн лет назад, причем

звезды разных возрастов распределены по ассоциации неравномерно.

Самая «старая» подгруппа (Орион OB1a) расположена к северо-западу от Пояса Ориона. Она родилась 8-12 млн лет назад, и потому в ней уже нет ни особенно ярких звезд, ни зрелищных туманностей. Звезды самого Пояса — голубые гиганты и сверхгиганты Альнирак, Альнилам и Минтака — входят в подгруппу Орион OB1b возрастом более 5 млн лет. К подгруппе Орион OB1c относятся звезды с возрастными порядка 2-4 млн лет, входящие в несколько звездных скоплений, расположенных в Мече Ориона перед облаками Орион А и В, а также звездная группа σ Ориона. Наконец, самые молодые звезды с возрастными менее 1-2 млн лет — Трапедия, NGC 2024 и др. — включаются в группу Орион OB1d. При желании можно предположить, что звездообразование здесь «расходилось» в пространстве волной, начавшись около 12 млн лет назад чуть севернее Пояса Ориона. Вспышки сверхновых и зоны ионизированного водорода простимулировали рождение следующего поколения звезд сначала в Поясе Ориона, а затем в Мече с южной стороны и в окрестностях λ Ориона — с северной. Далее звездообразование двинулось «вглубь» молекулярных облаков, в частности, породив группу Трапедии и NGC2024. Эта картина подтверждается тем, что самые молодые

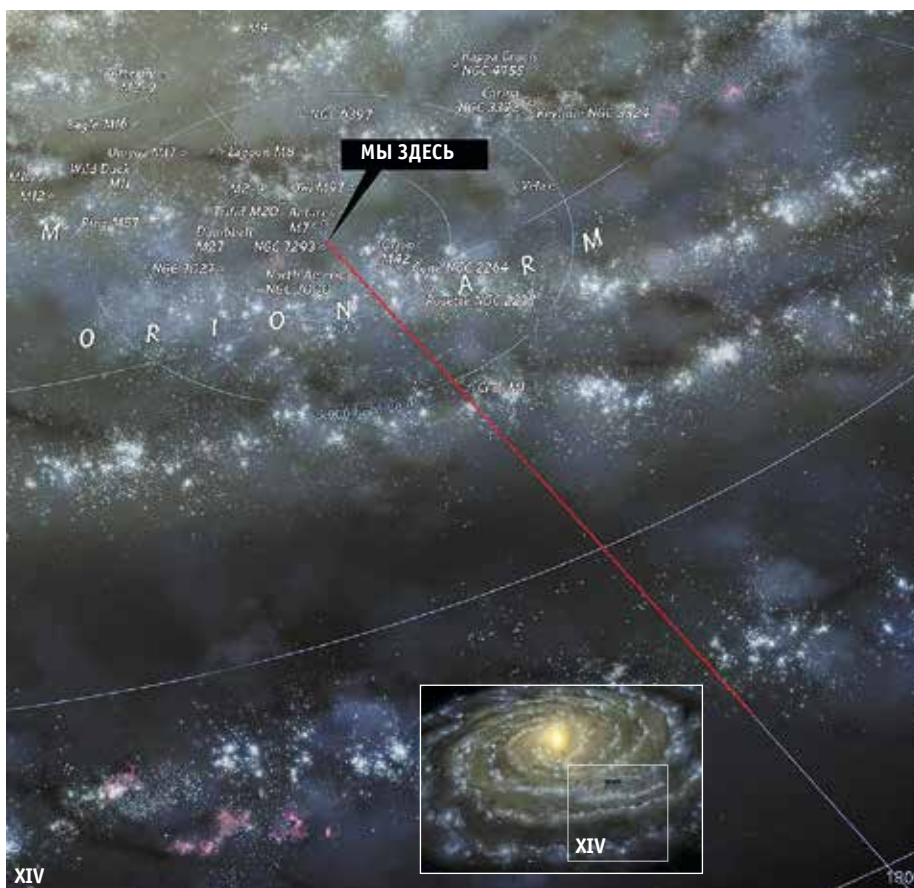
объекты в Орионе в то же время наиболее удалены от Солнца: если группа 1a находится на расстоянии 1150 световых лет, то расстояние до объектов группы 1d составляет уже около 1350 световых лет.

«Левое плечо» и «ноги» Ориона также могут быть частью этой истории, хотя их роль проследить сложнее (Беллатрикс — «правое плечо» — единственная яркая звезда созвездия, не имеющая отношения к описываемому комплексу звездообразования). Бетельгейзе, вероятно, может считаться примером «убежавшей звезды», около миллиона лет назад выброшенной из ассоциации Орион OB1a. Саиф и Ригель, расположенные на расстоянии соответственно 650 и 850 световых лет от Солнца, либо также были выброшены из самой старой подгруппы Орион OB1, либо являются остатками более раннего эпизода звездообразования, который произошел еще ближе к Солнцу.

Поскольку в «старых» подгруппах Ориона формирование звезд началось 5-10 млн лет назад (если не раньше), в них — с учетом их полной массы — должно было взорваться уже более десятка сверхновых. Вероятным остатком этих катаклизмов может быть так называемый «сверхпузырь Ориона-Эридана» (его границы выходят за рамки снимка IV). В Орионе наиболее заметным следом разлетающейся оболочки является Петля Барнарда¹³ — светящееся полукольцо с центром примерно в Туманности Ориона и поперечником около 350 световых лет, хорошо различимое на снимках в линии H α (IV). В противоположном направлении — уже не только в Орионе, но и в соседних Эридане и Тельце — видна вторая часть пузыря, распавшаяся на несколько отдельных оболочек. Весь пузырь «устремлен» прочь от главной плоскости Галактики и занимает на небе значительную площадь — примерно 20 \times 40 $^\circ$, что соответствует линейному размеру порядка 500 \times 1000 световых лет. Своим возникновением он, по-видимому, обязан не только вспышкам сверхновых, но также излучению и звездному ветру еще существующих и уже погасших светил.

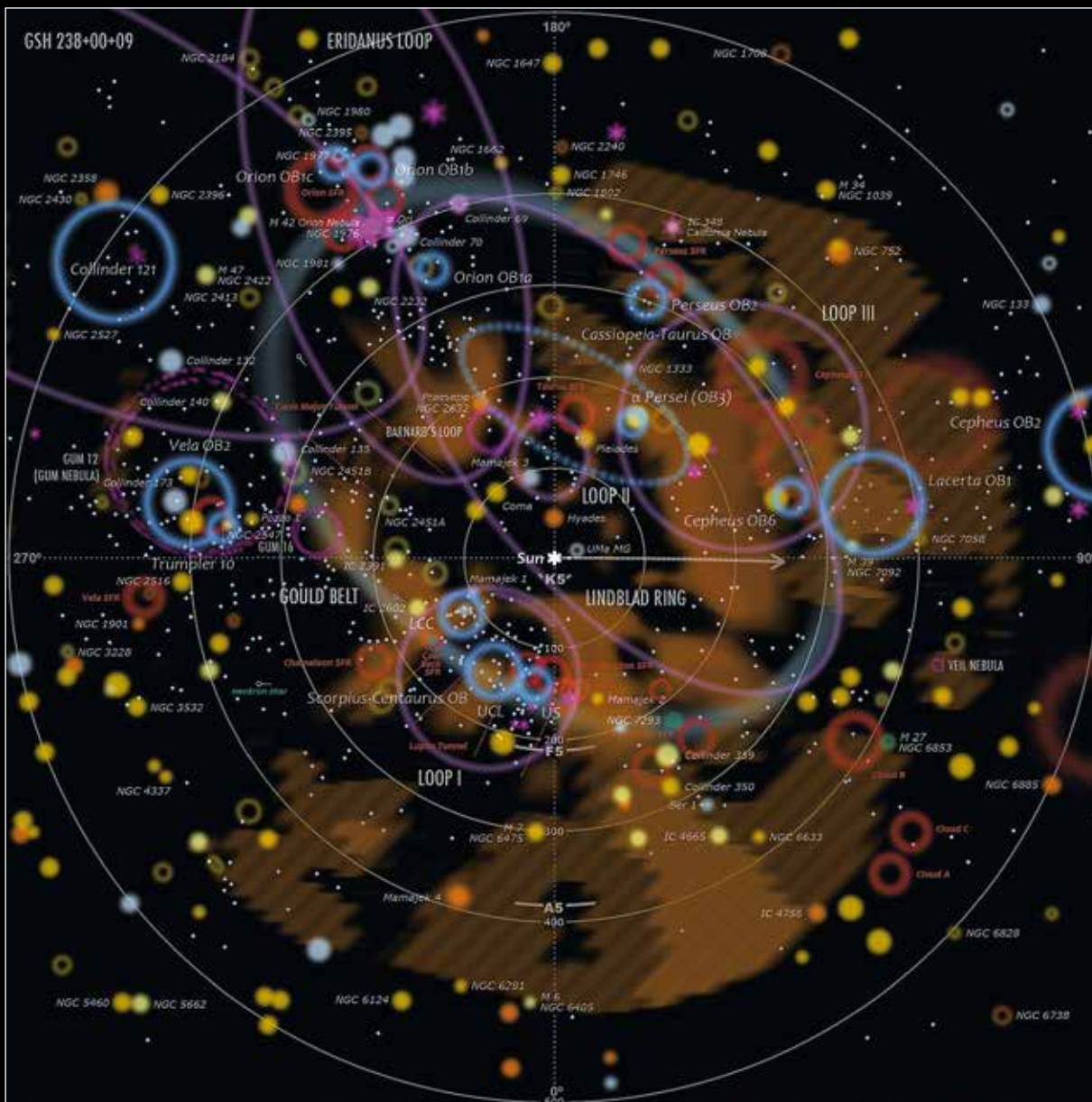
Большие масштабы

Звездообразование, наблюдаемое сейчас в облаках Орион А и Орион В, да и сама сплюснутая форма этих облаков, возможно, связаны со взаимодействием

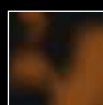


▲ Рукав Ориона (Orion Arm). Пояс Гулда находится внутри сферы радиусом 2 тыс. световых лет с Солнцем в центре.

¹³ Эдвард Барнард (Edward Barnard, 1857-1923) — американский астроном, член Национальной академии наук в Вашингтоне. Активно внедрял фотографию в практику астрономических наблюдений. Получил многочисленные снимки Млечного Пути и туманностей, составил первый каталог темных туманностей — ВПВ №8, 2006, стр. 38



▲ Окрестности Солнца в пределах 2 тыс. световых лет (в этих пределах мы можем достаточно уверенно определять расстояние до звезд, используя спектроскопические параллаксы — по зависимости «спектр-светимость»). Здесь присутствуют практически все известные типы галактических объектов. Несложно заметить, что Солнечная система в настоящее время находится в области пространства с низкой концентрацией межзвездного вещества — в так называемом «Местном пузырьке». Ближайшая «стена» сравнительно плотного газа расположена в 180 световых годах от нас на галактической долготе ~30°. Объекты, скрытые за этой «стеной», чаще всего недоступны наблюдениям в видимом диапазоне. Стрелка, идущая от Солнца, показывает примерное направление его движения в главной плоскости Галактики, а ее длина соответствует расстоянию, которое наше светило пройдет за миллион лет.



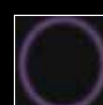
Холодный молекулярный газ



Молодые звезды



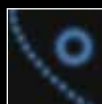
Зоны H II — оболочки с повышенной концентрацией ионизированного водорода, окружающие горячие массивные звезды. Ионизация (отрыв электронов от атомов) происходит под действием высокоэнергетического излучения этих звезд. Наличие таких оболочек обычно означает завершение процессов звездообразования в данной области.



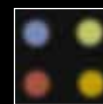
Пузыри и петли — расширяющиеся сферы, отмечающие распространение излучения от взрывов древних сверхновых. В процессе расширения их поверхностная яркость падает, а форма все сильнее отличается от сферической.



Области звездообразования — уплотнения холодной межзвездной материи размером в десятки световых лет, часто имеющие волокнистую или клочковатую структуру. Они постепенно сжимаются под действием собственной силы тяжести и в итоге дают начало новым поколениям звезд. Находясь на фоне звезд Млечного Пути или светящегося газа, могут наблюдаться как темные туманности.



OB-ассоциации — скопления массивных звезд с высокой температурой поверхности, сравнительно недавно образовавшихся из одного газово-пылевого облака. Как правило, входящие в их состав светила имеют массы не менее семи солнечных.



Рассеянные звездные скопления — группы звезд одного возраста, оставшиеся вблизи центров областей звездообразования. Цветом обозначены скопления, возникшие менее 30 млн лет назад (голубые), от 30 до 100 млн лет назад (желто-зеленые), от 100 до 500 млн лет назад (желтые) и свыше полумиллиарда лет назад (оранжевые). Размер значка пропорционален линейному размеру скопления.

между ними и Петлей Барнарда — той частью пузыря, которая движется примерно в сторону плоскости Галактики.

На масштабах в несколько тысяч световых лет становится заметно, что комплекс звездообразования в Орионе со всеми его облаками и оболочками является частью Пояса Гудда — немного вытянутой кольцеобразной структуры (XV), очерченной сгущениями атомарного и молекулярного водорода, а также молодыми звездами, звездными скоплениями и ассоциациями.¹⁴ Этот пояс расширяется со скоростью нескольких километров в секунду, что в сочетании с поперечником в сотни световых лет соответствует возрасту от 30 до 60 млн лет. Иными словами, несколько десятков миллионов лет назад в окрестностях Солнца произошел какой-то катаклизм, породивший разбегающуюся волну, которая сжимает межзвездный газ и стимулирует рождение новых звезд.

Наибольшая масса газа Пояса Гудда сосредоточена именно в Орионе. Возникает искушение предположить, что первым толчком для звездообразования в этой области стало именно расширение пояса. Это согласуется с пространственным распределением звезд Ориона: чем они старше — тем ближе к Солнцу. Интересно, что «волна», связанная с Поясом Гудда, распространяется не по галактическому диску, а под углом около 20° к нему. Именно благодаря этому комплекс в Орионе, в отличие от большинства областей звездообразования, оказался достаточно далеко от плоскости Галактики.

Еще один структурный элемент Млечного Пути, связанный с комплексом — это возможный спиральный галактический рукав (XV), который назвали «рукавом Ориона» (другое название — Местный ру-

кав).¹⁵ Споры о его существовании ведутся уже много десятилетий, однако и по сей день они далеки от разрешения. Нам вообще сложно изучать строение Галактики, находясь внутри нее, особенно в случае рукава, частью которого, вероятно, является Солнце. Точнее, оно входит в состав вытянутой звездной структуры, включающей, среди прочего, комплекс звездообразования в Орионе с одной стороны и газово-пылевые облака в Лебеде — с другой. Сначала эту структуру считали полноценным рукавом, потом ее «понижили в ранге» и к началу XXI века стали именовать «шпуром», то есть перемишкой между двумя «настоящими» спиральными рукавами. Однако точные измерения расстояний до областей образования массивных звезд в окрестностях Солнца, опубликованные в 2013 г., показали, что многие такие области, до этого считавшиеся «принадлежностью» других рукавов, на самом деле относятся к Местному рукаву. Это означает, что он более массивен, чем предполагалось ранее; кроме того, он оказался ориентирован скорее вдоль основных рукавов, чем поперек них. Так что, возможно, он еще вернет себе статус если не самостоятельного, то, по крайней мере, ответвления основного рукава.

Комплекс звездообразования в Орионе доминирует и в Поясе Гудда, и в Местном рукаве. Случайно ли в окрестностях Солнца оказались две довольно необычные крупномасштабные структуры? Предпринимались попытки объяснить их происхождение единым процессом — например, столкновением диска Млечного Пути с массивным межгалактическим газовым облаком. Впрочем, особого успеха они пока не имеют.

«Нестандартность» обстоятельств, в конечном итоге приведших к появлению комплекса Ориона, заставляет задуматься о правомерности его использования в качестве «эталонной» области образования массивных звезд. В самом деле, эта область стала образцом всего лишь потому, что ее просто очень удобно наблюдать. Она расположена вне полосы Млечного Пути, поэтому за ней не так много фоновых звезд и других объектов, которые бы запутывали картину. Взрывы сверхновых в значительной степени очистили пространство между Солнцем и Орионом от пыли и газа, так что межзвездное поглощение света в этом направлении незначительно. Орион хорошо виден из обоих полушарий Земли. В нем представлены разнообразные этапы звездной эволюции, звезды самых различных масс — от коричневых карликов до гигантов с массами в десятки солнечных. Неужели нам и впрямь так повезло, и прямо у нас перед глазами оказалась раскрыта энциклопедия звездообразования? Или все-таки прав был один из корифеев исследования зон ионизированного водорода Дональд Остерброк,¹⁶ сказавший, что любой хорошо изученный объект является пекулярным, «выбивающимся из ряда»?

Так или иначе, Ориону еще долго предстоит привлекать к себе внимание астрономов, пока развитие наблюдательной техники не позволит с теми же подробностями изучать и более далекие объекты — например, туманность «Тарантул» в Большом Магеллановом Облаке,¹⁷ в сравнении с которой Туманность Ориона кажется крохотным клочком газа...

¹⁶ Дональд Остерброк (Donald Osterbrock, 1924–2007) — американский астроном, исследователь звезд, межзвездного вещества и активных галактических ядер. Его работы способствовали доказательству наличия у нашей Галактики спиральных рукавов и уточнению их структуры.

¹⁷ ВПВ №6, 2007, стр. 7; №9, 2010, стр. 14

¹⁴ ВПВ №3, 2009, стр. 10

¹⁵ ВПВ №6, 2012, стр. 27



ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН
www.shop.universemagazine.com

Первыми узнавайте новости
на нашем сайте

**Коллекция ретрономеров
2007-2013 гг.**

в папках на кнопке

Соберите полную коллекцию журналов

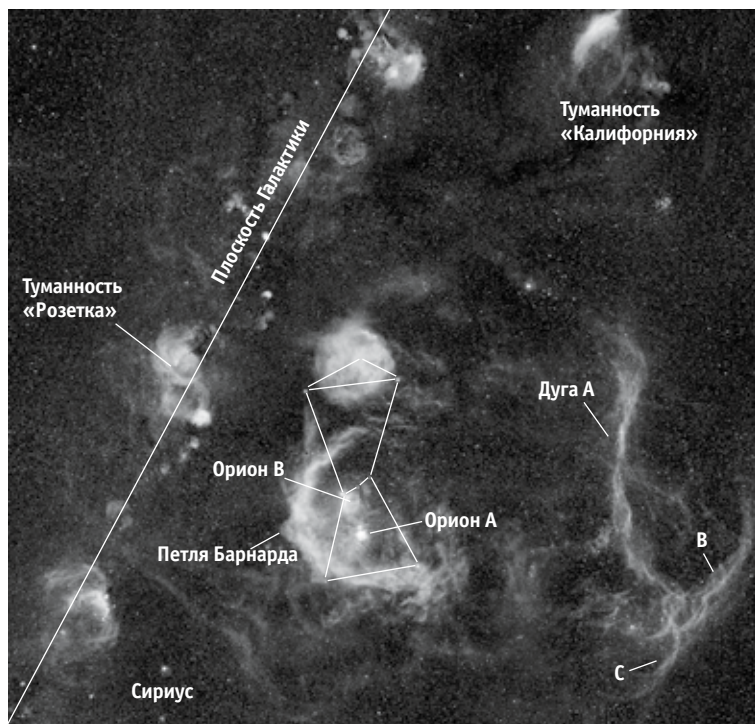


Дыхание звезд

К сожалению, человеческому глазу доступна лишь малая часть излучения, приходящего к нам из космоса — как по причине сравнительно низкой чувствительности зрения в узком «видимом» спектральном диапазоне, так и из-за того, что значительная часть этого излучения задерживается земной атмосферой. Возможности фотографической техники существенно шире, и для нее знакомая нам конфигурация звезд Ориона выглядит всего лишь

незначительным дополнением к грандиозному комплексу газовых туманностей, выходящему далеко за пределы этого созвездия. Снимки, сделанные в водородной линии H α , демонстрируют мощные скопления газа и более тонкие ажурные волокна — в частности, волокно в созвездии Эридана (слева внизу) — разогретой ионизированной материи, образовавшиеся при столкновении с разреженным веществом, которое заполняет межзвездное пространство со времен возникновения нашей Галактики, грандиозного расширяющегося «суперпузыря» Ориона-Эридана и других, более скромных по размерам, оболочек сверхновых.

Изображение комплекса туманностей Ориона-Эридана, полученное путем компьютерного сложения нескольких десятков кадров с общей экспозицией около 40 часов, совмещено со снимком зимнего пейзажа под звездным небом, чтобы дать примерное пред-



ставление о том, насколько впечатляющее зрелище предстало бы перед нами, будь наши глаза чувствительнее к длинноволновой (красной) части видимого спектра. Кроме Большой Туманности Ориона и Петли Барнарда, на фотографии видны газовые облака в нескольких соседних созвездиях — туманность «Розетка» (Единорог) и туман-

ность «Калифорния» (Персей). Слева от крыши расположен сверкающий Сириус — самая яркая звезда ночного неба.

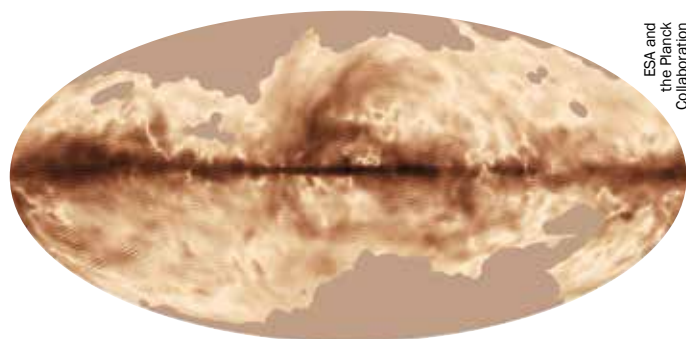
Авторы композиции — американский любитель астрономии Деннис ди Чикко и сотрудник журнала Sky & Telescope Шон Уокер (Dennis di Cicco, Sean Walker).

Источник: *The Big Picture*, — APOD 11.04.2009



Dennis di Cicco (TYAN) & Sean Walker, Skyandtelescope.com

Магнитная карта Млечного Пути



ESA and the Planck Collaboration



▲ Слева — изображение Галактики, полученное телескопом Planck в микроволновом диапазоне, справа — составной снимок небесной сферы в видимом свете в той же проекции.

Электромагнитное излучение (в том числе и видимый свет) имеет волновую природу, причем колебания этих волн происходят в случайно ориентированных плоскостях. Направления этих плоскостей можно определить специальными приборами — поляриметрами. Если оказывается, что некий объект испускает электромагнитные волны, плоскость которых «предпочитает» определенную ориентацию, говорят о поляризованном излучении. Измеряя величину его поляризации, астрономы могут изучать вызвавшие ее физические процессы. В частности, поляриметрия помогает выявить наличие и свойства магнитных полей в окрестностях источника излучения и в межзвездном пространстве.

Напредставленном изображении, опубликованном 6 мая 2014 г.,

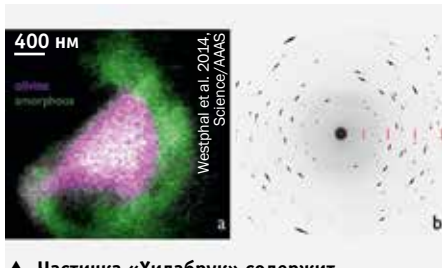
показаны результаты работы космического телескопа Planck,¹ на протяжении трех лет осуществлявшего измерение поляризации микроволнового излучения холодной межзвездной пыли. На основании этих данных ученые составили детальную карту распределения пылевой материи и магнитного поля в нашей Галактике. Более темными тонами показаны регионы с высокой степенью поляризации (и соответственно более высокой напряженностью магнитного поля), «узор» из тонких прожилок примерно отображает направление магнитных силовых линий на больших масштабах.

¹ ВПВ №5, 2013, стр. 4

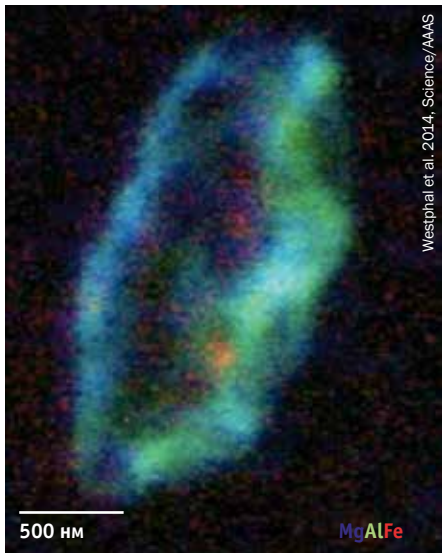
Семь «межзвездных путешественников»

Исключительно успешный проект Stardust, в ходе которого одноименный космический аппарат впервые доставил на Землю образцы кометного вещества,¹ на самом деле далек от завершения: огромное количество ученых и их добровольных помощников по всему миру в рамках программы Stardust@home продолжают поиски твердых частиц в аэрогелевых «ловушках». Основная масса этих частиц представляет собой кометную и астероидную пыль. Но это далеко не та пыль, которую мы небрежно смахиваем каждый день с клавиатуры домашнего компьютера. Во-первых, она намного мельче: размер ее частиц чаще всего измеряется микрометрами — тысячными долями миллиметра (из миллиарда космических пылинок можно слепить комок размером с крупицу сахара) — и в большинстве случаев приходится искать не саму пылинку, а трек, оставленный ею в толще аэрогеля. Во-вторых, ее состав абсолютно другой, и особенно сильно он отличается от привычных нам «земных» химических соединений относительным содержанием изотопов — атомов одного и того же элемента с разным числом нейтронов в ядре.² По этому признаку, в частности, исследователи смогли выделить семь частиц, с большой вероятностью имеющих межзвездное происхождение.³ Предварительный анализ показал, что у каждой из них может быть своя собственная история — время и место образования, маршрут странствий по Галактике и многое другое.

Межзвездная пыль предположительно выбрасывается в пространство в результате взрывов массивных звезд в конце их активного существования.⁴ Состав пылинок может многое рассказать о «характере» взорвавшегося светила, а также о том, как долго после образования конкретная



▲ Частичка «Хилабрук» содержит кристаллический минерал оливин (сиреневый цвет) и аморфный материал, в состав которого входят кислород, магний и железо (зеленый).



▲ Пылевая частица, получившая имя «Орион», наряду с аморфной железо-магниевого компонентой также содержит кристаллические минералы — оливин и шпинель.

пылевая частица скиталась по Млечному Пути, пока не достигла Солнечной системы. Две пылинки, получившие собственные имена «Орион» (Orion) и «Хилабрук» (Hylabrook), после миллиардов лет космического путешествия были принесены в жертву науке: их разрушили для более детального определения изотопного состава. Это поможет выяснить механизм их формирования и примерный регион Галактики, в котором они «родились». Крупнейшие частицы имеют кристаллическую структуру и состоят в основном из оливина — силиката железа и магния, достаточно распространенного на Земле. Возможно, перед тем, как начать «межзвездные



▲ След от удара частицы межпланетной пыли на поверхности блока аэрогеля, сфотографированный сотрудниками Космического центра им. Джонсона (Johnson Space Center) через несколько часов после того, как возвращаемая капсула аппарата Stardust совершила мягкую посадку в штате Юта.

странствия», они были частью протопланетного диска — газовой-пылевой облака вокруг молодой звезды, в котором происходило образование планет.

15 августа 2014 г. был дан старт седьмому этапу проекта Stardust@home — желающим принять участие в поисках еще нескольких пылинок увлекательная работа гарантирована. Пока удалось полностью исследовать лишь 77 из 132 аэрогелевых панелей, доставленных космическим аппаратом. Интересно, что четыре частицы найдены не в коллекторах, а в разделявших их пластинах алюминиевой фольги. Обследовать этот материал решила группа ученых под руководством Ронды Страуд из Военно-морской исследовательской лаборатории (Rhonda Stroud, Naval Research Laboratory), и, очевидно, небезуспешно. Правда, от самих частиц осталось не так уж много, поэтому специалистам пришлось также тщательно изучить микрократеры, возникшие при столкновении пылинок с фольгой. Физик Эндрю Вестфал из Калифорнийского университета в Беркли (Andrew Westphal, University of California, Berkeley) считает, что всего в образцах будет найдено не больше дюжины ценных межзвездных пылинок — примерно миллионная доля от общей массы «улова» зонда Stardust.

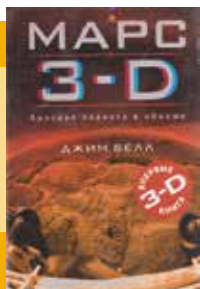
¹ ВПВ №2, 2006, стр. 16; №7, 2008, стр. 27

² ВПВ №9, 2013, стр. 10

³ Еще одним важным критерием межзвездного происхождения является направление и скорость движения частицы относительно межпланетного аппарата, определяемые по ее треку.

⁴ ВПВ №5, 2008, стр. 6; №6, 2014, стр. 8

КНИГИ-НОВИНКИ



Б002. Джим Белл. Марс 3-D. (в комплекте 3D-очки)
Хотя люди еще не побывали на Марсе, но благодаря двум самоходным роботам, работающим на его поверхности с января 2004 г., мы можем увидеть красочные 3D-панорамы Красной планеты, поражающие глубиной и красотой. Для просмотра объемных фотографий в книге встроены специальные очки.

П003. Роджер Пенроуз. Новый ум короля: о компьютерах, мышлении и законах физики.
Монография известного физика и математика Роджера Пенроуза посвящена изучению проблемы искусственного интеллекта. Возможно ли моделирование разума? Чтобы найти ответ на этот вопрос, автор рассматривает широчайший круг явлений, теорий и парадоксов.



Полный перечень книг и наличие shop.universemagazine.com
Телефон для заказа (067) 215-00-22

Главный источник космической пыли

Согласно данным, полученным европейской космической обсерваторией Herschel,¹ источником практически всей межзвездной пыли во Вселенной являются мощные взрывы массивных звезд в конце их «жизненного пути».² В космосе эта пыль смешивается с газом и становится «сырьем» для формирования новых звезд и планетных систем, включающих каменные планеты, похожие на нашу Землю.

Строго говоря, примерно такие представления у астрономов существовали и раньше, но подтвердить их удалось только после анализа наблюдений излучения холодной пыли в Большом Магеллановом Облаке (БМО) — неправильной галактике, расположенной приблизительно в 160 тыс. световых лет от Млечного Пути.³

Ученых особенно интересовал остаток Сверхновой, вспыхнувшей в БМО 23 февраля 1987 г. (SN 1987A). В максимуме блеска, достигнутом в мае того же года, она была хорошо видна невооруженным глазом (ее видимая яркость превысила 3-ю звездную величину) и стала самой близкой вспышкой сверхновой со времени изобретения телескопа.⁴

Яркость остатка в дальнем инфракрасном диапазоне, соответствующая излучению пылевых частиц с температурой около 23 К (-250 °С), оказалась намного выше ожидаемой — суммарно пыль в этой области излучает за единицу времени примерно в 200 раз больше энергии, чем Солнце. Это, в свою очередь, говорит об огромном ее количестве. По предварительным оценкам, пыли, образовавшейся при взрыве Сверхновой, хватило бы для «строительства» 200

тыс. планет размером с Землю — на три порядка больше, чем предполагалось ранее.

В современной Вселенной значительная часть пыли «производится» старыми красными звездами-гигантами, на поздних этапах эволюции начинающих рассеивать в пространстве свое вещество вместе с тяжелыми продуктами термоядерного синтеза. Однако миллиарды лет назад — в эпоху формирования Солнечной системы — таких звезд было намного меньше, и объяснить их «деятельность» все наблюдаемое обилие межзвездной пыли не удавалось (хотя спектральные методы показывают присутствие немалых ее количеств в удаленных галактиках, наблюдаемых в эпоху, когда от момента Большого Взрыва прошло не более 5 млрд лет). Теперь, похоже, астрономы имеют вполне удовлетворительный ответ на этот вопрос.

Недавно было проведе-

но специальное исследование, позволившее уточнить механизмы образования пылинок в расширяющихся оболочках взорвавшихся звезд.⁵ Происхождение космической пыли интересует ученых в первую очередь потому, что она содержит значительные количества углерода, азота, кислорода, фосфора и серы — ключевых химических элементов (наряду с водородом, заполнявшим Вселенную практически с первых минут ее существования), необходимых для синтеза молекул белков и нуклеиновых кислот, являющихся основой земных живых организмов. Также тяжелые атомы — такие, как натрий, алюминий, кремний, кальций, железо — входят в состав минералов, из которых состоят скалистые планеты наподобие Земли.

Источник: ESA/Herschel Press Release 07.07.2011.

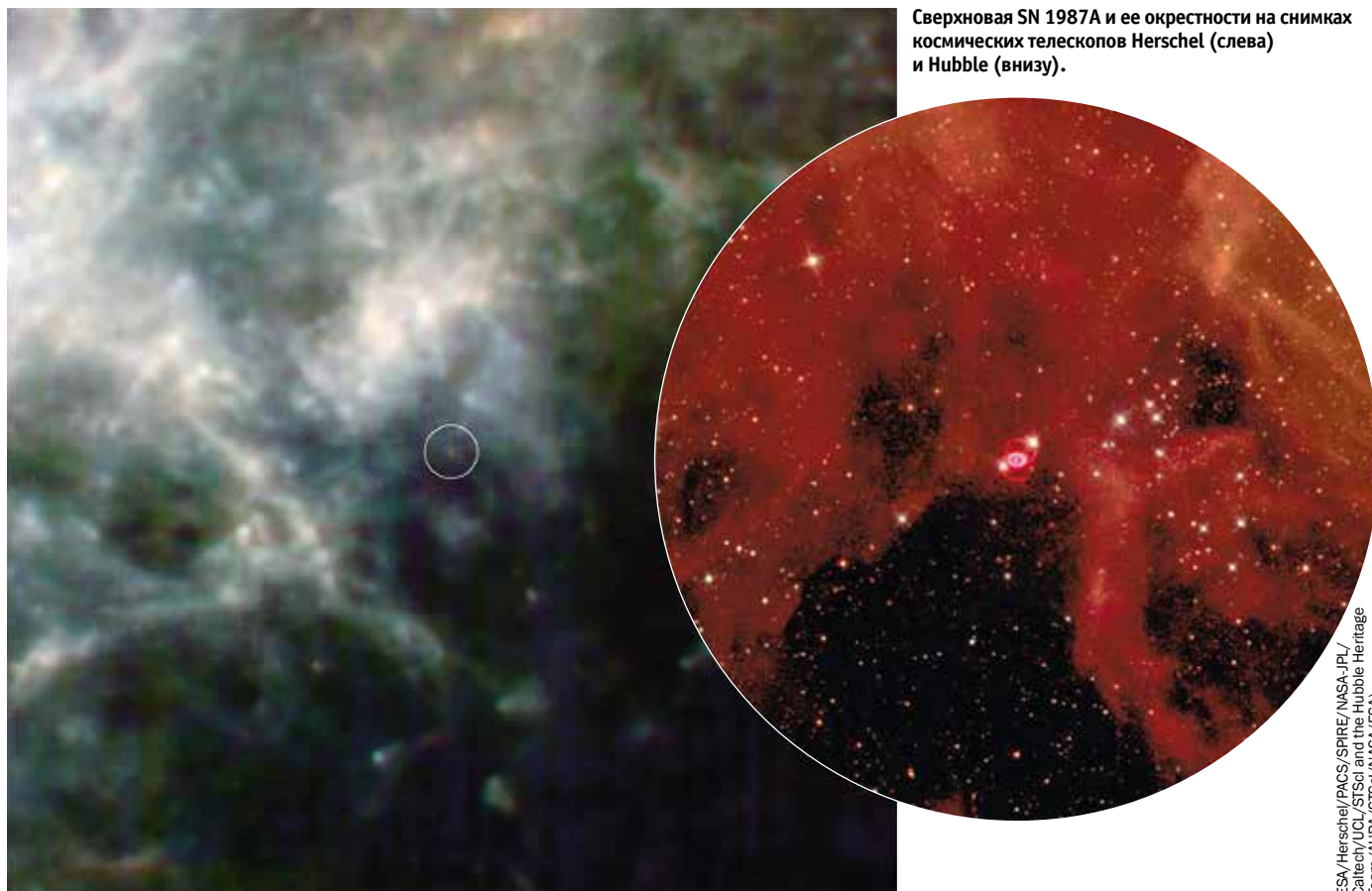
⁵ ВПВ №7, 2014, стр. 20

¹ ВПВ №10, 2009, стр. 8; №4, 2013, стр. 10

² ВПВ №5, 2009, стр. 9; №6, 2014, стр. 8

³ ВПВ №6, 2007, стр. 9

⁴ ВПВ №4, 2007, стр. 16



Сверхновая SN 1987A и ее окрестности на снимках космических телескопов Herschel (слева) и Hubble (внизу).

ESA/Herschel/PACS/SPIRE/NASA-JPL/Caltech/UCL/STScI and the Hubble Heritage Team (AURA/STScI/NASA/ESA)

Herschel завершил обзор пыли в локальной Вселенной

Специалисты в основном завершили расшифровку данных космического телескопа Herschel, осуществившего масштабный обзор распределения пыли в ближайших галактиках, что позволило астрономическому сообществу получить в свое распоряжение огромный объем ценнейшей информации.

Космические пылинки являются одним из фундаментальных ингредиентов газовой-пылевой облаков — «строительного материала» для формирования звезд и планет. Известно, что их массовая доля в межзвездной материи невелика, изучать эту компоненту достаточно сложно, поэтому астрономы еще весьма далеки от понимания всех особенностей участия пыли в эволюции галактик за пределами Млечного Пути и Местной группы.¹ Среди вопросов, особенно интересующих ученых, следует выделить зависимость свойств пылевой компоненты каждой галактики от ее типа, а также связь этих особенностей с основными закономерностями галактической эволюции.

До завершения эксплуатации в апреле 2013 г. Herschel успел осуществить самый полный на данный момент обзор инфракрасного излучения космической пыли в звездных системах, расположенных на расстоянии 50-80 млн световых лет. По результатам этого обзора был составлен каталог, содержащий 323 галактики с различными особенностями процессов звездообразования и разным химическим составом. Далее эти данные сопоставили с результатами цифрового обзора

Sloan Digital Sky Survey (видимый и ближний инфракрасный спектральный диапазон).² Наблюдения телескопа Herschel позволяют астрономам определить зависимость мощности излучения пыли от длины волны, что крайне важно для понимания ее физических свойств. Например, в галактиках с продолжающимися активными процессами звездообразования должны доминировать более массивные горячие звезды, а значит, пыль в таких галактиках также должна быть теплее и максимум ее излучения приходится на более короткие волны. Самые теплые пылинки концентрируются в областях, где интенсивно протекает формирование новых звезд.

При детальном анализе стало ясно, что в подобных исследованиях взаимосвязи темпов звездообразования и «запыленности» галактик следует принимать во внимание и другие, не менее важные факторы — в частности, химическое обогащение (содержание элементов тяжелее гелия).³

Данные обсерватории Herschel будут дополнены наблюдениями, ведущимися с помощью других телескопов инфракрасного и субмиллиметрового диапазона — таких, как недавно введенный в строй массив ALMA (Atacama Large Millimeter Array) в Чили.⁴ Это позволит астрономам взглянуть на пыль в галактиках, расположенных на самом краю наблюдаемой Вселенной.

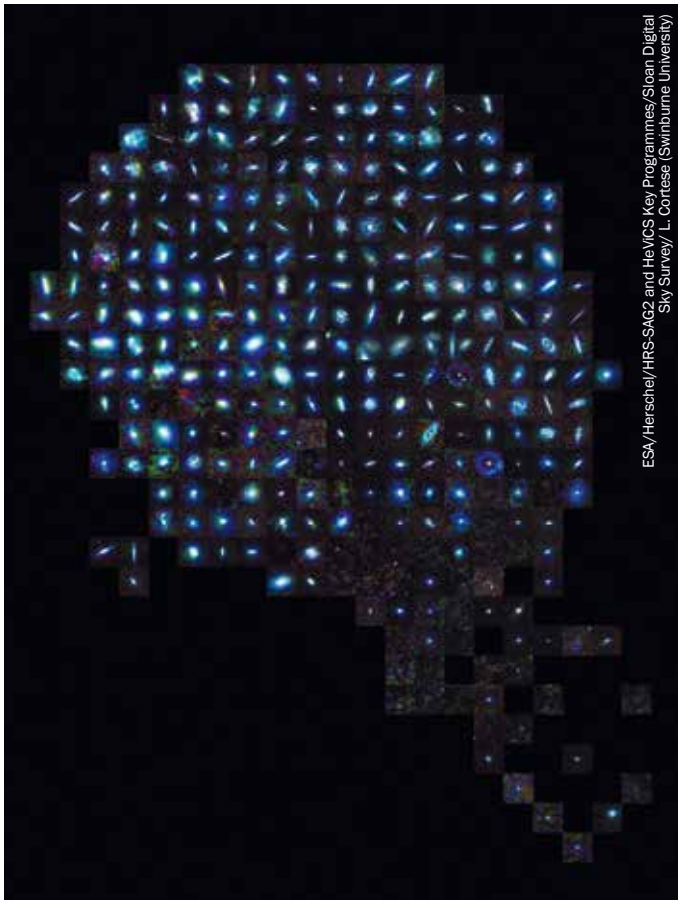
Источник: ESA/Herschel Press Release, 18 March 2014.

² ВПВ №1, 2011, стр. 13

³ ВПВ №6, 2014, стр. 4

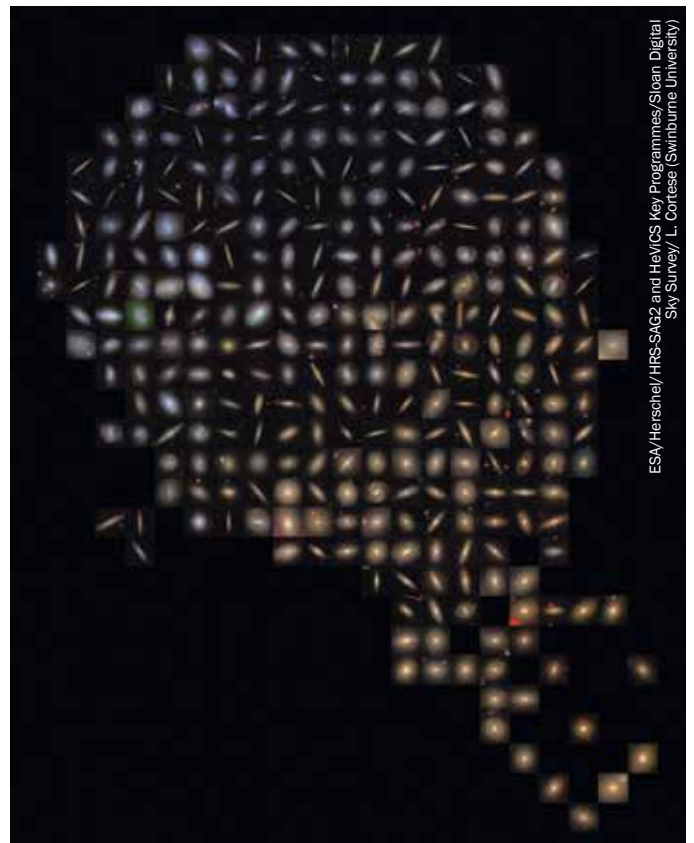
⁴ ВПВ №10, 2012, стр. 18; №8, 2014, стр. 10

¹ ВПВ №6, 2007, стр. 4



▲ Коллаж из изображений отдельных галактик в порядке уменьшения содержания в них пылевой материи — от самых богатых в левом верхнем углу до крайне обедненных в правом нижнем. «Запыленные» галактики, как правило, принадлежат к типу спиральных или нерегулярных, в то время как эллиптические содержат пыли крайне мало. Синим и красным цветом показана относительная температура (от холодного вещества к более теплему).

▼ Для сравнения те же галактики показаны в видимом диапазоне спектра. Здесь синий цвет соответствует молодым звездам — горячим массивным объектам, «сжигающим» запасы своего водородно-гелиевого термоядерного «горючего» на протяжении нескольких миллионов лет (это крайне мало по космической шкале времени). Наоборот, красные звезды можно назвать «долгжителями» — они менее массивны, термоядерные реакции в их недрах, имеющих более низкую температуру, идут не так интенсивно, а следовательно, такие звезды живут дольше — десятки миллиардов лет.





Двигаясь сквозь облако межзвездной пыли, звезды Плеяд подсвечивают его и формируют в нем удивительные структуры.

Плеяды в пыли

В 1879 г. американский астроном Бенджамин Гулд (Benjamin Apthorp Gould) впервые обратил внимание на то, что яркие звезды на небе образуют пояс, наклоненный к полосе Млечного Пути. Более поздние исследования подтвердили наличие в окрестностях Солнца тороидальной области повышенной концентрации материи, названной в честь первооткрывателя «Поясом Гулда».¹

Существует несколько гипотез, объясняющих происхождение этого пояса. Одна из них утверждает, что он представляет собой ударную волну, возникшую 50-60 млн лет назад при столкновении с галактическим диском гигантского молекулярного облака, «притянутого» гравитацией Млечного Пути. Такие облака движутся в пределах Местной группы галактик, причем их траектории достаточно хаотичны и они могут приблизиться к нам практически с любого направления. Часть из них уже захвачена гравитацией нашей звездной системы и при своем вращении вокруг массивного околоядерного сгущения (балджа) периодически пересекает главную плоскость

Галактики, взаимодействуя с ее веществом и инициируя всплески звездообразовательной активности в кольцевых структурах, подобных поясу Гулда.

Одно из таких облаков, имеющее массу более одного миллиона масс Солнца, сейчас приближается к плоскости Млечного Пути со скоростью около 70 км/с. Столкновение с ним произойдет примерно через 27 млн лет в области галактического рукава Персея.²

Еще одна гипотеза предполагает, что к расширению пояса Гулда причастны один или несколько взрывов сверхновых, в результате которых 10 млн лет назад образовался так называемый Местный пузырь — сравнительно свободная от межзвездного вещества область пространства. В настоящее время Солнце находится недалеко от его центра.

Известное звездное скопление Плеяды в созвездии Тельца, хорошо видимое практически во всех местностях, постоянно населенных людьми, представляет собой группу звезд (числом около тысячи), образованных из одного гигантского молекулярного облака и имеющих

примерно одинаковый возраст.³ Гравитационно они почти не связаны — через десятки миллионов лет скопление распалось так же, как миллиарды лет назад распался кластер, в котором образовалось наше Солнце. Остатки газово-пылевого сгустка, «породившего» Плеяды, давно уже рассеялись в пространстве под влиянием излучения его горячих белых звезд. Однако примерно 100 тыс. лет назад это скопление углубилось в пылевые облака, являющиеся частью Пояса Гулда, благодаря чему мы имеем возможность видеть освещенную часть этих облаков и наблюдать взаимодействие излучения звезд с пылевыми частицами. Пылинки меньших размеров быстрее «выметаются» звездным ветром, чем более крупные, в результате чего облако пыли постепенно приобрело сложную волнообразную структуру, хорошо заметную на снимках с большой экспозицией.

³ ВПВ №8, 2008, стр. 4

¹ ВПВ №3, 2009, стр. 10

² ВПВ №1, 2008, стр. 15

Присоединяйтесь к нам
в социальных сетях



История самых больших телескопов

От линз Галилея до адаптивной оптики

За 405 лет истории развития оптических телескопов их апертуры увеличились почти в тысячу раз, благодаря чему за это же время в несоизмеримо большее количество раз увеличился объем человеческих знаний о Вселенной.

Владимир Манько,
журнал «Вселенная, пространство, время»



Датой начала эпохи телескопической астрономии считается 25 августа. В этот день 405 лет назад флорентийский ученый Галилео Галилей (Galileo Galilei) направил на небо свою первую зрительную трубу, составленную из плосковыпуклой и плосковогнутой линз диаметром всего полтора сантиметра и дававшую трехкратное увеличение. Увидеть в такой инструмент что-то особенное было невозможно — основные астрономические открытия Галилеем сделаны позже, с помощью более совершенных приборов, уступавших, впрочем, по своим наблюдательным возможностям скромному современному биноклю.



▲ Галилей показывает телескоп венецианскому дожу (фреска Дж. Бертини).

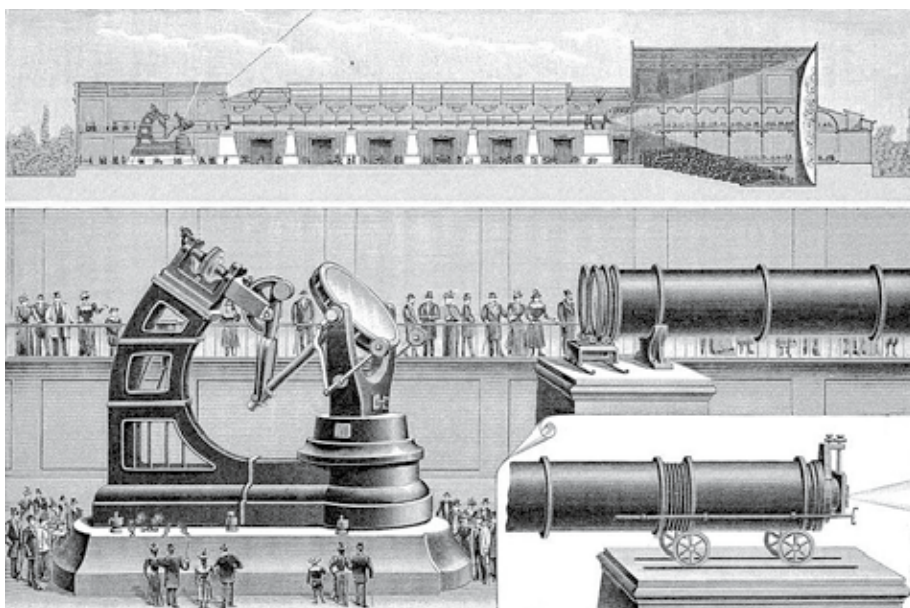
С тех пор развитие астрономии было неотделимо от прогресса техники наблюдений. Даже бегло взглянув на историю оптических телескопов, несложно прийти к выводу о том, что главным направлением совершенствования стало увеличение их размеров, а точнее — диаметра объектива (апертуры). Именно этот параметр и определяет важнейшие характеристики астрономического инструмента — проникаемость и разрешающую способность.¹

Эпоха длинных труб

...Посетители Парижской Всемирной выставки 1900 года имели возможность ознакомиться с интереснейшим

¹ ВПВ №4, 2014, стр. 40

◀ Из купола одной из башен Очень большого телескопа Европейской Южной обсерватории (VLT ESO) в небо направлен луч лазера новой системы адаптивной оптики во время ее испытания 14 февраля 2013 г. С помощью этого луча в верхних слоях атмосферы — на высоте около 90 км — создается тонкое облако светящихся газов, своеобразная «искусственная звезда». По форме ее изображения в фокусе первичного зеркала вычисляются неоднородности воздушных потоков в данный конкретный момент, после чего компьютер подает импульсы на пьезоэлектрические элементы в основании зеркала, и оно искривляется так, чтобы компенсировать искажения, вносимые атмосферой.



▲ Гравюра, изображающая Большой рефрактор с Парижской Всемирной выставки 1900 г. Вверху — общий вид, слева — сидеростат (вращающееся зеркало), справа — объективный конец трубы, внизу на врезке — окулярный узел.

экспонатом — телескопом с диаметром объектива 125 см и длиной трубы 60 м. Огромные размеры делали невозможным наведение этого инструмента на небесные тела и дальнейшее слежение за ними: для этого использовалось двухметровое вращающееся плоское зеркало (сидеростат), установленное перед объективом. Гигантская труба была укрыта в специальном павильоне и покоилась в горизонтальном положении на двух десятках подставок, которые не позволяли ей прогибаться. Окулярная часть располагалась на небольшой тележке, катавшейся по полутораметровому отрезку рельсового пути, а самый слабый окуляр обеспечивал минимальное (!) увеличение около 500 крат при поле зрения чуть больше трех угловых минут (примерно десятая часть среднего видимого диаметра лунного диска). Понятно, что использовать такой неудобный в обращении инструмент для серьезных научных наблюдений не представлялось возможным.

Экспонат Всемирной выставки был самым большим в истории рефрактором — телескопом, использующим для построения изображения линзовый объектив. Этот объектив (на самом деле он состоял из двух линз) до сих пор хранится в Парижской обсерватории в качестве технического курьеза. Остальная

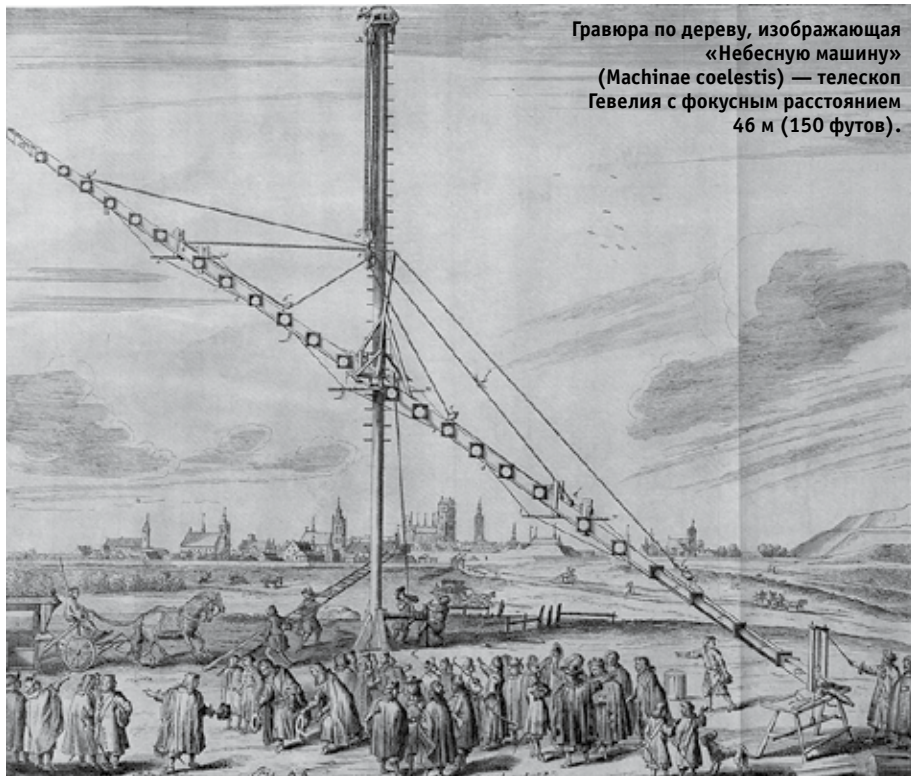
конструкция уникального инструмента не сохранилась — вскоре после окончания выставки ее разобрали и сдали на металлолом.

Первое серьезное усовершенствование в схему телескопа-рефрактора внес еще в начале XVII века Иоганн Кеплер (Johann Kepler).² Он использовал в качестве окуляра плосковыпуклую — «увеличительную» — линзу вместо плосковогнутой (рассеивающей). Это новшество сразу же положительно сказалось на качестве изображения, величине поля зрения и значениях доступных увеличений.

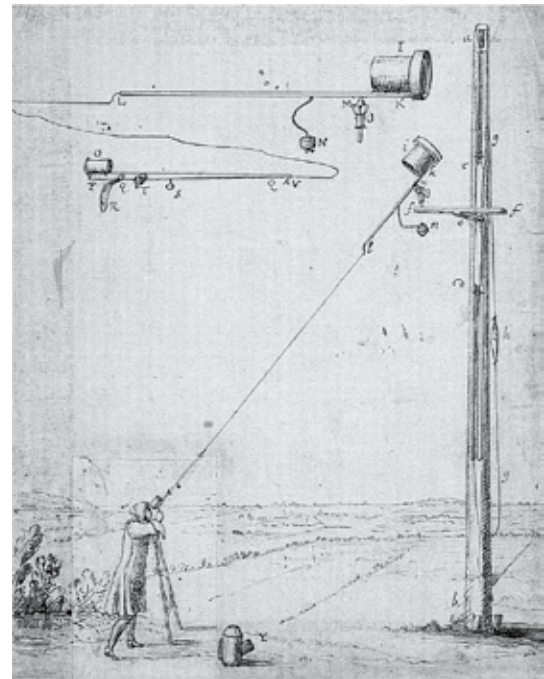
Дальнейший прогресс линзовых телескопов находился в руках мастеров стекольного дела. Но когда астрономы наконец-то получили в свое распоряжение линзы из однородного прозрачного материала вместо прежнего мутноватого стекла со множеством пузырьков и прочих включений, дали о себе знать законы распространения света, которые, казалось, обойти уже никак не получится.

Речь идет о дисперсии — различном преломлении световых лучей с разной длиной волны (разного цвета) на границе оптических сред неодинаковой плотности. Ей мы обязаны, в частности, возникновением радуги — в этом случае в качестве двух преломляющих сред выступают вода и воздух. В линзовом же телескопе дисперсия приводит к появлению яркого разноцветного ореола вокруг изображения точечного источника света. Изучать в его присутствии тонкие детали, например, планетных дисков становится невозможным.

² ВПВ №3, 2009, стр. 16



Гравюра по дереву, изображающая «Небесную машину» (Machinae coelestis) — телескоп Гевелия с фокусным расстоянием 46 м (150 футов).



▲ Телескоп Гюйгенса не имел трубы как таковой. На этой зарисовке, опубликованной ученым в 1684 г., показан способ использования такого инструмента.

Правда, у линз, имеющих большое фокусное расстояние при относительно малом диаметре, величина этого искажения оказалась приемлемой для большинства наблюдательных задач тогдашней астрономии. Наступило время телескопов с длинными и тонкими трубами. Впрочем, некоторые из них обходились вообще без труб: линза в виде плосковыпуклой стеклянной пластины в элементарной оправе подвешивалась на высокой мачте, а с помощью системы тросов ее можно было опускать, поднимать и поворачивать так, чтобы наблюдатель, находившийся вблизи фокуса, видел сквозь нее объект наблюдений. Часто такие телескопы не требовали даже окуляров — человеческий глаз вполне мог сфокусироваться до нужного расстояния, чтобы рассматривать построенное объективом изображение.

Когда над черепичными крышами европейских городов поднялись линзы «воздушных телескопов», наконец-то появилась возможность определить, какой из них самый большой. В 1645 г. польский астроном Ян Гевелий (Jan Heweliusz) построил рефрактор с диаметром объектива 12 см. Длина трубы этого инструмента составила 46 м — всего на треть меньше, чем у «гиганта» с Парижской выставки. Чтобы она не прогибалась под собственной тяжестью и могла наводиться на нужный объект, ученый подвесил ее на сложной системе тросов и растяжек.

Следующий шаг в сторону увеличения диаметра сделал голландский физик и математик Христиан Гюйгенс (Christiaan

Huygens), экспериментировавший с линзами размером 19-22 см. Труба в его телескопе отсутствовала вообще, но это не помешало ему в 1655 г. открыть Титан — самый большой спутник Сатурна — и впервые описать кольца этой планеты. Однако и Гюйгенсу, и другим астрономам того времени становилось ясно, что «предел роста» таких конструкций уже практически достигнут, и необходимо кардинально менять подходы к созданию телескопов.

Металлические зеркала

На самом деле решение было предложено еще Галилеем, вместе с венецианским математиком Джованни Франческо Сагрето (Giovanni Francesco Sagredo) рассматривавшим возможность использования в качестве объектива вогнутого зеркала — фрагмента сферы. Позже, уже с применением математических методов, ученые XVII столетия пришли к выводу, что оптимальной формой для зеркального объектива должен быть парабоид вращения³ — именно такая фигура наилучшим образом собирает параллельные лучи разного цвета в одну точку. Первое подробное теоретическое описание одной из моделей зеркальных телескопов опубликовал в 1663 г. шотландский математик Джеймс Грегори (James Gregory),

³ Параболоидом, по сути дела, был и фантастический аппарат, описанный Алексеем Толстым в романе «Гиперболоид инженера Гарина» — в этом случае научная достоверность оказалась принесена в жертву звучности названия.

а реализовать эту идею на практике смог пятью годами позже знаменитый английский физик Исаак Ньютон (Isaac Newton),⁴ построивший первый «рабочий образец» с диаметром объектива 33 мм. В его телескопе сфокусированный пучок света направлялся в глаз наблюдателя под прямым углом к оптической оси с помощью небольшого плоского вторичного зеркала. Эта система оказалась весьма удачной и широко используется до сих пор (в основном любителями астрономии) под названием «системы Ньютона».

Вначале объективы зеркальных телескопов, получивших название «рефлекторов», делались из специального сплава, довольно тяжелого и дорогостоящего. Полноценные наблюдения в такие инструменты можно было вести на протяжении месяца-двух после окончания полировки: металлическая поверхность быстро тускнела под действием влаги, кислорода и других атмосферных газов. Далее зеркало приходилось фактически полировать заново.

В 1734 г. еще один шотландский математик и по совместительству оптик Джеймс Шорт (James Short) воплотил «в металле» теоретические разработки Грегори, создав объектив диаметром 38 см. С тех пор и до настоящего времени самым крупным телескопом мира остается рефлектор той или иной конструкции. В 1750 г. им стал 50-сантиметровый рефлектор Шорта, а в 1780 г. «первое место» занял телескоп, созданный английским священником Джо-

⁴ ВПВ №12, 2008, стр. 34

ном Мичеллом (John Michell), известным также своими трудами в области физики и геологии. Его инструмент имел главное зеркало диаметром 75 см.

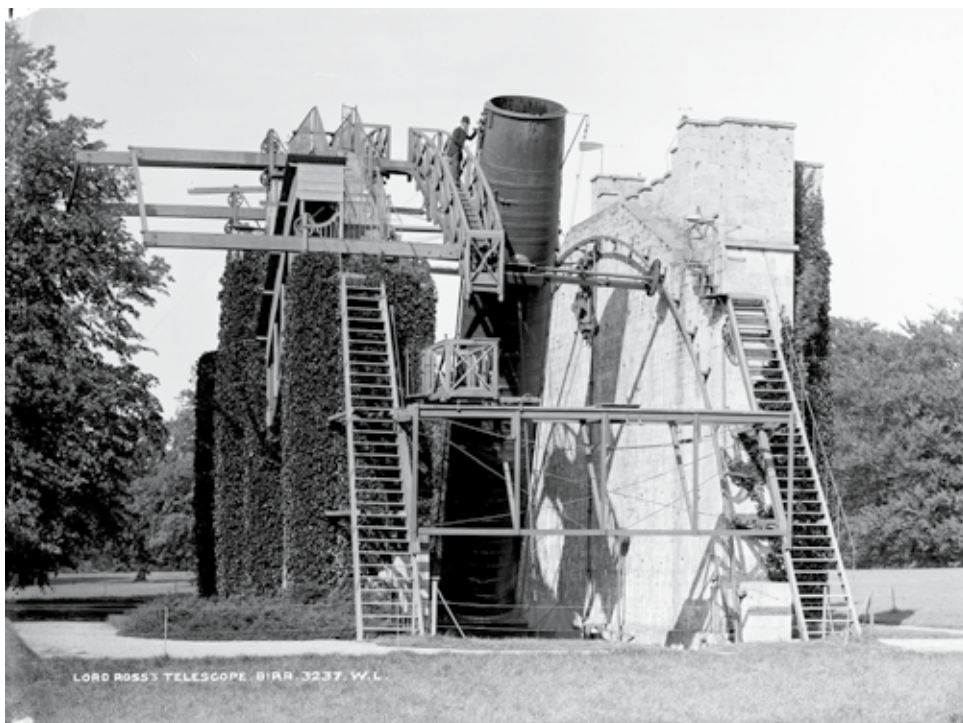
Далее пришел черед рефлектора, построенного в 1789 г. знаменитым британским астрономом Уильямом Гершелем (William Herschel). Поскольку фокусное расстояние этого телескопа было равно 40 футам (~12 м), он вошел в историю под названием «Большого сорокафутного». Его главное зеркало имело диаметр 126 см. Инструмент активно эксплуатировался до 1815 г. Интересно, что вторичного зеркала он не имел: наблюдатель, державший в руке окуляр, стоял у огромной трубы, «на дне» которой находился объектив, и заглядывал в нее через край, рассматривая отражение звездного неба.⁶ И наконец, в 1845 г. вступило в строй 183-сантиметровое творение Уильяма Парсонса (William Parsons), 3-го лорда Росса — «Парсонстаунский Левиафан», установленный в ирландском замке Бирр. Его зеркало стало последним, сделанным из металла. Во второй половине XIX века наступила эра больших стеклянных зеркал, фактически продолжающаяся до наших дней.

Возвращаясь к рефракторам

Параллельно с совершенствованием конструкций зеркальных телескопов и методов изготовления зеркал для них

⁶ Сложности работы с таким инструментом можно себе представить, зная, что масса его главного зеркала превышала тонну...

▼ **Объектив крупнейшего телескопа XIX века — «Парсонстаунского Левиафана» — имел диаметр 1,83 м. Он может считаться самым большим астрономическим инструментом, когда-либо изготовленным непрофессионалом.**



оптики не оставляли надежд исправить ключевые недостатки рефракторов. Уж больно заманчивыми были их преимущества — более высокая контрастность изображения и меньшая чувствительность к положению линзового объектива, позволяющая использовать их без регулярной подстройки элементов оптической системы (юстировки). Вдобавок шло быстрое развитие технологий выплавки достаточно прозрачного оптического стекла и получения поверхностей нужной кривизны. Уже в 20-е годы XVIII века начались эксперименты с линзами из стекла различного состава. Выяснилось, что можно подобрать такую комбинацию из плосковыпуклого «легкого» и плосковогнутого «тяжелого» стекло, при которой их дисперсия взаимно компенсируется, но вся оптическая система сохраняет способность фокусировать световые лучи. Телескоп с таким двухлинзовым объективом получил название «ахроматический рефрактор» (ахромат). Его первый рабочий вариант диаметром 6,4 см испытал в 1733 г. британский изобретатель Честер Мур Холл (Chester Moore Hall). Сейчас такая система используется практически во всех производимых в промышленных масштабах биноклях и зрительных трубах, а также в некоторых любительских телескопах. Их изготовление требует точного расчета формы линз и постоянного состава оптического стекла, применяемого в конкретной модели.⁶

Ахроматом был и рефрактор с Парижской выставки. Почему же он оказался неэффективным? Дело в том, что у линз крупнее определенного размера начинает проявляться еще одно неприятное физическое свойство стекла — его текучесть. Линзовый объектив, поддерживаемый только за края, меняет свою форму под действием силы тяжести в зависимости от ориентации, и уследить за этими изменениями весьма сложно. Максимальный размер линзы, для которого все эти ограничения удалось более-менее преодолеть, составил 102 см. Именно такой диаметр имеет главный телескоп Йеркской обсерватории в штате Висконсин (в настоящее время принадлежит Университету Чикаго), вступивший в строй в 1897 г. и успешно эксплуатируемый до наших дней.⁷

Гонка за апертурой

Дальнейший прогресс в телескопостроении связан с именем французского физика Леона Фуко (Léon Foucault), в 1858 г. предложившего достаточно простой метод контроля отражающей сферической поверхности (позже этот метод был модифицирован для параболоидов и гиперболоидов вращения), а также с появлением технологии изготовления стеклянных заготовок большого размера и придания им нужной формы. Рефлекторы снова начали уверенно завоевывать свое «место под звездами» благодаря трем обстоятельствам: во-первых, для них важна прочность и однородность стекла, но совершенно не важна прозрачность; во-вторых, во время наблюдений «работает» только одна его поверхность, а вторую можно, как говорят оптики, «разгрузить» с помощью специальных подпорок, предохранившись от прогибов зеркала при изменении его положения. И, конечно же, стекло в итоге оказалось легче, дешевле и доступнее металлического сплава. А процесс нанесения на отполированную стеклянную поверхность отражающего серебряного покрытия был детально описан еще в 1835 г. немецким химиком Юстусом Либигом

⁶ Строго говоря, ахроматы удовлетворительно фокусируют лучи только двух выбранных участков спектра — чаще всего голубые и оранжевые. Для более полной фокусировки всего видимого спектра используются сложные и дорогие трехлинзовые системы, называемые «апохроматическими». Первый такой объектив диаметром 9,5 см создал в 1763 г. британский оптик Питер Доллонд (Peter Dollond)

⁷ Американский предприниматель Чарльз Йеркс (Charles Yerkes), выделивший средства на строительство телескопа, стал прототипом Фрэнка Каупервуда — главного героя трилогии Теодора Драйзера «Финансист», «Титан» и «Стоик»

(Justus von Liebig) и усовершенствован все тем же Леоном Фуко.⁸

В 1879 г. английский любитель астрономии Эндрю Коммон (Andrew Ainslie Common) в лондонском пригороде Илинге построил рефлектор со стеклянным посеребренным объективом диаметром 36 дюймов (91,5 см) — крупнейший на тот момент в своем классе. Позже он продал этот инструмент британскому бизнесмену и политику Эдварду Кроссли (Edward Crossley), в 1895 г. передавшему его Ликской обсерватории в американском штате Калифорния.⁹ Следующий телескоп Коммона с полутораметровым зеркалом был построен в 1889 г., после смерти оптика продан Гарвардскому университету и в 1933 г. после небольшой модернизации установлен на Бойденской обсерватории (Южная Африка), став почти на столетие крупнейшим астрономическим инструментом Южного полушария. Но превзойти «Левиафан» лорда Росса удалось только в 1917 г., когда на калифорнийской обсерватории Маунт Уилсон вступил в строй рефлектор Хукера¹⁰ с диаметром главного

⁸ Сейчас большинство астрономических зеркал покрывают алюминий в специальных вакуумных камерах.

⁹ Главным инструментом Ликской обсерватории в то время был 91-сантиметровый рефрактор (второй по величине действующий линзовый телескоп).

¹⁰ Этот инструмент получил имя американского филантропа Джона Хукера (John Daggett Hooker), финансировавшего его строительство.

зеркала ровно 100 дюймов — 254 см. Именно на нем совершил свои открытия знаменитый Эдвин Хаббл (Edwin Hubble).¹¹

Как ни странно, на дальнейшую ситуацию с крупнейшими телескопами никак не повлияло изобретение Дмитрием Максудовым менисковых систем, и причина этого была названа выше: мениск большого размера неизбежно начинал прогибаться под собственной тяжестью. Более важными оказались проблемы, связанные с наведением на объект наблюдений и удержанием его в поле зрения (компенсацией суточного вращения Земли).¹² Монтировки, способные выдерживать вес многотонных конструкций и приводить их в движение, становились все сложнее. Фактически последним крупным инструментом, установленным на экваториальной монтировке, стал следующий «рекордсмен» нашего списка — 200-дюймовый (508 см) рефлектор Паломарской обсерватории, получивший имя американского астронома Джорджа Хейла (George Ellery Hale). Этот телескоп увидел свой «первый свет» в 1948 г.

Спустя почти 30 лет — в 1975 г. — недалеко от станции Зеленчукской на Северном Кавказе заработал 6-метровый «Большой телескоп азимутальный» (БТА).

¹¹ ВПВ №5, 2009, стр. 4; №6, 2009, стр. 4

¹² ВПВ №5, 2014, стр. 42

Как понятно из названия, он установлен на более простой, но менее удобной в управлении азимутальной монтировке с вертикальной и горизонтальной осями. Компьютерная система наведения позволяла успешно осуществлять слежение за небесными телами, однако в итоге самый большой телескоп, построенный в Советском Союзе, оказался ненамного мощнее своего калифорнийского «конкурента». К тому же он находится на более высокой географической широте, что серьезно ограничивает круг доступных ему объектов.

Зеркала нового поколения

В 80-е годы прошлого столетия сразу несколько международных консорциумов и научных организаций, представляющих разные страны, взялись за проектирование и строительство еще более крупных инструментов. И вскоре столкнулись с неприятным обстоятельством: при диаметре зеркала свыше 8 м даже оптимальная разгрузка и максимально облегченная внутренняя структура (стеклянные заготовки изготавливались с системой глубоких треугольных выемок на необрабатываемой стороне) не позволяли избежать прогибов и других деформаций. Казалось бы, предел достигнут... но телескопостроители снова проявили чудеса изобретательности. Их ответом на возникшие трудности стал объектив, составленный из нескольких элементов, тщательно выравниваемых друг относительно друга. Промежутки между «кусками» зеркала, конечно же, вносили свои искажения в получаемую картинку, но они были не столь существенными по сравнению с выигрышем за счет увеличения общей собирающей площади.

По такой технологии был построен телескоп Кеск I на обсерватории Мауна Кеа (Гавайские острова),¹³ введенный в эксплуатацию в 1993 г. Он использовал разработанную незадолго до начала его сооружения технику адаптивной оп-

¹³ ВПВ №4, 2007, стр. 4



Южноафриканский Большой телескоп SALT с зеркалом поперечником 11 м.



▲ Составное главное зеркало телескопа SALT.



NASA/MSFC/David Higginbotham

▲ Очень большой телескоп Европейской Южной обсерватории (VLT ESO) — комплекс из четырех 8,2-метровых рефлекторов, объединенных в одну систему (интерферометр). Расположен на высоте 2635 м в Чилийских Андах.

▼ Внутри купола одного из 8,2-метровых телескопов VLT ESO, обозначенного номером 1 (Unit Telescope 1 — UT1) и получившего собственное имя «Анту». Эксплуатация этого сложнейшего научного инструмента началась в 1999 г.



G. Худепопи/ESO

▲ Инженер NASA Эрни Райт (Ernie Wright) осматривает шесть первых шестиугольных бериллиевых зеркал, которые станут частями составного объектива космического телескопа JWST. Зеркала готовы к проведению криогенных тестов в специальной камере, установленной в Центре космических полетов им. Маршалла (Marshall Space Flight Center), чтобы подтвердить их устойчивость к экстремальным условиям, царящим в открытом космосе. Весь объектив будет собран из 18 таких шестиугольников, подогнанных друг к другу с высочайшей точностью, уже после вывода телескопа на рабочую позицию в точке Лагранжа.

тики — «подстройки» формы зеркал под волновой фронт, постоянно искажаемый неоднородностями атмосферы. Через три года рядом с ним появился его «брат-близнец» Кеск II. Их объективы, состоящие из 36 шестиугольных стеклокерамических пластин,¹⁴ имеют поперечник чуть меньше 10 м, благодаря чему они уверенно заняли место самых больших астрономических инструментов планеты. Вдобавок

¹⁴ Составные зеркала телескопов последнего поколения чаще всего делают из материала, выпускаемого под маркой Zerodur — он имеет сравнительно небольшую плотность и чрезвычайно низкий коэффициент теплового расширения, однако стоимость его достаточно высока.

конструкторы предусмотрели возможность согласованной работы телескопов, позволяющей им функционировать как зеркало вдвое большей площади (эквивалентный диаметр 14 м).

С учетом всех технических нюансов приходится констатировать, что в настоящее время назвать какой-то один «крупнейший» оптический телескоп довольно сложно. По геометрическим размерам таковым должен считаться Южноафриканский Большой телескоп SALT с объективом поперечником 11 м, но по мощности и наблюдательным возможностям он уступает Большому Канарскому телескопу (Gran Telescopio Canarias) с диаметром 10,4 м,¹⁵

оснащенному системой адаптивной оптики и расположенному на большей высоте над уровнем моря. Если же рассматривать систему зеркал как эквивалент общей отражающей поверхности, то тут первенство принадлежит Очень большому телескопу Европейской Южной обсерватории VLT ESO, состоящему из четырех рефлекторов с цельными объективами диаметром 8,2 м каждый (их суммарная площадь соответствует 16-метровому зеркалу).¹⁶

Инструменты будущего

Самым большим на данный момент цельным зеркалом — точнее, сразу двумя,

¹⁵ ВПВ №9, 2009, стр. 10

¹⁶ ВПВ №10, 2012, стр. 14



▲ Верхняя часть 3000-метрового пика Серро Армазонес была снесена мощным взрывом в ходе подготовки площадки для строительства самого большого в мире оптического/инфракрасного телескопа.

Предполагаемый вид Европейского Экстремально большого телескопа после окончания строительства



«сведенными» в общую оптическую систему — оснащен Большой бинокулярный телескоп LBT обсерватории Маунт Грэм (Mount Graham International Observatory) в штате Аризона: его объективы имеют диаметр 8,4 м. Не исключено, что этот рекорд уже никогда не будет побит. Все более крупные астрономические инструменты, которые должны быть введены в строй в ближайшее десятилетие, проектируются с составными зеркалами. Даже объектив строящегося космического те-

лескопа JWST¹⁷ будет состоять из 18 отражающих бериллиевых шестиугольников, несмотря на то, что ему предстоит работать в невесомости — в точке Лагранжа L_2 системы «Солнце-Земля».¹⁸ В его случае ограничение накладывает не сила тяжести, а отсутствие возможности выведения на околоземную орбиту крупногабаритной полезной нагрузки.

¹⁷ ВПВ №10, 2009, стр. 10

¹⁸ ВПВ №8, 2010, стр. 5

Какие еще «рекорды телескопостроения» ожидают нас в ближайшее время?

Проектирование и сооружение большого современного телескопа занимает годы, причем немалая часть этого времени уходит на поиск и подготовку земельного участка, на котором он будет установлен. Такие участки находятся высоко в горах, где сводится к минимуму искажающее влияние земной атмосферы и одновременно достаточно велика суммарная продолжительность безоблачных периодов. К тому же весьма желательно, чтобы обсерватория располагалась поближе к экватору (тогда с нее можно будет наблюдать максимальное возможное количество небесных объектов). По совокупности этих параметров в Северном полушарии наилучшим местом является Мауна Кеа — самая высокая точка Гавайского архипелага.¹⁹ Здесь 28 июля 2014 г. официально началось строительство 30-метрового телескопа TMT (Thirty Meter Telescope), «выигравшего конкурс» среди нескольких проектов: полезная площадь на вершине потухшего вулкана ограничена, и удовлетворить требования всех научных организаций на установку там их оборудования технически невозможно. При условии нормального финансирования строительство завершится в течение 6 лет. Общая стоимость нового телескопа оценивается в 1,2 млрд долларов США.

Однако безусловным лидером астроклимата в настоящее время признаны Чилийские Анды, где, вдобавок ко всем очевидным преимуществам высокогорья, очень низка относительная влажность, что позволяет эффективно вести наблюдения в ближнем инфракрасном диапазоне. Здесь, на горе Серро Армазонес, установят самый большой астрономический инструмент следующего десятилетия — Европейский Экстремально большой телескоп E-ELT (European Extremely Large Telescope) с составным главным зеркалом диаметром 39,3 м. Он будет иметь купол высотой 74 м при диаметре 86 м²⁰ и станет главным инструментом уже упомянутой Европейской Южной обсерватории.

19 июня 2014 г. на вершине Серро Армазонес прогремел мощный взрыв, разбросавший по окрестностям более 5 тыс. кубометров породы. С него началось выравнивание площадки размерами 150×300 м под основание гигантского купола. К ней должна быть подведена до-

¹⁹ ВПВ №6, 2006, стр. 42

²⁰ Исходно предполагалось, что диаметр объектива E-ELT составит 42 м, однако из-за бюджетных и технических ограничений его пришлось уменьшить почти на три метра — ВПВ №10, 2011, стр. 36

рога с твердым покрытием и другие важные системы коммуникаций (в частности, высоковольтный электрический кабель). Общий объем земляных работ в итоге превысит 220 тыс. м³.

В церемонии по поводу начала строительства, состоявшейся в 20 км от места взрыва (на обсерватории Серро Паранал), приняли участие представители чилийских властей и стран-участниц Европейской Южной обсерватории, а также руководители проекта E-ELT. Согласно существующим планам, свой «первый свет» телескоп увидит в 2022 г., а еще через два года заработает на полную мощность. Общая стоимость проекта предварительно оценивается в полтора миллиарда евро.

КНИГА-НОВИНКА

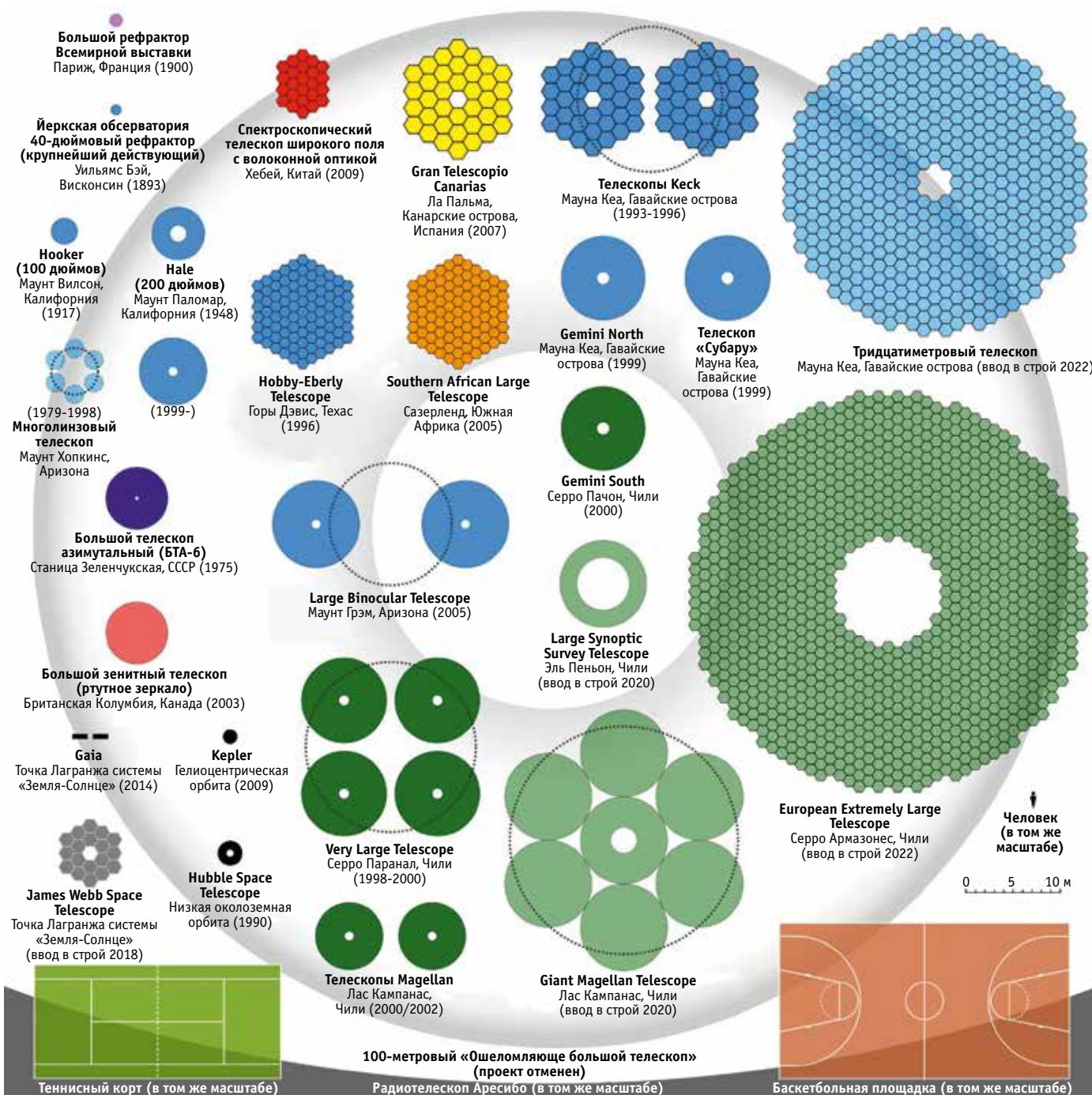


Ш20. Борис Е. Штерн. Прорыв за край мира.

Последние несколько лет стали эпохой триумфа теории космологической инфляции, объясняющей происхождение Вселенной. Эта теория зародилась в начале 1980-х годов на уровне идей, моделей и сценариев, давших ряд четких проверяемых предсказаний. Сейчас, благодаря прецизионным измерениям реликтового излучения, цифровым обзорам неба и другим наблюдениям, эти предсказания подтверждаются одно за другим. В книге отражено развитие главных идей космологии на протяжении последних ста лет, при этом наибольшее внимание уделено космологической инфляции. Книга содержит интервью с учеными, внесшими решающий вклад в становление этой теории. Дополнительная научно-фантастическая сюжетная линия иллюстрирует основную на более простом материале — предполагаемом развитии космологии разумных существ подледного океана спутника Юпитера Европы. Книга рассчитана на широкий круг читателей, хотя уровень сложности материала сильно отличается от главы к главе. Автор исходил из принципа: «Любой читатель — от школьника до профессионального физика — должен найти в книге то, что ему понятно и интересно».

Полный перечень книг и наличие
shop.universemagazine.com

Телефон для заказа (067) 215-00-22



Curiosity готовится к покорению горы

После двухлетнего путешествия по поверхности Марса ровер Curiosity преодолел расстояние в 9 км и 11 сентября 2014 г. достиг своей главной цели — подножия горы Шарп (Mount Sharp) высотой около 5 км в центре кратера Гейл. Теперь автоматическому аппарату предстоит открыть новую главу в его исторических исследованиях соседней планеты.

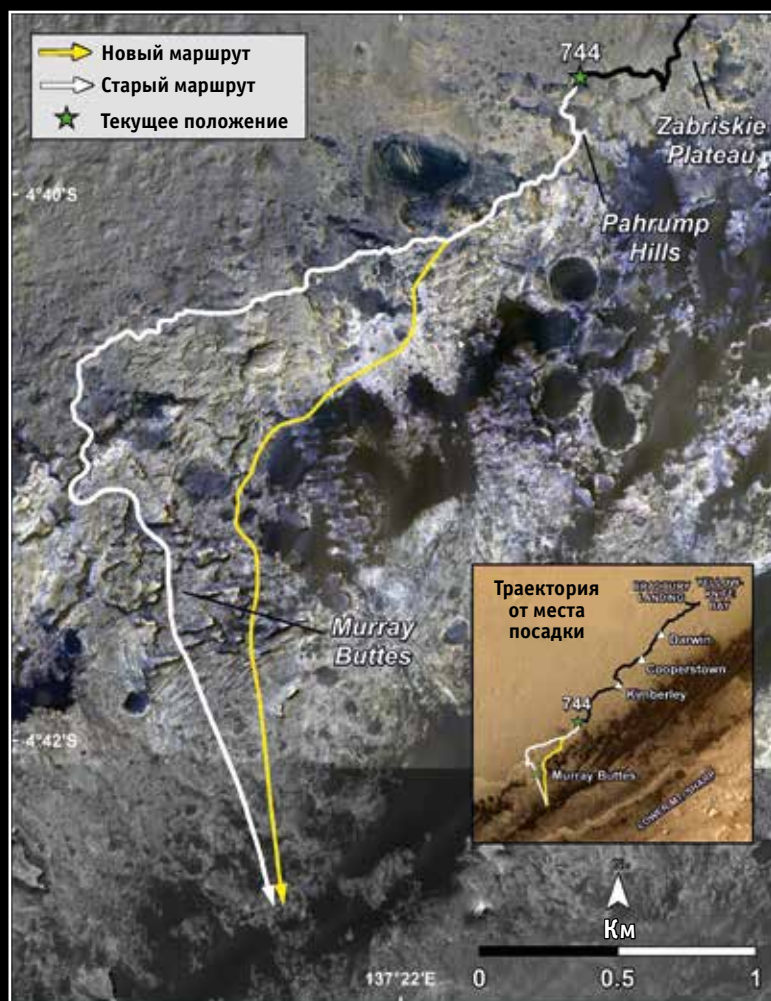
«Покорение» горы марсоходом начнется с детального изучения ее основания — в первую очередь он исследует несколько целей возле скалистого обнажения, названного «холмы Парамп» (Pahrump Hills). Ранее в качестве исходного пункта предполагалось выбрать формацию, известную как «выступы Мюррей» (Murray Buttes). Обе точки расположены вблизи границы южного базового слоя горы и отложений, укрывающих дно кратера. По словам Джона Гротцингера из Калифорнийского технологического института (Jon Grotzinger, California Institute of Technology), характер местности в районе холмов Парамп является более «представительным» для этой переходной зоны. Решение изменить маршрут было принято после детального анализа особенностей рельефа региона.

Curiosity в настоящее время движется вдоль светлой формации Мюррей, по сравнению с соседними участками имеющей более мягкий грунт и не сохранившей следов ударных кратеров. На снимках, сделанных с орбиты, ее слоистая структура почти не проявляется (в отличие от других образований у основания горы Шарп). Первое масштабное исследование формации ровер провел в августе на примере двух каменных обнажений. Одно из них — «Король Бонанза» (Bonanza King) — оказалось слишком нестабильным для буровых работ, однако полученные при пробном бурении образцы характеризовались высоким содержанием кремния.¹ Второе обнажение, сфотографированное с высоты мачты марсохода, продемонстрировало мелкозернистую плоскую поверхность с прожилками сульфатных минералов (в основном гипса).

Хотя на орбитальных снимках далеко не всегда просматриваются различия участков местности, группа сопровождения ровера при прокладывании его дальнейшего маршрута и выборе мест для проведения исследований по-прежнему в значительной мере опирается на фотографии, сделанные с орбиты американским зондом Mars Reconnaissance Orbiter.

¹ ВПВ №8, 2014, стр. 27

▼ Эта панорама, сложенная из снимков ровера Curiosity, показывает Долину Амаргоса (Amargosa Valley) на склонах, ведущих к горе Шарп.



▲ На этом изображении показаны старый и новый маршруты марсохода Curiosity. Ранее в качестве исходной точки для начала подъема рассматривалась система возвышенностей Мюррей — своеобразного преддверия горы Шарп.

Эти изображения помогли обнаружить столовые горы высотой более 18 м в районе, непосредственно прилегающем к холмам Парамп. Ученые планируют использовать буровую установку Curiosity для отбора проб со следующего места стоянки с целью проведения их химического и минералогического анализа в бортовой лаборатории.

Новый маршрут марсохода пролегает по широкой долине с песчаным дном размерами в два футбольных поля. Группа со-



MAVEN прибыл к Марсу

Американский космический аппарат MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution), предназначенный для изучения верхних слоев марсианской атмосферы, осуществил маневр выхода на ареоцентрическую орбиту. Шесть бортовых реактивных двигателей были включены в заданный момент и проработали 34 минуты, уменьшив скорость зонда на 1230 м/с. В 2 часа 25 минут по всемирному времени контрольный центр компании Lockheed Martin в Денвере, осуществляющий управление миссией, получил подтверждение успешного завершения тормозного маневра.

MAVEN был запущен с космодрома на мысе Канаверал 18 ноября 2013 г. ракетой-носителем Atlas 5. В настоящее время он находится на вытянутой эллиптической орбите с периодом обращения

35 часов, апоцентр которой удален от марсианской поверхности примерно на 44,5 тыс. км, а перицентр — на 380 км. В дальнейшем с помощью бортовой двигательной установки апоцентр собираются опустить приблизительно до 6 тыс. км. Перицентр также уменьшится до высоты 150 км. Именно на этой высоте автоматический разведчик проведет основную часть исследований атмосферы Красной планеты.

NASA уже гарантировала финансирование миссии до конца 2015 г., однако резерв бортового оборудования и запасы топлива двигательной установки позволят эксплуатировать MAVEN на протяжении как минимум 10 лет. Одной из первых научных задач миссии станет изучение последствий сближения с Марсом кометы C/2013 A1 (Siding Spring) 19 октября 2014 г.

▲ Часть цветной мозаики, снятой аппаратом Curiosity, демонстрирует слои, обнажившиеся на краях долины в регионе Pahrump Hills.

проведения ожидает, что дальнейшее продвижение по ней будет более легким по сравнению с неудачным «заездом» в песчано-слоистую «Скрытую долину» (Hidden Valley), где месяц назад колеса ровера чуть не увязли в глубоком мелком песке.

Curiosity достиг своего текущего местоположения после пересмотра его маршрута в начале года из-за чрезмерного износа ходовой части. Анализ всех деталей предыдущего этапа путешествия позволил команде марсохода прийти к выводу, что при его движении по марсианской поверхности, усыпанной осколками породы с острыми краями, четыре из шести колес получили заметные повреждения, благодаря чему темпы их износа оказались выше, чем ожидалось. Поэтому маршрут пришлось прокладывать по более «мягкой» поверхности, в результате чего ровер вышел к основанию горы Шарп немного южнее.

После посадки в кратере Гейл в августе 2012 г.² Curiosity в течение одного земного года выполнил все основные научные задачи миссии, связанные с поиском на Марсе условий окружающей среды, благоприятных для зарождения и эволюции микробной жизни. Осадочные глинистые породы на дне кратера — в районе под названием «Бухта Йеллоунаиф»³ — стали убедительным свидетельством существования в этом регионе миллиарды лет назад озер с пресной водой, одним из ключевых ингредиентов, необходимых для возникновения жизни.

«Марсианский долгожитель» Opportunity,⁴ работающий на поверхности планеты более десяти лет — с января 2004 г. — сейчас ведет исследования западной части вала кратера Индевор (Endeavour). От места работы ровера Curiosity его отделяет почти 8,5 тыс. км.

Источник: *Curiosity Arrives at Mount Sharp.* — JPL Press Release. Sept.11, 2014.

² ВПВ №8, 2012, стр. 12

³ ВПВ №6, 2013, стр. 16

⁴ ВПВ №1, 2004, стр. 22; №9, 2009, стр. 22



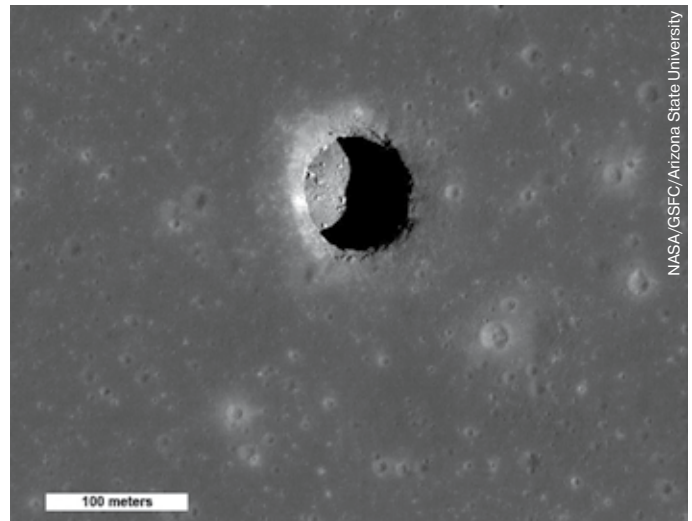
Лунных каверн становится все больше

Кратеры — кольцеобразные ударные структуры размером от метров до сотен километров — на лунной поверхности начали открывать буквально с первых дней телескопической астрономии. Специалисты-селенологи давно подозревали, что на нашем спутнике должны присутствовать образования иного типа, представляющие собой глубокие провалы с крутыми стенками (для них в планетологии используется термин «каверна»). Первый такой провал обнаружил японский космический аппарат «Кагуя» еще в 2008 г.¹ Дальнейшие исследования нашего естественного спутника американским зондом Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) позволили найти свыше двухсот лунных каверн поперечником от 5 до 900 м. Их формы также весьма разнообразны, что указывает на потенциально различные механизмы возникновения этих структур.

Сейчас для поисков каверн используется специальный компьютерный алгоритм, с помощью которого производится автоматическое сканирование детальных снимков, сделанных узкоугольной камерой NAC. К сожалению, этот алгоритм непригоден примерно для 25% лунной поверхности в окрестностях полюсов — там Солнце никогда не поднимается достаточно

высоко. Большинство провалов — свыше двухсот из уже обнаруженных — находится на дне кратеров, покрытых застывшим расплавом поверхностных пород (расплавление происходило при метеоритных ударах, образовавших кратеры). Также они встречаются в лунных морях, некогда представлявших собой резервуары жидкой лавы.

Провалы, аналогичные лунным кавернам, имеются и на Земле в окрестностях действующих или недавно погасших вулканов. Они образуются при частичном обрушении сводов подповерхностных каналов, по которым текли лавовые потоки. Верхние слои потоков остывают быстрее, затвердевая и формируя твердую «крышу». Потом лава вытекает из канала, оставляя после себя протяженные пустоты. По внешнему виду провала лишь изредка удается установить, какой механизм ответственен за его возникновение. Относительно двух каверн, обнаруженных на лунных высокогорьях, ученые пока не могут высказать правдоподобных догадок. В других случаях сведения о глубине провала, его протяженности и количестве «пробитых» им слоев породы содержат важную информацию об истории Луны: они помогут ответить на вопрос, было ли образование лунных морей одиночным эпизодом, или же излияние огромных объемов лавы из недр



▲ Провал на плоском участке Моря Спокойствия, сфотографированный при большой высоте Солнца над местным горизонтом. На сравнительно ровном дне заметны крупные валуны. Ширина изображения — 400 м.

нашего спутника происходило неоднократно.

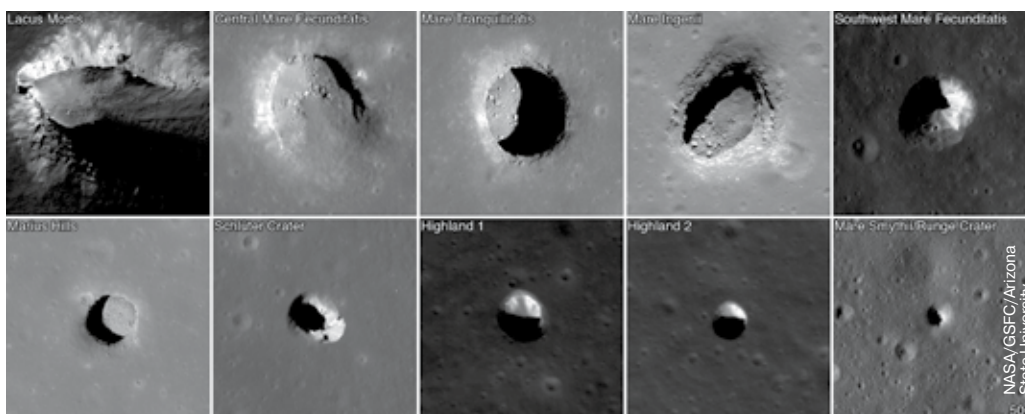
Конечно же, оптимальным методом исследования каверн стала бы отправка автоматических зондов, способных сфотографировать их изнутри и провести измерения температуры на протяжении лунных суток. Специалисты уже приступили к выбору подходящего «провала», изучение которого предоставит максимум информации обо всех подобных образованиях этого класса. Ученых в первую очередь интересует, насколько далеко простираются эти пустоты под поверхностью: в перспективе, когда на Луне наконец-то появятся обитаемые базы, каверны могут стать неплохим естественным укрытием для космонавтов, защищая их от радиации, микро-

метеоритов, а также больших перепадов между дневными и ночными температурами.

К настоящему времени LRO сфотографировал только 40% лунной поверхности при углах падения солнечных лучей, позволяющих использовать поисковую программу. Поэтому исследователи уверены, что им предстоит найти еще примерно столько же (если не больше) «морских» каверн и как минимум на порядок больше провалов в кратерах, причем в это число не входят слишком мелкие образования, которые невозможно четко идентифицировать. Однако уже сейчас можно сказать, что большинство каверн имеют возраст менее миллиарда лет. Повидимому, начиная с какого-то момента частота событий, ответственных за их возникновение, превысила интенсивность процессов, приводивших к их разрушению. Следующим этапом исследований должно стать объединение полученной информации с доступными данными о температуре, составе поверхностных и глубинных пород, а также гравиметрическими измерениями.² Это позволит приоткрыть новые неизведанные страницы истории не только Луны, но и всей Солнечной системы.

¹ ВПВ №12, 2009, стр. 21

▼ На этих изображениях, полученных космическим аппаратом LRO, запечатлены каверны, найденные в различных районах Луны. Длина стороны участка поверхности на каждом снимке равна 222 м.



² ВПВ №12, 2012, стр. 22

На пороге следующего «гигантского скачка»

Всего лишь 45 лет назад американский астронавт Нейл Армстронг (Neil Alden Armstrong) сделал небольшой, но исторический шаг на поверхность Луны.¹ Мало кто задумывается над тем, что в год смерти основоположника практической космонавтики Константина Циолковского «первому лунному человеку» уже исполнилось пять лет, а несколькими другим будущим космонавтам и астронавтам — даже больше. Многие писатели-фантасты в 30-е годы прошлого века считали межпланетные перелеты (причем обязательно с участием человека!) делом самого ближайшего будущего. Они не так уж сильно ошиблись в отношении Луны, но на пути к другим планетам человечество столкнулось с серьезными трудностями, преодолеть которые пока не удалось.

...И вот уже не фантасты, а инженеры и ученые утверждают, что следующего «гигантского скачка» нам осталось ждать совсем недолго. Те, кому предстоит первыми высадиться на Марс, уже живут среди нас.

Возникающие на наших глазах технологии открывают перед нами новые горизонты. Человечество готово сделать следующий шаг на просторы Солнечной системы. Путь на Марс начинается с исследований, ведущихся на Земле и на околоземной орбите — на борту Международной космической станции (МКС). Там космонавты проводят сотни экспериментов, призванных облегчить будущим покорителям космоса жизнь и работу вдали от родной планеты на протяжении длительного времени.²

Чтобы максимально обезопасить отправку людей в космос и возвращение их на Землю, инженеры осваивают новые типы транспортных средств, предназначенных для полетов за пределы земной атмосферы. На базе разрабатываемого NASA космического корабля Orion³ и мощного носителя SLS (Space Launch System) создаются наиболее перспективные космические аппараты, которые уже можно назвать предтечами планетолетов, способных долететь до ближайших планет с экипажем на борту.

Прекрасную возможность протестировать новые технологии предоставляют нам околоземные астероиды. Миссия к одному из таких астероидов уже планируется. Вначале к нему полетит автоматический аппарат, чтобы захватить «небесный камень» целиком или отделить его фраг-

мент с целью транспортировки на стабильную окололунную орбиту.⁴ В середине 2020-х годов астронавты на борту корабля Orion, запущенного компанией SLS, проведут исследования этого астероида и вернутся на Землю с его образцами. Не исключено, что они даже смогут осуществить экспедицию к одному из подобных околоземных объектов, тесно сближающихся с нашей планетой.⁵

Эта миссия, несомненно, станет важным этапом в реализации пилотируемого полета на Марс. NASA также будет продолжать вкладывать значительные средства в новые технологии, необходимые для вывода больших полезных нагрузок на межпланетные траектории и последующей их мягкой посадки на поверхности других планет с минимальными затратами.



▲ Следы человека: существующий — на Луне, предстоящий — на Марсе.

Повышенное внимание, уделяемое в последнее время окололунному пространству,⁶ также связано с отработкой техники маневрирования в окрестностях Марса и его спутников. Космос в районе лунной орбиты совсем иной по сравнению с высотами полета МКС, условия там больше похожи на те, с которыми бы столкнулся пилотируемый корабль при полете на Марс и обратно (например, там почти такая же интенсивность солнечной радиации и космических лучей). Окололунное пространство планируют использовать для изучения аспектов деятельности человека в глубоком космосе и совершенствования аппаратуры для связи на больших расстояниях.

Марсианские миссии призваны ответить на некоторые фундаментальные вопросы, издавна волнующие человечество: есть ли жизнь за пределами Земли? Смогут ли люди в будущем жить на Марсе? Экспедиции ради получения четких и однозначных ответов на эти вопросы сопряжены с огромными рисками, но они, несомненно, того стоят. Однако их организация потребует изобретательности и новаторства ученых всех стран и эффективного международного сотрудничества.

Следующее десятилетие должно стать захватывающим временем стремительного развития космических технологий. В декабре 2014 г. состоится первый (пока беспилотный) испытательный полет корабля Orion. В 2015 г. с помощью американских зондов Dawn⁷ и New Horizons⁸ мы впервые увидим вблизи карликовые планеты — Цереру и Плутон (1 Ceres, 134340 Pluto). В 2016 г. мы будем свидетелями запуска двух миссий к Марсу — американского аппарата InSight и европейского Cluster Trace Gas Orbiter — а также зонда OSIRIS-REx.⁹ К концу 2017 г. коммерческие компании США начнут осуществлять доставку астронавтов на МКС. В 2018 г. нас ожидает тестовый полет корабля Orion с выходом на стабильную орбиту вокруг Луны в рамках программы Distant Retrograde Orbit (DRO). В том же году отправится в космос преемник космического телескопа Hubble — обсерватория нового поколения JWST (James Webb Space Telescope), способная, как надеются ученые, увидеть свет первых звезд Вселенной. Примерно в 2019 г. стартуют автоматические «охотники за астероидами» по программе Asteroid Redirect Mission. В 2020 г. на Красную планету полетит новый марсоход, который пройдет «по стопам» Curiosity в поисках признаков инопланетной жизни, чтобы проложить путь для следующих поколений исследователей. А в середине 2020-х годов астронавты приступят к изучению первого астероида, перенаправленного на окололунную орбиту, и доставят в наземные лаборатории образцы, содержащие важную информацию о происхождении Солнца, планет Солнечной системы и жизни на Земле. И совсем немного останется до следующего «маленького шага» — выхода человека из сферы притяжения его родной планеты. Это важное событие, по самым оптимистичным прогнозам, произойдет не позже 2025 г. Что ж, будем оптимистами!

¹ ВПВ №7-8, 2009, стр. 22; №9, 2012, стр. 30

² ВПВ №12, 2008, стр. 4; №3, 2014, стр. 4

³ ВПВ №11, 2009, стр. 5

⁴ ВПВ №1, 2013, стр. 24; №8, 2014, стр. 24

⁵ ВПВ №7, 2011, стр. 10

⁶ ВПВ №10, 2013, стр. 15; №11, 2013, стр. 19

⁷ ВПВ №5, 2005, стр. 24; №10, 2007, стр. 18

⁸ ВПВ №1, 2003, стр. 22; №2, 2006, стр. 25

⁹ ВПВ №4, 2007, стр. 21; №6, 2011, стр. 13

Выбраны места посадки модуля Philae

Клим Чурюмов,
член-корреспондент НАНУ,
профессор Киевского
национального университета

Миссия Rosetta¹ приближается к своему центральному событию. 15 сентября 2014 г. в штаб-квартире ESA в Париже состоялось совещание Рабочей группы по выбору оптимальной площадки на ядре кометы Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko) для безопасной посадки модуля «Филы» (Philae), которая станет первым в истории науки и человеческой цивилизации экспериментом подобного рода. Для осуществления этого беспрецедентного маневра космический аппарат сначала подошел к кометному ядру на расстоянии 52 км, а 3 сентября 2014 г. снизился до высоты 29 км. В этот момент Rosetta могла быть захвачена слабой гравитацией ядра, способной притянуть ее и на некоторое время сделать искусственным спутником кометы. Далее, если ядро будет оставаться малоактивным (сильно разреженная кома, уже образовавшаяся вокруг него, пока не представляет угрозы для зонда и не помешает посадке модуля на выбранную комиссией площадку), аппарат перейдет на орбиту радиусом 19 км, а при условии низкого газо- и пылевыведения сможет снизиться примерно до 10 км.

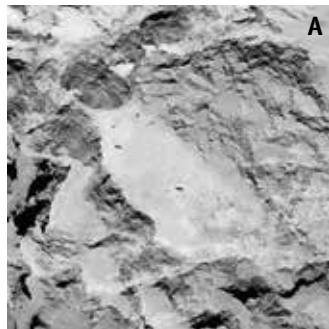
Условия освещенности на выбранной площадке должны быть достаточно благоприятными для постоянного энергоснабжения 10 чувствительных приборов модуля Philae, работающих от солнечных батарей. Еще в конце августа 2014 г. комиссия во главе с профессором Стефаном Уламеком (Stefan Ulamek) выбрала пять областей на поверхности ядра кометы, удовлетворяющих этому критерию, на которых имеются ровные участки для безопасной



▲ Пять областей, предварительно отобранных для посадки модуля Philae.

посадки модуля (она намечена на 11 ноября). Эти области получили обозначения А, В, С, I и J.

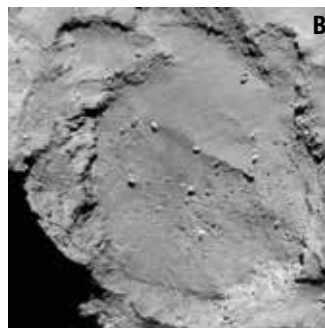
Область А



Область, обозначенная буквой А, находится на более крупной части ядра (члены комиссии называют ее «головой ядра»), но с нее хорошо видна его меньшая часть. Эта область интересна также тем, что с нее неплохо просматривается и перемычка между двумя частями, которая, по-видимому, характеризуется активным выделением газов и пыли. Однако область А следует тщательно изучить с более близкого расстояния, чтобы избежать потенциальных опасностей при посадке — небольших впадин и ям, бугров, крутых склонов, валунов и прочих неровностей. Также важным условием остается освещенность места посадки Солнцем. Приведенное изображение получено 16 августа узкоугольной камерой OSIRIS зонда Rosetta с расстояния примерно 100 км. Сторона квадрата имеет размер около километра. Разрешение составляет 1,85 м на пиксель.

Область В

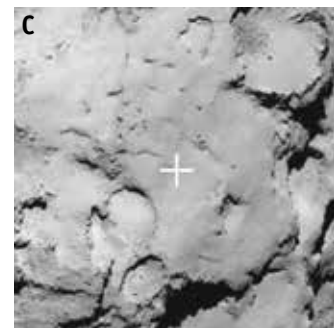
Область В находится в пределах кратероподобной структуры



на меньшей части фигуры ядра. Она считается относительно безопасной для посадки Philae благодаря наличию довольно ровного дна разрушенного кратера. Однако неблагоприятные условия освещенности могут создать проблему для долгосрочного функционирования научного оборудования посадочного модуля. Снимки с более высоким разрешением, сделанные с близкого расстояния, позволят оценить опасность, создаваемую разбросанными по всему кратерному дну крупными и мелкими валунами. Кроме того, материал из которого состоят валуны, мог подвергнуться видоизменениям в относительно недавнее время, поэтому его нежелательно использовать для изучения в качестве образцов первичного вещества Солнечной системы. Данное изображение получено камерой OSIRIS 16 августа с расстояния порядка 100 км. Сторона квадрата имеет протяженность около километра, разрешение — 1,85 м на пиксель.

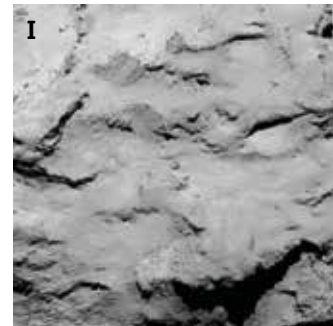
Область С

Область С также находится на «голове ядра». Здесь наблюдаются различные типы поверхности: депрессии, скалы, холмы



и гладкие равнины. Некоторые участки содержат светлый материал. Съемка с более близкого расстояния позволит оценить степень опасности этих деталей рельефа для посадки спускаемого модуля. Область сравнительно хорошо освещена Солнцем, что, как уже говорилось, является большим плюсом с точки зрения функционирования научных приборов. Изображение, как и предыдущие, получено 16 августа камерой OSIRIS с таким же разрешением (1,85 м/пиксель).

Область I



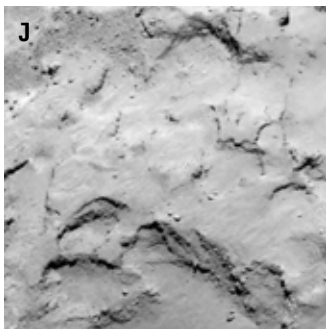
Область I находится на меньшей части ядра кометы. Это относительно ровный участок, который может содержать открытые выходы на поверхность первичного вещества. Однако требуется более детальное исследование этой области

¹ ВПВ №2, 2004, стр. 14;
№11, 2010, стр. 9

для оценки безопасности выбранной площадки (отсутствие ям, валунов и пр.). Условия освещенности здесь приближаются к оптимальным для длительной работы научной аппаратуры. Приведенное изображение получено камерой OSIRIS 16 августа.

Область J

Область J также расположена на меньшей части ядра. Ее рельеф напоминает рельеф области I. Тут имеются весьма ровные площадки с отличной освещенностью Солнцем, что особенно благоприятно для проведения эксперимента CONSERT (Comet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission) по зондированию радиоволнами недр ядра кометы Чурюмова-Герасименко. Съемка этой области с более высоким разрешением позволит уточнить расположение наиболее ровного участка (без террас и валунов) для безопасной посадки исследовательского модуля.



Предварительный выбор двух площадок

Расположение площадок по алфавиту не отражает их приоритетности при выборе двух мест посадки — основного и резервного. Результаты этого выбора были оглашены

▼ Снимки области J. Центр участка отмечен крестиком. ►



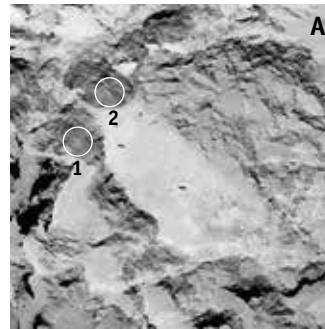
14 сентября 2014 г. на заседании специальной комиссии в штабе ESA в Париже. Она же 15 октября примет окончательное решение, на какую из них в итоге «прикометится» модуль Philae.

Пока в качестве основной площадки для исторической посадки зонда выбрана область J. Профессор Стефан Уладек, ответственный за выбор, сообщил, что ни одна из предполагаемых площадок не отвечает эксплуатационным требованиям на 100%, однако область J по совокупности параметров пока что выглядит наилучшей и наиболее безопасной. Она, как говорилось ранее, располагается на «голове ядра». 20 августа 2014 г. узкоугольной камерой OSIRIS был получен ее снимок с более высоким разрешением с расстояния 67 км. Область действительно оказалась сравнительно плоской (большинство участков имеют уклон менее 30°), а это значит, что опрокидывание 100-килограммового модуля при посадке практически исключено. Указанная площадка хорошо освещается Солнцем на протяжении почти всего периода осевого вращения кометного ядра — таким образом, солнечные батареи зонда будут вырабатывать достаточно электроэнергии для научной аппаратуры.

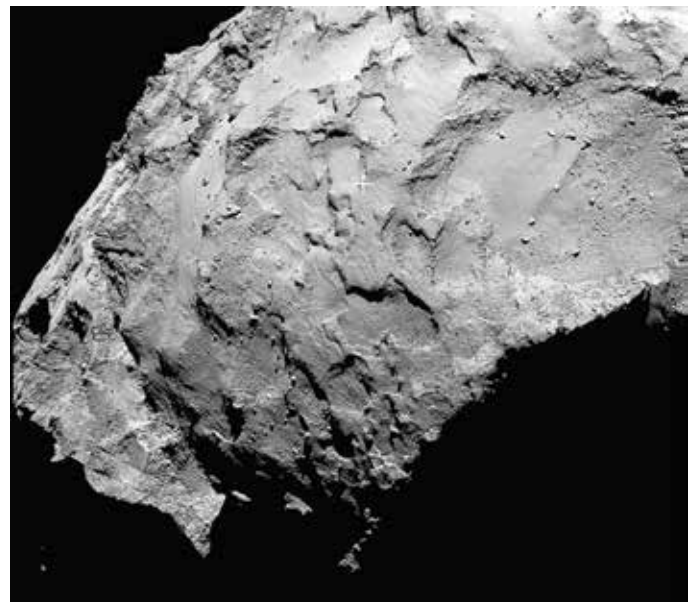
Посадка модуля Philae 11 ноября на выбранную для этой цели площадку с целью выполнения уникальных экспериментов с помощью 21 научного прибора, предназначенного для детального изучения реликтового вещества Солнечной системы, по-

зволит ученым приблизиться к пониманию процессов образования Солнца и планет (в том числе нашей Земли), а также к разгадке тайны возникновения земной жизни. Этот уникальный космический эксперимент по его значению специалисты приравнивают к высадке человека на Луну в 1969 г. Интересно, что в том же году — ровно 45 лет назад — была открыта комета Чурюмова-Герасименко, главная цель миссии Rosetta.

Область C выбрана комиссией в качестве резервной площадки для посадки модуля. Ее также дополнительно сфотографировали с помощью узкоугольной камеры OSIRIS с расстояния около 70 км. Разрешение полученных снимков составило 1,5 м/пиксель.



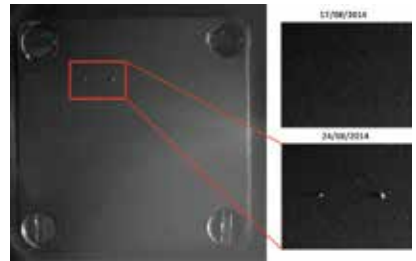
Автор данной статьи также посылал в комиссию по выбору места посадки свои предложения. По мнению автора, на участках в области A, обведенных светлыми кольцами и обозначенных цифрами 1 и 2,



имеются выходы на поверхность «коренных» (глубинных) пород, бурение которых позволит получить образцы вещества, почти не подвергшегося изменениям за миллиарды лет. Однако в итоге комиссия остановилась на выборе областей J и C как более безопасных для посадки модуля с точки зрения членов рабочей группы миссии.

Первый результат прибора COSIMA

На пластинках COSIMA (Cometary Secondary Ion Mass



Analysers) пылинки не регистрировались вплоть до 24 августа, когда на расстоянии 100 км от ядра на одной из них, имеющей размеры 1×1 см, наконец, были обнаружены две частицы с поперечниками 50 и 70 мкм, что сопоставимо с толщиной человеческого волоса.

На фото показаны «чистые» пластинки COSIMA (по состоянию на 17 августа) и с двумя пылинками, обнаруженными 24 августа — предвестник возможной «бомбардировки» модуля Philae подобными пылевыми частицами.

Дед

Альберт Гумеров
ска3ку@rambler.ru

– Деда! Деда-а-а! Расскажи сказку, — завел старую песню похожий на рыжего котенка Олаф. Они выпрашивали у Рене разные истории каждый вечер. Каждый вечер кто-нибудь из его сорванцов подбегал и начинал канючить. Каждый вечер Рене ухмылялся в бороду, переключал тумблер, и тогда динамики по всему «Хламу» принимались тихо покашливать, посмеиваться, по всем коридорам, протискиваясь сквозь перегородки, броню, обшивку, звучал давно знакомый голос...

Старика слушали если не все, то большая часть населения «Хлама». Это стало не просто развлечением, а своего рода традицией, данью уважения старому вояке. Рене Хитцер был одним из старейших жителей «Хлама», и, безусловно, самым уважаемым. Никто не помнил, как он здесь появился и почему решил пустить корни на этом островке безбидных отщепенцев — слишком наивных, слишком пассивных, слишком асоциальных, чтобы вписываться в рамки современного общества.

«Хлам» образовался на месте останков пиратского флота, разгромленного на окраине Солнечной системы и с тех пор вяло дрейфующего в открытом космосе. Вначале из него попытались сделать пугало для курсантов, что-то вроде галактического «Летучего Голландца». Потом в этот сектор принялись отправлять различный космический мусор. Приблизительно в то же время там появились первые постоянные жильцы, окрестившие свой новый дом неброским и точным именем «Хлам». Жильцы были непритязательны и миролюбивы — одни решили отстать от жизни и просто уйти от цивилизации, другим было что скрывать, третьи оказались на «Хламе» случайно и решили остаться, четвертые... да мало ли по какой причине они здесь?

Звездолеты пристыковывались и намертво приваривались друг к другу, внутренние перегородки разбирались и пускались на что-нибудь более полезное, «Хлам» грибок разрастался по бесхозному сектору, люди знакомились, сближались, рождались... Кто-то возделывал поля (целые корабли были отданы под «сельскохозяйственные угодья»), кто-то изобретал, кто-то писал мемуары... «Хлам» был царством запахов машинного масла, горелой проводки, истолченного грибка и выкуренной марихуаны. Но самое главное заключалось в том, что «Хлам» был царством запаха свободы...

Они выпрыгнули, когда новичкам подпространство как раз начало действовать на нервы. Доктор ухмыльнулся, вспомнив свой первый рейд и глядя, как два «цыпленка» на спор с двадцати метров кидаются ножами по тараканам. Первые дни они честно пытались готовиться к предстоящей операции, обыгрывали различные варианты развития событий, до остервенения проверяли функциональное состояние оружия и брони, тренировались в спортзале... Потом на «цыплят» напала тоска — обычное состояние для первого боевого вылета. Единственный способ избежать этой стадии — продолжать муштровать молодежь до состояния отупения, но эту мысль Доктор отбросил: не его это дело, да и пусть детки развлекаются. Следующим этапом путешествия в подпространстве для новичков будет близкая к истерии нервотрепка, день ото дня нарастающая с осознанием того, что для кого-то из них первая миссия станет последней. Все

понимали, что потерь избежать не получится — никогда не получается — и почти со стопроцентной уверенностью можно утверждать, что это будет кто-то из «цыплят», потому что у кого-нибудь из молодежи обязательно сдадут нервы...

Поэтому Доктор, проходя мимо резвящихся с тараканами салага, даже не подумал о том, чтобы их отчитать. Естественно, вместо него это сделал...

— Вы знаете, что полагается за порчу государственного имущества, сосунки?! — взревел за спиной Доктора лейтенант Сонг. На самом деле лейтенант не был человеком, отравляющим жизнь всему живому на корабле — он просто очень любил разыграть из себя «плохого парня» перед любой новой аудиторией, а более благодарных зрителей, чем «цыпята», просто не существовало в природе. При этом все — от самого несчастного салаги до офицерского состава — уважали Сонга как человека и ценили как профессионала. У «цыплят» лейтенант вызывал просто священный ужас.

«Сосунки» вытянулись по струнке, а Сонг подошел вплотную к ближайшему и вперил в бедолагу свирепый взгляд — тот, казалось, даже дышать перестал.

— Я. Спросил, — принялся чеканить лейтенант. — Знаете ли Вы. Рядовой. Что...

— Да ладно, Тиран, оставь их в покое, — Доктор решил, что страху Сонг нагнал на ребят и так порядочно. — Нам всем еще спины прикрывать друг другу...

— Знаю. — Тон лейтенанта мгновенно изменился на миролюбивый — таким образом Сонг давал понять всем собравшимся, что это не более чем спектакль. «Цыпята» отреагировали глупыми улыбками.

— Зачем это тебе надо, Тиран? — Разговор был своего рода ритуалом: каждую кампанию Доктор задавал этот вопрос, из раза в раз неизменно получая один и тот же ответ.

— Мне просто это нравится, Док, — в такие моменты Сонг больше всего напоминал радостно улыбающегося крокодила. — Такова уж моя сущность, ничего не поделаешь.

Как правило, ветераны обращались друг к другу исключительно по прозвищам — настоящие имена и фамилии указывались лишь в рапортах да на «летучках».

Таких, как Доктор и Тиран, на корабле было не больше трети — опытных бойцов старались по возможности беречь и никогда не использовали в качестве пушечного мяса. Ветераны собственную ценность осознавали, но оберегать молодяк считали своей прямой обязанностью.

— Опять будем убивать вооруженных ножами и топорами детей... — последние несколько дней эта мысль грызла Доктора раковой опухолью, ни на минуту не давая расслабиться и придавливая чувством вины за то, что еще не совершил, но обязательно сделает, просто потому, что выбора как такового у него нет.

Они в очередной раз летели к одному из захолустных миров Империи, посмевавшему объявить о своей независимости. Летели, чтобы подавить бунт, то есть безжалостно истребить всех, кто причастен к объявлению своей родной планеты свободной. Во время правления Империи свобода стала непозволительной роскошью. Пока жива Империя — ни индивид, ни страна, ни даже отдельная планета и помыслить не могли о свободе...

«Хлам» принял их радушно, чем несказанно удивил — Доктор

привык, что чужаков всегда и везде принимают если не агрессивно, то уж точно с опаской и настороженностью...

Они пристыковались к окраине дрейфующего города. Надоедливого внимания со стороны аборигенов не было — несколько жителей «Хлама» просто вышли поприветствовать новоприбывших.

— Дети со мной, — на всякий случай грозно оповестил всех собравшихся Доктор. За его спиной около двадцати ребят, боязливо сгрудившись вокруг мальчишек постарше, пытались казаться как можно незаметнее. — Хоть волос с головы упадет — пощады не ждите.

На самом деле открытых враждебных действий со стороны местных он боялся не сильно — вряд ли кто-нибудь в здравом уме осмелится напасть на десантника в полном обмундировании. Слова и внушительный вид — в доспехах он выглядел не только эффектно, но и весьма устрашающе — были направлены на то, чтобы отбить у жителей «Хлама» желание строить козни в дальнейшем.

— За детишек не бойся. — Лидером старик в цветастой вязаной шапочке и с напоминавшим чернослив лицом не был — он даже не стал выходить вперед из небольшой толпы встречавших, считая, что просто выражал волю всех собравшихся, нисколько не сомневаясь, что его слова полностью отражают мысли остальных. — Мы их почище твоего берець будем. Да и сам расслабься, — старик заулыбался, отчего лицо его спряталось в складки и морщины, — если небесные рыбаки захотели, чтобы ты пустил здесь корни, значит, тут тебе и место.

Старик представился Черным Бобом, и первое время после прибытия Доктор в основном проводил в его компании. Капсулу приварили к тому месту, где они пристыковались к городу отверженных, а оборудование по традиции растащили по всему «Хламу». Дети здесь были если не фантастической редкостью, то настоящим сокровищем, поэтому к их воспитанию подошли серьезно — Доктор и еще пятеро стариков организовали школу, где худо-бедно давали детям минимум образования.

В свободное от школы время Доктор ковырялся в саду, под который отдали один из проржавевших космических грузовиков-дальнобойщиков, а вечера он, как правило, проводил в компании стариков, где они курили, пили крепкий черный чай да рассказывали покрытые пылью времен легенды своих народов — о Богомоле, о Царе крокодилов, о шутнике Локи, мудрости и одноглазом Одино, о смерти и Бароне Субботе, о джиннах, хитрости и ракшасах, о детстве и юности, о старости и о том, что бывает после смерти...

Однажды Рене принес на эти посиделки микрофон, вместе с Черным Бобом они подключились к системе общекорабельной связи и...

— Сейчас дядя Рене расскажет вам сказку на ночь...

Мятежная планета была гуманоидной. Как и большинство в этом секторе галактики. Глядя на сосредоточенные лица «цыплят», Доктор уже представлял, кого после операции будет «ломать» особенно сильно. Одно дело — стрелять по роботам на тренировке и ботам в виртуальной реальности, и совсем другое — по живым людям, чьим-то братьям, отцам, матерям... Да, кто-то будет действовать на автомате, как машина, полностью отключившись от происходящего; кто-то будет искренне переживать, что лишил жизни разумное существо, еще недавно ходившее, дышавшее, любившее; кто-то поймает кураж... и вполне может быть, что станет жертвой собственной самоуверенности. Сам Рене во время любой операции наблюдал за собой как бы со стороны: это не он сейчас скопил двух сопляков, возомнивших себя супергероями, это не он только что

четким и выверенным движением проломил череп верзиле, напавшему на «цыпленка» со спины, это не он... это кто-то другой — жестокий, хладнокровный, умный и безжалостный. Идеальный солдат Империи.

Они подавили мятеж менее чем за сутки. Потом разбрелись по колонии звеньями по два-три человека, зачищая территорию...

— Док, живо ко мне, я на втором подземном уровне, — голос лейтенанта заставил Рене удивиться. Почувствовав напряжение напарника, Сонг постарался его успокоить: — Не волнуйся, ничего опасного. Я тут наткнулся на весьма интересный сюрприз.

Сюрприз и впрямь был более чем необычным... Повстанцы спрятали своих детей в катакомбах под городом, снабдив их консервами, водой и прочими припасами примерно на месяц. Сейчас дети вжимались в угол, затравленно глядя на двух взрослых в доспехах и с бластерами. А взрослые пытались решить, что же делать с этой находкой. С одной стороны, приказ гласил, что планета должна быть ПОЛНОСТЬЮ очищена от мятежников, включая стариков, женщин и детей, и если они с лейтенантом доложат о спрятанных в подземелье детишках, вердикт будет однозначным... С другой стороны — какими бы идеальными солдатами Империи они ни были, Доктор с Тираном по-прежнему оставались людьми...

— Так, — Сонг все-таки решился. — Ты сейчас берешь детей и сажаешь их в капсулу. Она рассчитана на один прыжок в подпространстве. Выбирай любую точку. Я вырезаю записи этого разговора, докладываю, что ты попал в ловушку в катакомбах, тебя включают в список потерь... Ситуация ясна?

— Так точно, лейтенант, — отчеканил Доктор. Он посмотрел в глаза напарнику, кивнул...

— Чего расселиться?! — гаркнул Тиран на ребяташек. — Бегом за этим детиной. Слушаться его, если жизнь дорога!

Можно сказать, что, оказавшись на «Хламе», Доктор нашел себя. Он вел тихую и спокойную жизнь, никто не интересовался, кем он был, чем занимался... А затем потихоньку стали уходить те, кто встретил его и детей, кто помнил, как он появился на этой дрейфующей куче мусора, кто рассказывал ему истории и легенды...

Дети выросли, «дядя Рене» как-то незаметно стал «дедушкой Рене», и каждый вечер кто-нибудь из его сорванцов подбегал и начинал канючить. Каждый вечер Рене ухмылялся в бороду, переключал тумблер, и тогда динамики по всему «Хламу» принимались тихо покашливать, посмеиваться, по всем коридорам, протискиваясь сквозь перегородки, броню, обшивку, звучал давно знакомый голос...

Старика слушали если не все, то большая часть «Хлама». Это стало не просто развлечением, а своего рода традицией, данью уважения старому вояке. Рене Хитцер был одним из старейших жителей «Хлама», и, безусловно, самым уважаемым. Никто не помнил, как он здесь появился и почему решил пустить корни на этом островке безобидных отщепенцев.

— ...но если в любой переделке стараться не выжить, а просто оставаться человеком, выжить можно везде, — закончил Рене свою очередную сказку.

Старик улыбался. Он был счастлив.

Набережные Челны

16 августа 2010 г.

Присоединяйтесь к нам
в социальных сетях



НЕБЕСНЫЕ СОБЫТИЯ НОЯБРЯ

МЕРКУРИЙ ПОЯВЛЯЕТСЯ УТРОМ.

Несмотря на сравнительно небольшую по величине максимальную солнечную элонгацию, которой достигнет 1 ноября ближайшая к Солнцу планета, условия ее видимости будут достаточно благоприятными: интервал между восходом Меркурия и началом утренних сумерек в первые дни месяца превысит час, а его блеск весь месяц продержится на уровне отрицательных значений. В районе 20-х чисел для наблюдателей на 50° с.ш. планета скроется в солнечных лучах.

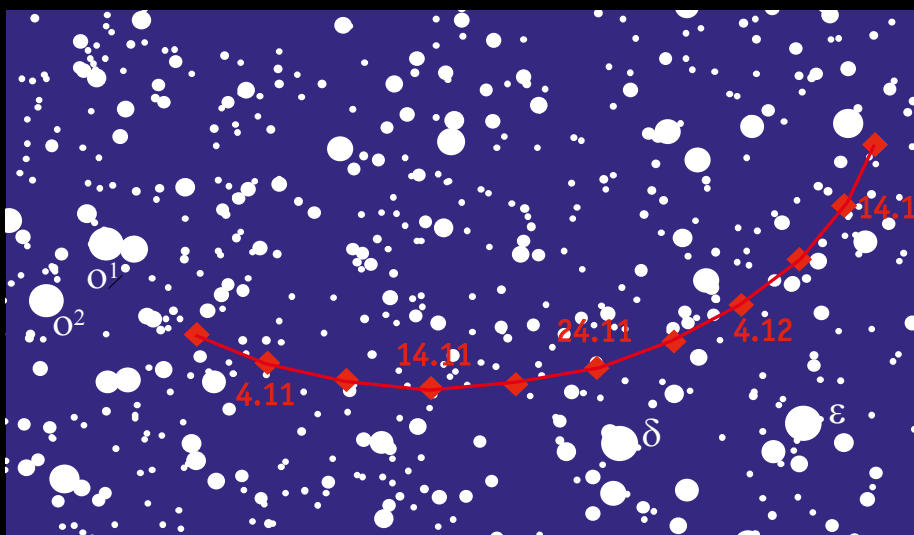
ТАУРИДЫ И ЛЕОНИДЫ.

Ноябрь традиционно начинается пиком активности метеорного потока Северных Тaurид, связанного с короткопериодической кометой Энке (2P/Encke)¹ и в максимуме «производящего» порядка 30 метеоров в час. Его вторая ветвь — Южные Тaurиды — достигает максимальной активности 13 ноября.

Примерно такую же мощность в этом году будет иметь известный поток Леонид, порожденный кометой Темпеля-Таттла² (55P/Tempel-Tuttle) и после ее пролета в 1998 г. давший серию метеорных дождей с зенитным часовым числом до 4 тыс. метеоров. В самом конце месяца проявит слабую активность (до 10 метеоров в час) рой Андромедид,³ который остался «на память» о распавшейся комете Биела (3D/Biela).⁴

ЗАТМЕНИЯ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА.

После того, как самая большая планета вышла из недавнего соединения с Солнцем, плоскость орбит ее спутников оказалась развернутой таким образом, что теперь примерно в течение полутора лет



Видимый путь астероида Геба (6 Hebe) по созвездию Эридаана в ноябре-декабре.

будут наблюдаться их взаимные покрытия и затмения. Первое из них — прохождение Ио по диску Каллисто — состоится в ночь с 10 на 11 ноября, оно доступно наблюдениям в восточной половине азиатской части РФ. (К сожалению, редакция имеет возможность предоставить информацию только об оккультациях спутников, но не об их прохождении через тень друг друга.)

ЯРКАЯ ГЕБА.

17 ноября, через три месяца после прохождения перигелия (ближайшей к Солнцу точки орбиты), окажется в конфигурации противостояния крупный астероид Геба (6 Hebe). Расстояние до него в это время будет чуть больше среднего радиуса земной орбиты, а видимый блеск превзойдет 8-ю звездную величину. Блеск остальных объектов главного астероидного пояса, имеющих оппозицию в ноябре, не превысит 10-ю величину.

Наиболее интересные астероидные оккультации в ноябре будут доступны наблюдениям на Дальнем Востоке: в ночь с 13 на 14 число 60-километровая Салонта (1436 Salonta) закроет переменную звезду HIP 29425 в созвездии Близнецов (ее блеск в это время должен быть около 7-й величины), а 28 ноября — в местах прохождения полосы наиболее вероятного покрытия уже наступит утро 29-го — 20-километровый астероид Спеллманн (2459 Spellmann) закроет звезду 6-й величины HIP 38868 в созвездии Малого Пса. Обе названные звезды — красные гиганты, имеющие достаточно большой угловой размер, поэтому падение их блеска в ходе оккультации и его последующее восстановление будет не одномоментным, как в случае большинства подобных явлений, а займет некоторый промежуток времени; возможно, эта «постепенность» окажется даже заметной невооруженным глазом.

¹ ВПВ №2, 2007, стр. 36; №12, 2007, стр. 17; №6, 2008, стр. 10

² ВПВ №10, 2005, стр. 44

³ Примерные координаты радианта: $\alpha=1^{\text{h}}52^{\text{m}}$, $\delta=38^{\circ}$

⁴ ВПВ №4, 2006, стр. 21

КНИГИ ПО ТЕМЕ



С001. Стотт К. Путеводитель по звездному небу. Полное руководство по наблюдениям звездного неба для начинающих
Набор содержит руководство наблюдателя, 44 карточки созвездия и фонарик для подсветки. Путеводитель по звездному небу — это информативное, полезное и удобное в использовании пособие для наблюдения звездного неба. Книга содержит астрономический календарь, который будет Вашим незаменимым помощником в ближайшие несколько лет. Удобный и практичный комплект любителя астрономии, идеален для полевых условий.

С048. Сурдин В. Вселенная от А до Я.

Эта энциклопедия будет полезна всем, кто интересуется строением Вселенной и космической физикой. В ней приведены подробные толкования более чем 2500 терминов из широкого диапазона космических наук от астробиологии до ядерной астрофизики, от изучения черных дыр до поиска темной материи и темной энергии. Приложения с картами звездного неба и последними данными о крупнейших телескопах, планетах и их спутниках, солнечных затмениях, метеорных потоках, звездах и галактиках делают ее удобным справочником.



Полный перечень книг и наличие shop.universemagazine.com
Телефон для заказа (067) 215-00-22

КАЛЕНДАРЬ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ (НОЯБРЬ 2014 Г.)

1	13 ^h Меркурий ($-0,5^m$) в наибольшей западной элонгации ($18^\circ 40'$) Максимум активности метеорного потока Южные Тауриды (до 10 метеоров в час; радиант: $\alpha=3^h 28^m$, $\delta=14^\circ$) Максимум блеска долгопериодической переменной звезды R Лебеда ($6,1^m$)	проходит по диску Ганимеда ($5,1^m$)	Максимум активности метеорного потока Леониды (20-30 метеоров в час; радиант: $\alpha=10^h 13^m$, $\delta=22^\circ$)	25	20:47-20:57 Спутник Юпитера Европа ($5,7^m$) частично закрывает Ганимед ($5,0^m$)
2	4 ^h Луна ($\Phi=0,72$) в 4° севернее Нептуна ($7,9^m$)	12	14:10-14:15 Спутник Юпитера Ио частично закрывает Ганимед	26	9 ^h Луна ($\Phi=0,18$) в 5° севернее Марса ($1,0^m$)
3	0 ^h Луна ($\Phi=0,80$) в перигее (в 367870 км от центра Земли)	13	Максимум активности метеорного потока Северные Тауриды (до 30 метеоров в час; радиант: $\alpha=3^h 31^m$, $\delta=21^\circ$)	18	10 ^h Сатурн в верхнем соединении, в 2° севернее Солнца 17:12-17:22 Спутник Юпитера Европа ($5,8^m$) проходит по диску Ганимеда
4	18 ^h Луна ($\Phi=0,94$) в $0,5^\circ$ севернее Урана ($5,7^m$)	14	15:15 Луна в фазе последней четверти 16 ^h Луна ($\Phi=0,50$) в 6° южнее Юпитера ($-2,1^m$)	19	4:02-4:10 Спутник Юпитера Каллисто ($6,1^m$) частично закрывает Ганимед ($5,1^m$) 19 ^h Луна ($\Phi=0,08$) в 2° севернее Спика (α Девы, $1,0^m$) 16:55-17:00 Спутник Юпитера Ио проходит по диску Ганимеда
6	22:22 Полнолуние	15	2 ^h Луна ($\Phi=0,46$) в апогее (в 404336 км от центра Земли)	22	12:32 Новолуние 17:32-17:38 Спутник Юпитера Ганимед закрывает Ио ($5,5^m$) Максимум блеска долгопериодической переменной T Цефея ($5,2^m$)
8	20 ^h Луна ($\Phi=0,96$) в 1° севернее Альдебарана (α Тельца, $0,8^m$)	16	11 ^h Нептун ($7,9^m$) проходит конфигурацию стояния Астероид Геба (6 Hebe, $7,7^m$) в противостоянии, в 1,072 а.е. (160 млн км) от Земли	28	15:52-16:19 Спутник Юпитера Ганимед частично закрывает Каллисто
10	18:45-18:50 Спутник Юпитера Ио ($5,5^m$) частично закрывает Каллисто ($6,2^m$)			29	8 ^h Луна ($\Phi=0,49$) в 3° севернее Нептуна ($7,9^m$) 10:05 Луна в фазе первой четверти 20:20-20:27 Спутник Юпитера Ганимед закрывает Ио ($5,4^m$)
11	13:37-13:47 Спутник Юпитера Европа ($5,8^m$)				

Время всемирное (UT)

ГАЛЕРЕЯ ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ АСТРОФОТОГРАФИИ



◀ Barnard 150 (B150, LDN1082) — темное облако холодной межзвездной пыли. Оно настолько плотное, что блокирует свет звезд фона. Такие пылевые облака не имеют четких очертаний и часто принимают змеевидную форму. В их недрах идут активные процессы звездообразования. Крупнейшие галактические пылевые туманности видны невооруженным глазом как темные «провалы» на фоне Млечного Пути.

Яркая голубая звезда в левом верхнем углу фотографии — G 230-49, удаленная от нас на 186 световых лет — достаточно быстро движется по небу, ежегодно смещаясь на $0,316''$.

Данное изображение получено сложением 39 снимков с выдержкой 10 минут, сделанных в белом свете, и 42 кадров с 15-минутной экспозицией, отснятых через красный, зеленый и голубой светофильтры. Съемка велась с 25 по 30 августа 2014 г. в селе Петровском (Киевская обл.) Олегом Брызгаловым и Василием Олейником. Оборудование: рефрактор TMB APO 130 f/6, монтировка WS-180 с системой управления Eqdrive Standart, камера QSI-583wsg, LRGB-фильтры Baader Planetarium



Полнолуние 22:22 UT 6 ноября



Последняя четверть 15:15 UT 14 ноября



Новолуние 12:32 UT 22 ноября



Первая четверть 10:05 UT 29 ноября

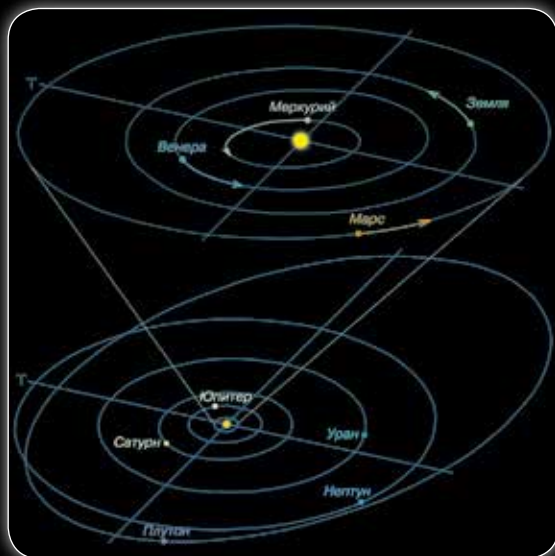
Вид неба на 50° северной широты:
 1 ноября — в 23 часа местного времени;
 15 ноября — в 22 часа местного времени;
 30 ноября — в 21 час местного времени

Положения Луны даны на 20^h
 всемирного времени указанных дат

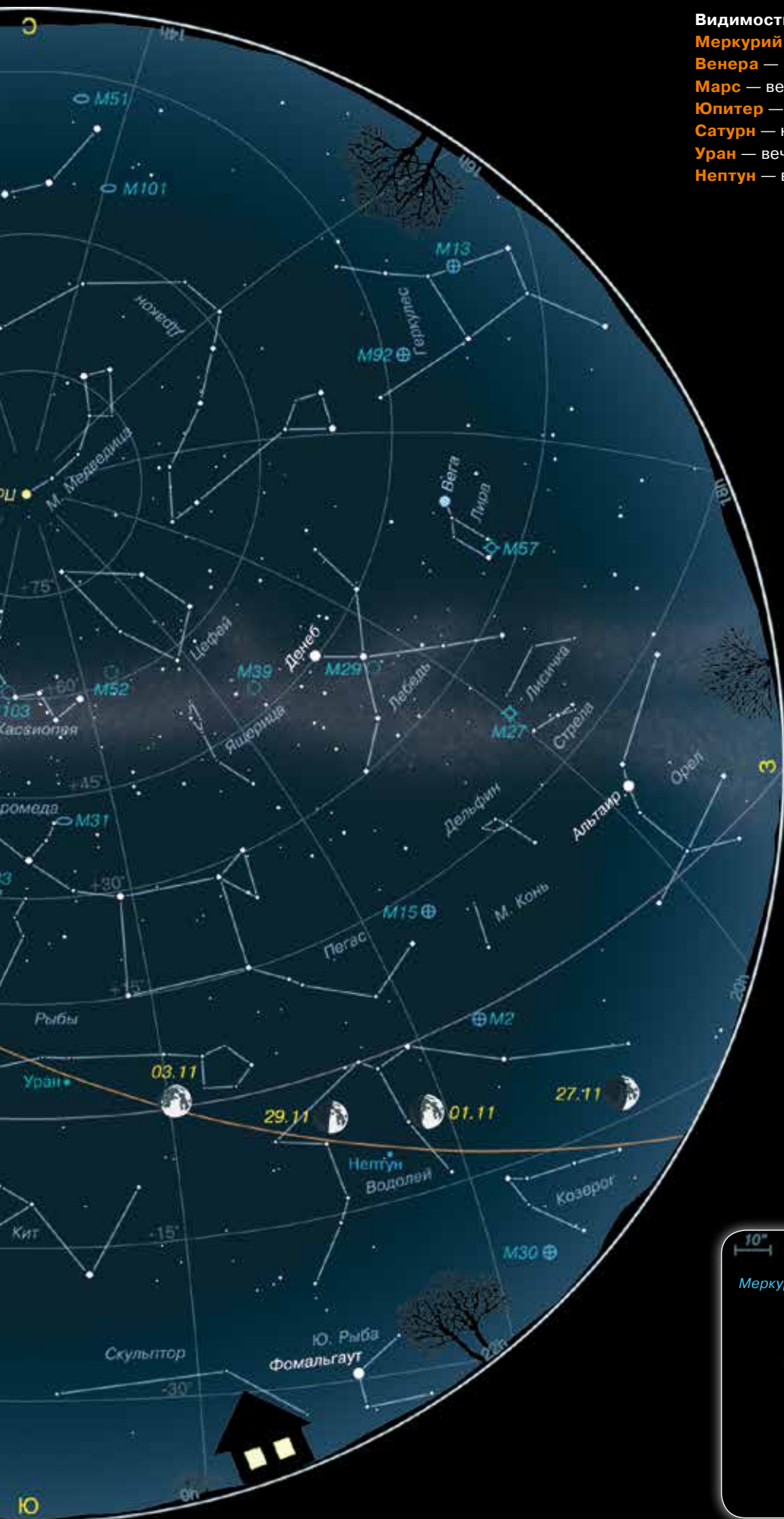
Условные обозначения:

- рассеянное звездное скопление
- шаровое звездное скопление
- галактика
- диффузная туманность
- планетарная туманность
- радиант метеорного потока
- эклиптика
- небесный экватор

Положения планет на орбитах
 в ноябре 2014 г.



Иллюстрации
 Дмитрия Ардашева



Видимость планет:

- Меркурий** — утренняя
- Венера** — не видна
- Марс** — вечерняя (условия неблагоприятные)
- Юпитер** — утренняя (условия благоприятные)
- Сатурн** — не виден
- Уран** — вечерняя (условия благоприятные)
- Нептун** — вечерняя



Самый большой любительский телескоп

Пока профессиональные телескопостроители соревнуются в размерах сооружаемых астрономических инструментов (хотя в наше время для этого требуются усилия специалистов множества отраслей), астрономы-любители также стараются от них не отставать. В октябре 2013 г. в США было закончено строительство самого большого любительского телескопа-рефлектора с диаметром главного зеркала 70 дюймов (178 см). Создал его водитель-дальнобойщик Майк Клементс из городка Западный Джордан в штате Юта (Mike Clements, West Jordan, Utah).

▼ Телескоп Майка Клементса установлен в городке Герриман (штат Юта). Плоское вторичное зеркало диаметром 90 см (29 дюймов) поддерживается металлической ферменной конструкцией высотой более 10 м.



▲ Главное зеркало телескопа Клементса весит 408 кг. Изначально оно должно было быть установлено на разведывательном спутнике для съемки земной поверхности с высоким разрешением. При диаметре 1,78 м оно всего на 5 см меньше металлического зеркала «Левиафана Парсонстауна» — рефлектора, построенного в 1845 г. лордом Россом, который (с некоторыми оговорками) можно считать самым большим любительским телескопом в истории.



В течение 15 лет он вынашивал идею создания своего инструмента, зная при этом, что еще в середине 90-х годов прошлого века коллектив астрономов, называвших себя Group 70, сделал попытку построить телескоп подобного размера, но им в итоге банально не хватило денег.

Майк собирал средства на реализацию своей идеи, проводя за рулем по 8-9 часов в сутки 6 дней в неделю. Местами ему определенно сопутствовала удача: в 2005 г. он умудрился купить на аукционе слегка дефектное зеркало массой 400 кг, изготовленное для спутника-шпиона и уже имевшее форму оптической поверхности, близкую к необходимой. Отталкиваясь от его размеров, телескопостроитель начал продумывать возможную конструкцию рефлектора. Параметры оптической системы ему помог рассчитать его друг Стив Доддс (Steve Dodds), владелец фирмы Nova Optical. Он же оказал помощь в тестировании финальной формы зеркала и его качества, а также предо-

ставил несколько акров земли на своем участке для установки инструмента.

Строительство продолжалось полтора года. Одним из самых сложных моментов оказалось нанесение на зеркало серебряного покрытия — эта операция удалась только со второго раза (Клементс производил ее собственными силами). Немалого проще было построить десятиметровую ажурную металлическую конструкцию для крепления вторичного зеркала диаметром 90 см. Сплошь и рядом Майк сталкивался с непониманием окружающих. Многие давние знакомые пытались отговорить его от «безумной затеи», утверждая, что он никогда не сможет создать телескоп своей мечты, что такая работа под силу только профессионалам... Но все же отчаянный любитель не поддавался на провокации и успешно завершил сложнейшее сооружение к своему 51-летию.

Телескоп получил название КН-12 — по имени серии разведывательных спутников KeyHole,¹ для которой изначально предназначалось его зеркало. Он управляется исключительно вручную, поэтому его практически невозможно использовать для астрофотографии. Немало сложностей возникает и при наведении на конкретный небесный объект: минимальное увеличение, с которым можно работать на таком инструменте, составляет около 250 крат, соответственно его поле зрения не превышает трети градуса (в него полностью не помещается лунный диск), а для того, чтобы поворачивать огромную конструкцию в одиночку, нужна немалая физическая сила. Тем не менее, Майк Клементс вполне доволен своим творением — как и все, кто имел возможность наблюдать с его помощью звездное небо.

¹ ВПВ №11, 2012, стр. 22

Архив журнала за 2011-2013 гг. в цифровом виде

Коллекция журналов на CD-дисках

www.shop.universemagazine.com

Представляем оптические приборы как для опытных наблюдателей, так и для тех, кто только начинает знакомиться с удивительным и захватывающим микромиром и красотами звездного неба.

У нас можно приобрести телескопы, бинокли, микроскопы и аксессуары к ним ведущих производителей:

CELESTRON

BRESSER

Sky-Watcher
www.SkyWatcher.com

MEADE

ARSENAL

levenhuk
ZoomKey

NATIONAL GEOGRAPHIC

KONUS

DELTA
OPTICS

SIGETA

ALPEN
OPTICS

BARSKA

Nikon

Мы предлагаем телескопы всех уровней:

- для начинающих
- для опытных наблюдателей
- для занятий астрофотографией



**ПОЛУЧИТЬ КОНСУЛЬТАЦИИ
ЭКСПЕРТОВ И ОФОРМИТЬ
ЗАКАЗ МОЖНО:**

в Интернет-магазине

www.shop.universemagazine.com

по телефонам:

(044) 295-00-22

(067) 215-00-22



Оплата на сайте при оформлении заказа, в любом отделении банка, через терминалы i-box или на складе перевозчика.

Доставка по Украине осуществляется Новой почтой, по Киеву – курьером.

Журнал ВПВ

Научно-популярный ежемесячный журнал по астрономии и космонавтике



Книги

Книги на астрономическую тематику



Оптика

Телескопы, бинокли, подзорные трубы, микроскопы



Глобусы

Коллекция глобусов



Города

4D-пазлы самых известных городов мира



Биосистемы

Живые экосистемы из лабораторий NASA



Модели Space Collection

Модели космических аппаратов, ракет, самолетов



Модели Metal Earth

Сборные 3D-модели, вырезанные лазером в металле



Плакаты

Календари, постеры, карты



Сувениры

Левитроны, светильники In my room, сувениры ВПВ



- Заказ на все виды продукции можно оформить:
- в Интернет-магазине www.shop.universemagazine.com
 - почтой по адресу: 02152, Киев, Днепровская набережная, 1А, оф.146
 - по телефонам (067) 215-00-22, (044) 295-00-22.

Оплата на сайте при оформлении заказа, в любом отделении банка, через терминалы i-box или на почте при получении.

Доставка по Украине осуществляется Укрпочтой, Новой почтой, по Киеву – бесплатно (при заказе от 300 грн.)

Формируем дилерскую сеть по всем видам продукции.
Телефон для оптовых поставок (067) 370-60-39