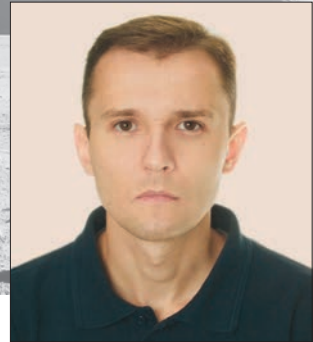


РЕСУРСЫ БЛИЖНЕГО КОСМОСА, ИЛИ ЗАЧЕМ НАМ ЛУНА?



В.А. ЛЕОНОВ,

кандидат физико-математических наук
Институт астрономии РАН

DOI: 10.7868/50044394819040030

Луна – ближайшее к Земле тело Солнечной системы, которое сопровождало нашу планету на протяжении всей ее эволюции. Появление телескопов позволило составить подробные карты поверхности Луны, развитие космонавтики дало возможность запечатлеть ее обратную сторону, изучить состав лунного грунта, а также получить данные о ее сейсмической активности.

В настоящее время в связи с развитием технологий Луна уже рассматривается не только как объект для фундаментальных исследований, но и как объект для начального этапа освоения инопланетных ресурсов. Космические агентства многих стран начинают планировать свои миссии с учетом строительства постоянных баз на Луне, которые в обозримом будущем могут стать центрами для дальнейшего распространения земной цивилизации в космическом пространстве.

В статье отражены этапы изучения нашего спутника, рассмотрены вопросы целесообразности ее индустриализации, а также обозначен ряд проблем, которые необходимо решить перед началом “лунной экспансии”.

ЛУНА КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Луна... этот загадочный спутник Земли наши предки наблюдали с незапамятных времен. Первобытные люди его обожествляли и поклонялись ему,

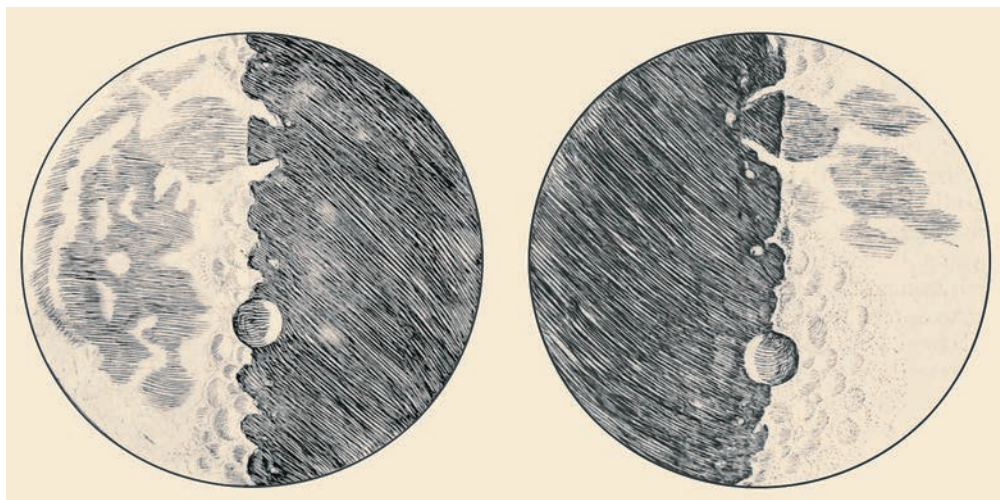
связывая с ним всевозможные легенды и поверья. Второй по яркости после Солнца объект на небе вдохновлял поэтов и писателей, художников и музыкантов, ученых и мыслителей. В глубокой древности Луна привлекала внимание людей как эффективный

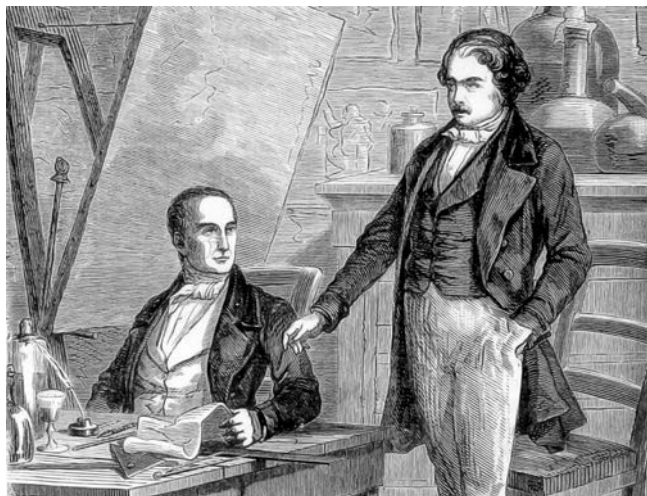
и довольно точный прибор для измерения времени по смене ее фаз, а в странах Арабского Востока она способствовала ночной активности и торговле во время полнолуния ввиду того, что неплохо освещала Землю, но не нагревала ее так, как это делало Солнце. В Израиле и некоторых мусульманских странах до сих пор используется лунно-солнечный календарь, благодаря которому любая важная календарная дата всегда приходится не только на один и тот же сезон года, но и на одну и ту же лунную фазу. Чтобы год лунного календаря по средней продолжительности соответствовал солнечному, каждые 2–3 года к нему добавляют тринадцатый лунный месяц. В нашей стране лунный календарь активно используют огородники и садоводы, а также люди, в чьей жизни астрология играет важную роль, помогая, по их мнению, выбрать подходящий день для начала тех или иных дел. Однако пути астрономии и астрологии разошлись еще в XV в., когда “Альмагест” Птолемея был переведен с греческого на латынь, то есть на язык европейской науки (ЗиВ, 2012, № 4).

По мере развития земной цивилизации, а также с совершенствованием методов исследований изменялись представления о Луне. Еще в Древней Греции, которая считается прародительницей научного познания, Гиппарх во II в. до н.э. получил размеры этого небесного тела, рассчитал расстояние до него и отметил ряд особенностей его движения.

Интерес к Луне с течением времени не угасал ни среди астрологов, ни среди астрономов, и, когда в начале XVII в. в странах Западной Европы появилось такое изобретение, как телескоп, Галилео Галилей выбрал Луну первым объектом для исследования. Еще до него чертежи конструкции телескопа, причем двухлинзового, нарисовал Леонардо да Винчи. Однако именно Галилей занимался активным усовершенствованием этого инструмента, что позволило ему сделать ряд открытий. С помощью телескопов астрономы смогли различить детали лунной поверхности и составить ее карты, а увеличение изображения дало основания полагать, что на Луне

Зарисовки Луны, сделанные Галилео Галилеем. 1609 г.





Н. Ньепс и Л. Дагер подписывают контракт о сотрудничестве в применении технологии фотографии. 1829 г. Рисунок

нет атмосферы. Такое заключение сделали посредством внимательного наблюдения покрытия звезд Луной: если бы у нашего спутника имелась атмосфера, они погасали бы постепенно, однако этого не было.

Еще одним важным этапом в изучении Луны стало появление практической фотографии. Прошло совсем немного времени с того момента, как Нисефор Ньепс и Луи Дагер в самом начале XIX в. показали миру возможности гелиографии – фотопроцесса, позволяющего получать негативное изображение и его тиражировать. Астрономы быстро поняли, какие перед ними открываются возможности, и фотографические наблюдения стали активно вытеснять визуальные, зачастую субъективные. В течение столетия было получено много изображений лунной поверхности, и на рубеже

XIX–XX вв. был составлен детальный “Фотографический атлас Луны”.

Мировая общественность, и особенно ее творческая часть, очень быстро подхватила тему исследования Луны, чему способствовали новые знания из самых разных областей науки и техники. Вооружившись полученными специально для этого математическими расчетами, Жюль Верн в 1865 г. опубликовал свой

роман “С Земли на Луну прямым путем за 97 часов 20 минут”, более известный под названием “Из пушки на Луну”. В нем герои оказались на Луне отнюдь не неким сказочным образом, как, например, герои Эдгара По, а на основе научно обоснованных – хотя и по меркам того времени, но все-таки объективных технологий. Эта книга по праву считается родоначальницей научной фантастики, на долгие

Иллюстрация к книге Ж. Верна “Из пушки на Луну”. Издание XIX в.



годы определившей вектор мыслительной деятельности многих выдающихся ученых и деятелей литературы и искусства. Так, Герберт Уэллс в своем романе “Первые люди на Луне” активно развивал тему полета на Луну, а известный французский режиссер Жорж Мельес в 1902 г. по мотивам романа Жюль Верна снял первый в истории кинематографа научно-фантастический фильм, причем со спецэффектами. Нетрудно представить, какую он имел популярность.

Основоположник теоретической космонавтики, изобретатель и космист К.Э. Циолковский тоже был приверженцем идеи скорого посещения людьми спутника нашей планеты и в 1887 г. написал свою первую научно-фантастическую повесть “На Луне”, в которой детально описал впечатление оказавшегося на ней человека, специфику всевозможных физических явлений. Не была учтена разве что сильная космическая радиация. Именно Константин Эдуардович смог детально описать существование человека на орбитальных станциях, рассмотреть медико-биологические проблемы межпланетных полетов и даже дать научный анализ социального значения космической деятельности человека в целом. Многие его труды просто на эпоху обогнали свое время (ЗиВ, 1972, № 5; 2007, № 5; 2015, № 4).

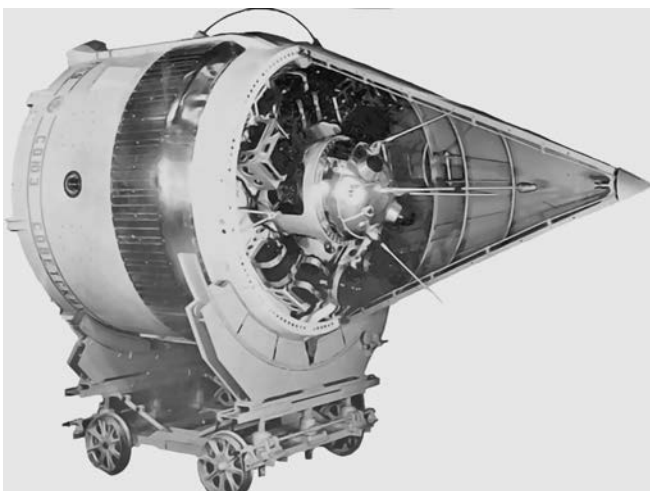
Прошло всего полстолетия после первых выступлений К.Э. Циолковского, и в стране, которой он посвятил все свои труды, был запущен первый искусственный спутник Земли. Основоположник практической космонавтики и один из крупнейших конструкторов космической техники прошлого

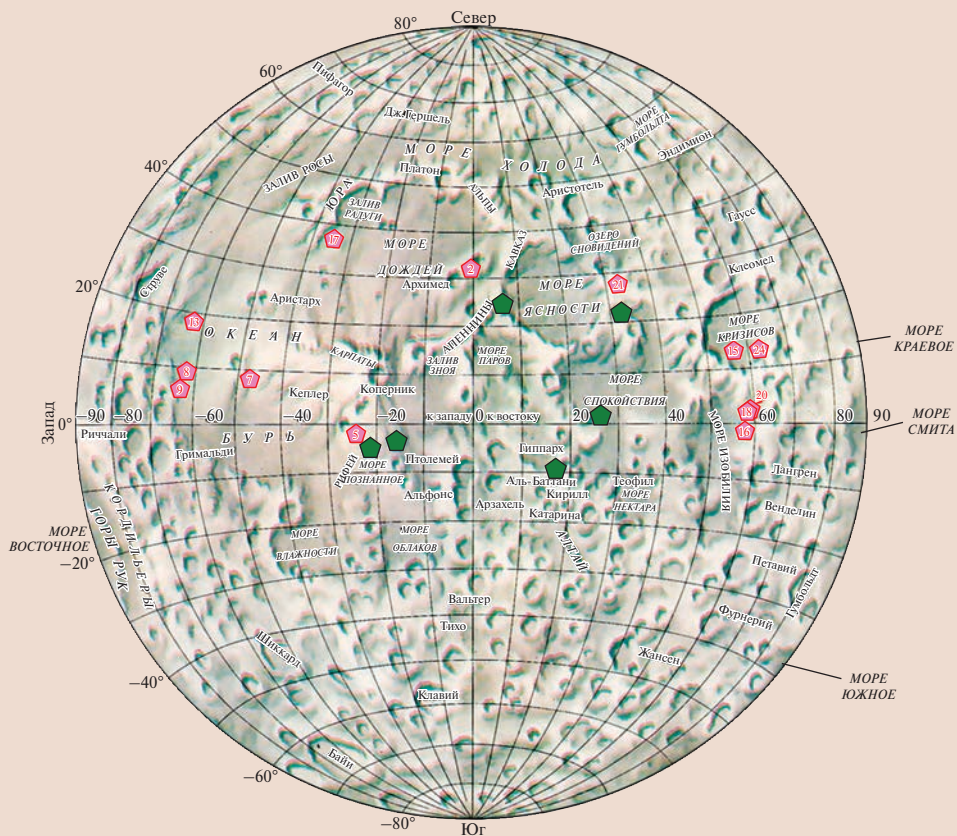
столетия – Сергей Павлович Королёв – осуществил мечту человечества – в октябре 1957 г. был запущен в космос спутник, а спустя несколько лет – и первый космонавт. Началась эра освоения космоса.

ЛУННАЯ ГОНКА

Под влиянием идей и трудов К.Э. Циолковского, а также в связи с созданием мощных ракет, появилась возможность запуска космических аппаратов к ближайшей цели – Луне. С.П. Королёв в начале 1958 г. инициировал вопрос о подготовке такого проекта, но сначала для полета без экипажа. 20 марта 1958 г. принято постановление Совета министров СССР о разработке трехступенчатой ракеты-носителя на базе МБР Р-7 и запусков в конце 1958 г. с ее помощью с полигона Тюратам (ныне космодром Байконур) автоматической станции “Объект Е” в двух вариантах – для попадания в Луну и для облета Луны. Пришлось спешить, так как за океаном шла подготовка к осуществлению такой

*Автоматическая станция “Луна-1”
на 3-й ступени ракеты-носителя “Восток-Л”.
Конец 1958 г.*





Карта мест посадок космических аппаратов на Луну. М1:40 млн.
 Красными пятиугольниками отмечены места прилунения и номера советских АМС,
 зелеными – места высадки американских астронавтов по программе "Аполлон".
 1976 г. ГАИШ МГУ

же программы. 15 мая 1958 г. ракетное командование США предложило запустить экспериментальные космические аппараты для проверки связи на больших расстояниях и фотографирования поверхности Луны. В этой гонке наша страна опередила Америку, успешно послал к Луне 2 января 1959 г. первый аппарат – АМС "Луна-1", в октябре того же года "Луна-3" сфотографировала обратную сторону этого небесного тела (ЗиВ, 2009, № 4). США смогли выполнить те же этапы полетов к Луне спустя 5 лет по программе "Рейнджер". Для того, чтобы не потерять имиджа ведущей мировой державы, США поставили цель – доставить человека на Луну, NASA разработало программу "Аполлон". В СССР тоже

была программа осуществления лунной экспедиции (ЗиВ, 2009, № 5), но, к сожалению, она так и не была реализована – первыми на Луне побывали американцы в июле 1969 г., получив весьма ценную научную информацию с помощью установленной на лунной поверхности аппаратуры. Советская лунная программа не осуществилась в полной мере ввиду многих причин: разногласий между С.П. Королёвым и главным конструктором ракетных двигателей В.П. Глушко, смены руководства страны, безвременной смерти Главного конструктора, неготовности сверхтяжелой ракеты-носителя Н-1. Правда, не меньше проблем было и у главного конкурента СССР – США.

Ввязавшись поначалу в “лунную гонку” и совершив в общей сложности шесть успешных экспедиций по программе “Аполлон”, США решили не продолжать и даже не стали предпринимать полеты к Луне в течение более 20 лет, лишь в январе 1998 г. АМС “Лунар Проспектор” вышла на орбиту вокруг Луны (ЗиВ, 2001, № 1). Советский Союз продолжал исследования Луны до 1976 г., затем тоже прекратил их на три десятилетия. Длительная космическая гонка между двумя космическими державами, ставшая важной частью идеологического и технологического противостояния, сильно поспособствовала развитию науки, техники и обороны.

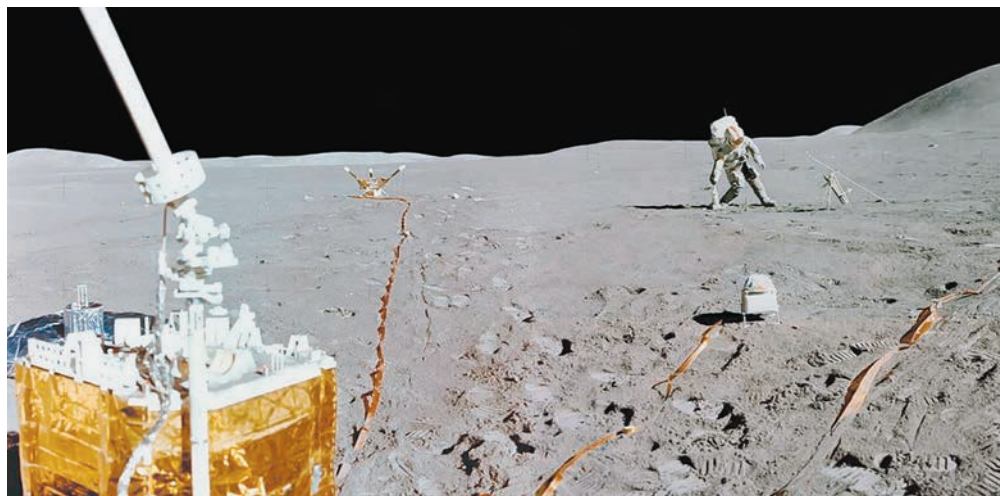
ЛУНА И ЕЕ РЕСУРСЫ

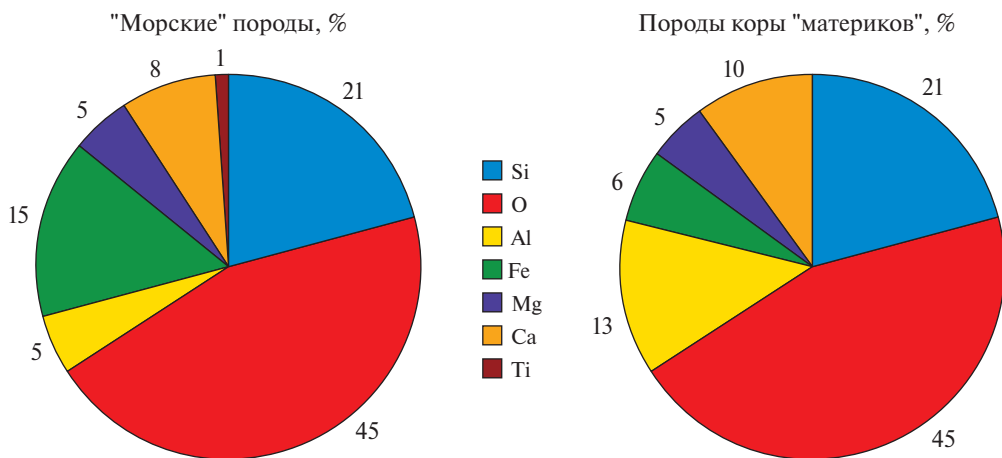
Долгое затишье в освоении Луны было в существенной мере обусловлено тем, что это небесное тело не представляло интереса для администрации NASA. В начале нынешнего века в связи с истощением земных ресур-

сов был поднят вопрос о том, можно ли разрабатывать на Луне полезные ископаемые, например редкоземельные элементы и изотоп гелий-3 (ЗиВ, 2005, № 6; 2011, № 4). Сейчас же ситуация меняется, и перспективы освоения Луны зависят исключительно от финансирования столь дорогостоящих проектов.

Длительные исследования в области управляемого термоядерного синтеза, который отличается от традиционной ядерной энергетики тем, что в нем происходят управляемые реакции (дейтерий + тритий или дейтерий + гелий-3), пока не привели к желаемым результатам, но это не значит, что задача не будет разрешена в скором времени. Пока маркетологи в NASA подсчитали, что запасов этого сырья на Луне не менее 1 млрд тонн. В энергетическом плане их хватит, чтобы обеспечить энергией все человечество на ближайшие несколько тысяч лет. Соединенным Штатам на год вполне хватит 2–3 десятков тонн гелия-3,

Командир космического корабля “Аполлон-15” Дэвид Скотт устанавливает научную аппаратуру на лунную поверхность вблизи горного массива Апеннин. У него в руках бур для отбора проб лунной породы, слева, на переднем плане, виден спектрометр, на втором плане – сейсмометр и магнитометр. 30 июля 1971 г. Фото NASA





Химический состав лунных пород морских и материковых районов Луны в процентах. Кислород, кремний, алюминий и магний – типичные составные элементы силикатных пород, из которых в основном и состоит ее кора

а стоимость его добычи/доставки составит не более 30 млрд долл. Сейчас США тратят более 40 млрд долл. в год на традиционные энергоносители. Насколько выгодна добыча гелия-3 на Луне и не нарушит ли она экологическую обстановку на нашем спутнике, покажет время.

Кроме энергоресурсов на Луне есть и огромные запасы платины, меди и никеля, которые иссякнут на Земле уже в этом столетии (ЗиВ, 2014, № 2). Электроника без них вряд ли сможет обойтись, если не появятся альтернативные технологии или если люди кардинально не снизят масштабы потребления.

Еще один важный момент заключается в том, что если чего-то нет на Луне, то это можно на нее доставить, а потом переправить на Землю. Так, рыночная стоимость некоторых астероидов оценивается в 1 трлн долл., а доставить даже крохотный астероид на поверхность Луны очень сложно, но в будущем это станет осуществимо.

Правда, Луна и так покрыта слоем реголита, который представляет собой мелкодисперсный порошок – пыль из остатков упавших на нее астероидов и кометных ядер, перемешанных с коренной лунной породой – базальтом (ЗиВ, 2017, № 3). В открытом космосе можно перехватывать кометы, содержащие до 80% водяного льда, и обеспечить снабжение лунных колоний водой (ежегодно мимо Земли – на расстоянии не далее 1,5 млн км от нее – пролетает до 40 тыс. небольших комет размером от 3 до 30 м).

Для строительства лунных баз тоже есть сырье. Кремний можно использовать для изготовления солнечных батарей, титан и алюминий отлично подходят для возведения прочных и легких металлоконструкций, кислород и водород – источники топлива. Но больше всего на Луне базальта (собственно, она из него и состоит) – вещества, которое представляет собой окислы металлов – железа, титана, магния,



Строительство российской лунной базы. Проект "ЦНИИмаш" 2006 г. Рисунок С. Савушкиной

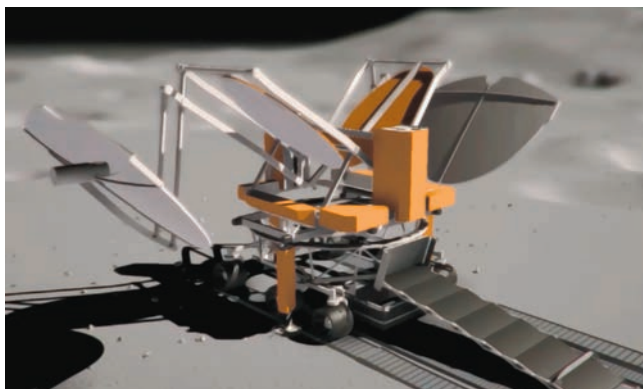
алюминия – и при этом может служить отличным строительным материалом.

Если человечество не будет рассматривать Луну исключительно как сырьевой источник, а предпримет активные шаги для строительства обитаемых баз, то помещения этих баз обязаны обеспечить защиту людей от космической радиации, метеоритной бомбардировки и при этом должны быть абсолютно герметичны. Эти условия потребуют применения строительных конструкций с большой толщиной стен и перекрытий, чтобы поглощать радиацию и понижать ее до привычного на Земле фонового уровня, а также практически исключают возможность строительства долговременных построек на поверхности Луны, не защищенных от метеоритной бомбардировки.

Строительство баз из лунного грунта может быть

выполнено задолго до отправки на Луну пилотируемых миссий, для этого потребуются автоматические солнечные 3D-принтеры, которые позволят строить сооружения с минимальным использованием доставляемых

Солнечный 3D-принтер – основной инструмент для строительства лунных станций. На иллюстрации представлен прототип лунного принтера, разработанного самарскими инженерами



с Земли материалов. Проложенные при добыче полезных ископаемых тоннели впоследствии можно переоборудовать в обитаемые зоны, а отвалы после переработки руд использовать как строительный материал верхних этажей колонии. Структура такого поселения позволит вводить в эксплуатацию этажи по мере их строительства, а главное – использовать базальт в качестве основного строительного материала.

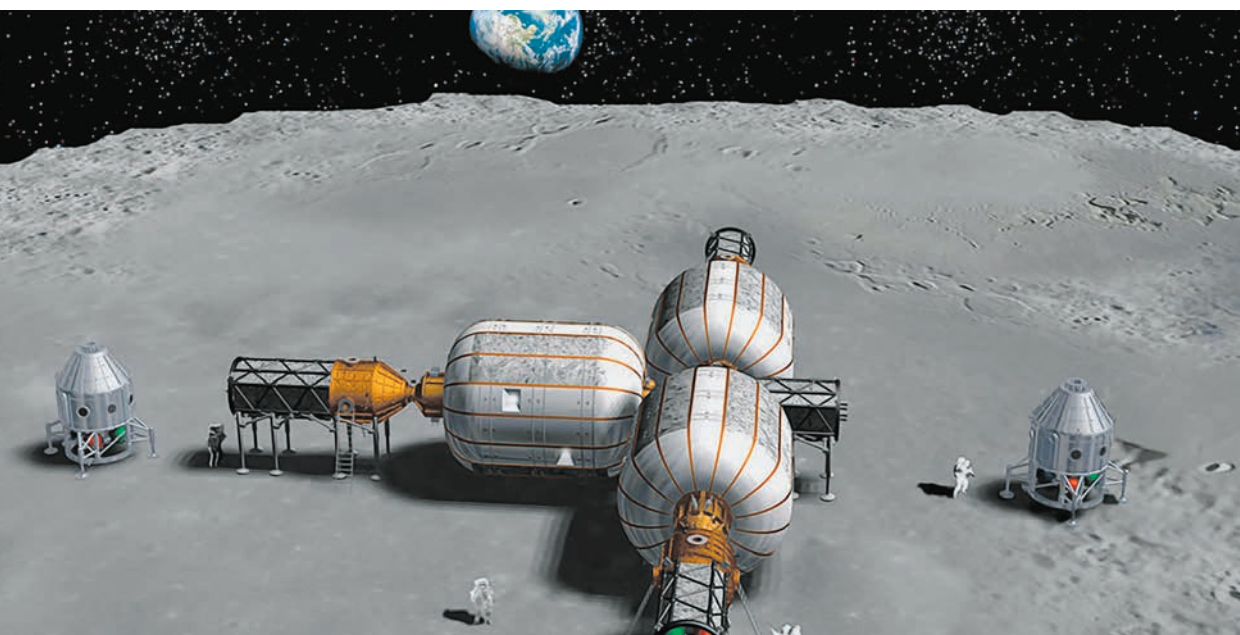
КОЛОНИЗАЦИЯ КОСМОСА – НУЖНО ЛИ НАМ ЭТО?

Добыча полезных ископаемых в космосе напрямую связана с его колонизацией. Это факт, с которым необходимо смириться. Только постоянные базы могут быть центрами для последующей космической экспансии. Эпоха великих географических открытий привела к тому, что некоторые страны Старого Света смогли захватить но-

вые земли, причем наибольшие и самые лакомые куски достались тем, кто раньше всех крайне активно и порой бесцеремонно начал этим заниматься. Тут, правда, есть важная оговорка: под “некоторыми” следует понимать те страны Европы, которые обладали флотом. Разумеется, были и ярые противники колонизации, но кто их сейчас вспомнит?

Колонизация космоса по своей сути ничем не отличается от колонизации новых земель, разница лишь в том, что корабли стали бороздить не океаны, а космическое пространство. И позволить себе роскошь запускать спутники в космос могут только достаточно развитые страны, имеющие свою космонавтику. Главное – урегулировать все правовые нормы, но об этом мы поговорим чуть ниже. Отметим лишь один интересный факт. В 2015 г. президентом США Бараком Обамой был подписан закон “О конкурентной способности в области коммерческих

Монтаж лунной базы из доставляемых с Земли готовых модулей





Совместный проект ESA и корпорации "Foster + Partners" – гостиница для туристов на поверхности Луны. Рисунок ESA

и космических запусков". Данный документ наделил американские компании правом добывать, присваивать и продавать ресурсы других небесных тел, включая астероиды. Позиция США вызвала много возражений в других странах. В 2017 г. в Люксембурге появился закон "О легализации промышленной добычи полезных ископаемых в безвоздушном пространстве частными компаниями", который дает право коммерсантам получить право собственности на полезные ископаемые, добытые на ином космическом теле. Япония, Индия и ОАЭ тоже хотят участвовать в разработке лунных ископаемых.

Нужно признать, что на данный момент многие весьма интересные космические программы в большей мере остаются научными или, того хуже, пропагандистскими, а сама колонизация космоса порой в научном сообществе не рассматривается всерьез. Да и ярых противников колонизации немало – история

повторяется, и мы это знаем. Тем не менее, практически в каждой стране, запускающей в космос спутники, ведутся с разной степенью активности разработки в этой области (ЗиВ, 2013, № 2).

В 2011 г. российский ГКНПЦ им. М.В. Хруничева объявил об амбициозной космической программе промышленного освоения Луны. По утверждениям представителей Центра для этого будут созданы специальные пилотируемые и грузовые лунные корабли, модуль орбитальной лунной станции, модуль лунной базы и космический буксир. И не исключено, что осуществление отечественной программы пилотируемых полетов на Луну, первоначально запланированной на 2025–2040 гг., будет ускорено, а первая окололунная платформа появится уже в следующем десятилетии.

Европейское космическое агентство совместно с корпорацией "Foster + Partners" Нормана Фостера планирует

построить гостиницу на поверхности Луны. Проект будет осуществлен с помощью технологии 3D-печати. О серьезности этих намерений говорит то, что в настоящее время уже почти готов проект строительства внешней оболочки обитаемого модуля, рассчитанного на четырех человек.

ЛУНА – НАШ ВТОРОЙ ДОМ?

Глобальное изменение климата, меняющегося у нас на глазах, вызывает серьезные опасения (ЗиВ, 2017, № 3). В обозримом будущем человек будет вынужден искать среду обитания, которая могла бы вместить большую часть населения и обеспечить продолжение его жизни в более стабильных условиях. С этой точки зрения, Луна имеет наибольшее число достоинств – она достаточно велика, чтобы иметь заметную силу тяжести на ее поверхности. На Луне нет вулканизма; землетрясения бывают, но не несут в себе такой огромной разрушительной силы, как на Земле, ввиду отсутствия на поверхности нашего спутника воздушных и водных океанов. Нет климатических нестабильностей, а также расплавленной мантии в недрах. Это – ближайшее к Земле космическое тело, благодаря чему колониям на Луне будет легче снизить транспортные издержки и оказать колониям на Луне экстренную помощь. Луна все время ориентирована к Земле одной стороной, что может оказаться очень полезным во многих отношениях, в частности для транспортного сообщения, например для космического лифта (ЗиВ, 2012, № 4, с. 63).

Важнейшая проблема, связанная с жизнедеятельностью человека на Луне, которую предстоит решить медикам – последствия гравитации. Смоделировать условия пониженной гравитации невозможно ни на Земле, ни на орбитальной станции, получить результаты экспериментов можно только оказавшись на Луне

НА ЧЕМ ДОБРАТЬСЯ?

Современная ракетная техника служит транспортным средством для доставки различных аппаратов в космос и основной космических исследований, но она совершенно не способна обеспечить колонизацию космоса с большим грузопотоком и при этом гарантировать безопасность колоний. В стратегическом плане самое перспективное средство выхода в космос – строительство космического лифта Земля – Луна. Технические предпосылки для этого имеются. Такой лифт может обеспечить грузопоток, необходимый для колонизации Луны. Преимущество тросовой лифтовой системы перед традиционными ракетными средствами доставки полезных грузов на Луну заключается в отказе от средств мягкой посадки на безатмосферную Луну, а также в возможности рекуперации энергии спуска полезного груза.

Если позволят технологии (а основная проблема на данный момент – это изготовление сверхдлинных нанотрубок), то, по предварительным расчетам, стоимость проекта будет сравнима с несколькими пилотируемыми миссиями на Луну. Но при этом сам лифт будет многократно.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Однако пока идеи освоения Луны требуют огромных затрат. Если группировка коммерческих спутников – это сегмент самофинансируемой (в том числе и частными фирмами) космонавтики,



Спутник "Асгардия-1" в космосе. Рисунок с сайта <https://asgardia.space/>

которую можно считать примером успешного освоения космоса, то в вопросе освоения Луны должна быть четкая правительственная поддержка.

Частные компании разрабатывают собственные ракетные системы: успешно запущен ряд спутников с помощью ракет-носителей серии "Фалькон" ("Falcon-1", "Falcon-9" и "Falcon Heavy") компании "SpaceX". Последняя ракета-носитель – одна из самых мощных в мире на сегодняшний день. Но тут всегда надо помнить, откуда взялись технологии у Илона Маска (ЗиВ, 2018, № 3). В России же стратегический горизонт большинства частных инвесторов порой ограничен футбольными клубами. Однако есть и те, кто не только имеет серьезные амбициозные планы в области космонавтики, но и, обладая внушительными капиталами, старается претворять свои идеи в жизнь.

Несколько лет назад российский олигарх И. Ашурбеи заявил о создании первого в истории человечества государства в космосе под названием Асгардия. В 2017 г. был запущен спутник "Асгардия-1" с правовой информацией о новом космическом

государстве на борту, а также обо всех его "жителях", коих на момент запуска было уже полтора миллиона. В качестве места обитания будущих переселенцев выбрана орбита Земли, возможна также экспансия в направлении Луны. Цель создания такого государства – мирное использование космических ресурсов, планетарная защита и создание своеобразного перевалочного пункта на трассах межпланетных перелетов. Переселение асгардианцев на орбиту Земли планируется начать в ближайшие два-три десятилетия.

Весьма прибыльное дело – космический туризм, особенно когда за дело берутся профессионалы. Разумеется, туристические услуги не могут стать основой финансирования строительства лунных баз – это всего лишь дополнительный источник дохода. Обеспечить полноценное частное финансирование космонавтике может только промышленная деятельность.

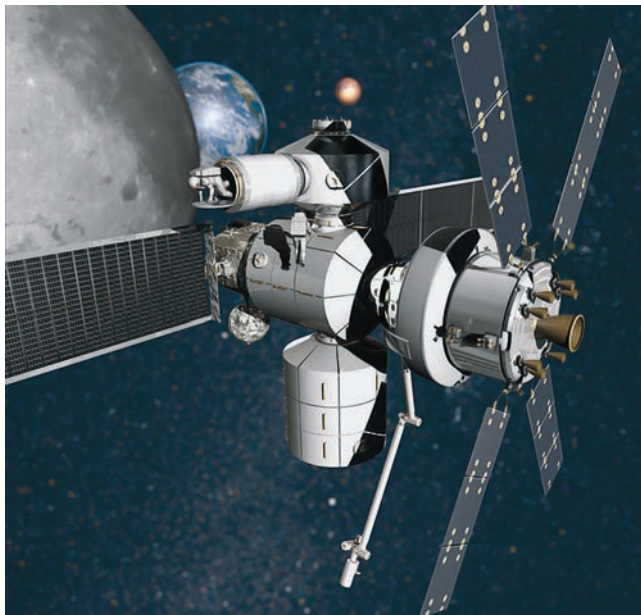
Если масштабных государственных и международных программ не будет, то Луна останется такой же недостижимой, как большая земля для Робинзона, застрявшего на маленьком острове.

Космические полеты – очень затратная статья в бюджете любой страны, но научно-технический и экономический потенциал человечества вполне позволяет создавать базы на других планетах. Это не будет требовать каких-то запредельных трат, но цена инопланетных поселений и отдача от них в глобальном масштабе будут несопоставимы.

ЮРИДИЧЕСКИЙ СТАТУС ЛУНЫ

Как же обстоят дела с Луной в юридическом аспекте? Тут тоже все не так просто. В настоящее время сохраняет силу “Договор о космосе” (Outer Space Treaty) от 1967 г., который, провозглашая принцип исключительно мирного использования космоса, объявляет космическое пространство интернациональным и не подразумевает чьего бы то ни было суверенитета над ним. Вот некоторые основополагающие моменты этого договора:

*Околорунная обитаемая платформа.
Проект NASA*



Статья 1. Космическое пространство, включая Луну и другие небесные тела, открыто для исследования и использования всеми государствами без какой бы то ни было дискриминации на основе равенства и в соответствии с международным правом, при свободном доступе во все районы небесных тел;

Статья 2. Космическое пространство, включая Луну и другие небесные тела, не подлежит национальному присвоению ни путем провозглашения на них суверенитета, ни путем использования или оккупации, ни любыми другими средствами.

На самом же деле, поскольку в Договоре не прописано никаких четких сценариев освоения и эксплуатации космоса, запретов на фактический “захват” осваиваемых в космосе территорий нет. Поэтому любое государство или частное лицо не ограничены в выборе мест посадки на Луне и эксплуатации ее ресурсов.

Составленное же в 1979 г. в ООН “Соглашение о деятельности государств на Луне и других небесных телах” не было ратифицировано ни одной космической державой (единственным государством, подписавшим его, стала Франция).

Это говорит о том, что сохраняющаяся неопределенность в космическом праве кому-то сегодня удобна, хотя и грозит возникновением конфликтных ситуаций в будущем. Справедливости ради нужно отметить, что некоторые законы, например “Конвенция о космической ответственности” (Space Liability Convention) или “Конвенция о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство” (Registration Convention),

все-таки выполняются странами, их подписавшими.

С другой стороны, несовершенство существующей космической правовой базы дает огромные преимущества державам, уже располагающим необходимыми технологиями для начала эксплуатации самых доступных ресурсов в космосе. На Луне особенно перспективными считаются вершины некоторых гор около полюсов, над которыми практически не заходит Солнце (что выгодно для солнечной энергетики), области центра лунного диска (для размещения станции лунного лифта) и области над лавовыми трубами (это – готовые пустоты для строительства обитаемых помещений), а также некоторые районы на полюсах, где обнаружены запасы воды.

Активная колонизация ближайших к Земле планет и Луны – дело отдаленного будущего. Полувековое присутствие в космическом пространстве

приведет через несколько десятилетий к реальной индустриализации космоса. Исследования в области создания баз на Луне уже в текущем столетии станут одними из перспективных разработок человечества. Вопрос будет сводиться к одному – кто будет первым?

Список рекомендуемой литературы

1. *Рускол Е.Л.* Происхождение Луны. М.: Наука, 1975. 188 с.
2. *Галкин И.Н., Шварев В.В.* Строение Луны. М.: Знание, 1977. 64 с.
3. *Рингвуд А.Е.* Происхождение Земли и Луны. М.: Недра, 1982. 293 с.
4. *Мишин В.П.* Почему мы не слетали на Луну? М.: Знание, 1990. 64 с.
5. *Бронштэн В.А.* Как движется Луна. М.: Наука, 1990. 208 с.
6. *Шевченко В.В.* Лунная база. М.: Знание, 1991. 64 с.
7. *Войцеховский А.И.* Тайны Луны. М.: Вече, 2006. 416 с.
8. *Дубкова С.И.* Книга о Луне. М.: Белый город, 2008. 200 с.
9. *Сурдин В.Г. и др.* Путешествия к Луне. М.: Физматлит, 2009. 524 с.