



НАУКА@ТЕХНИКА

12+

№ 7 (146)

ИЮЛЬ, 2018

www.naukatehnika.com

— ЖУРНАЛ для ПЕРСПЕКТИВНОЙ МОЛОДЕЖИ —

БРОНЕКАТАЛОГ

БРОНЕПОЕЗДА
В ЧЕЧЕНСКОЙ
ВОЙНЕ

ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТ

ИМПОРТНЫЕ
ТРОЛЛЕЙБУСЫ
В СССР

БРОНТЕХНИКА

БРОНИРОВАННЫЙ
ROLLS-ROYCE

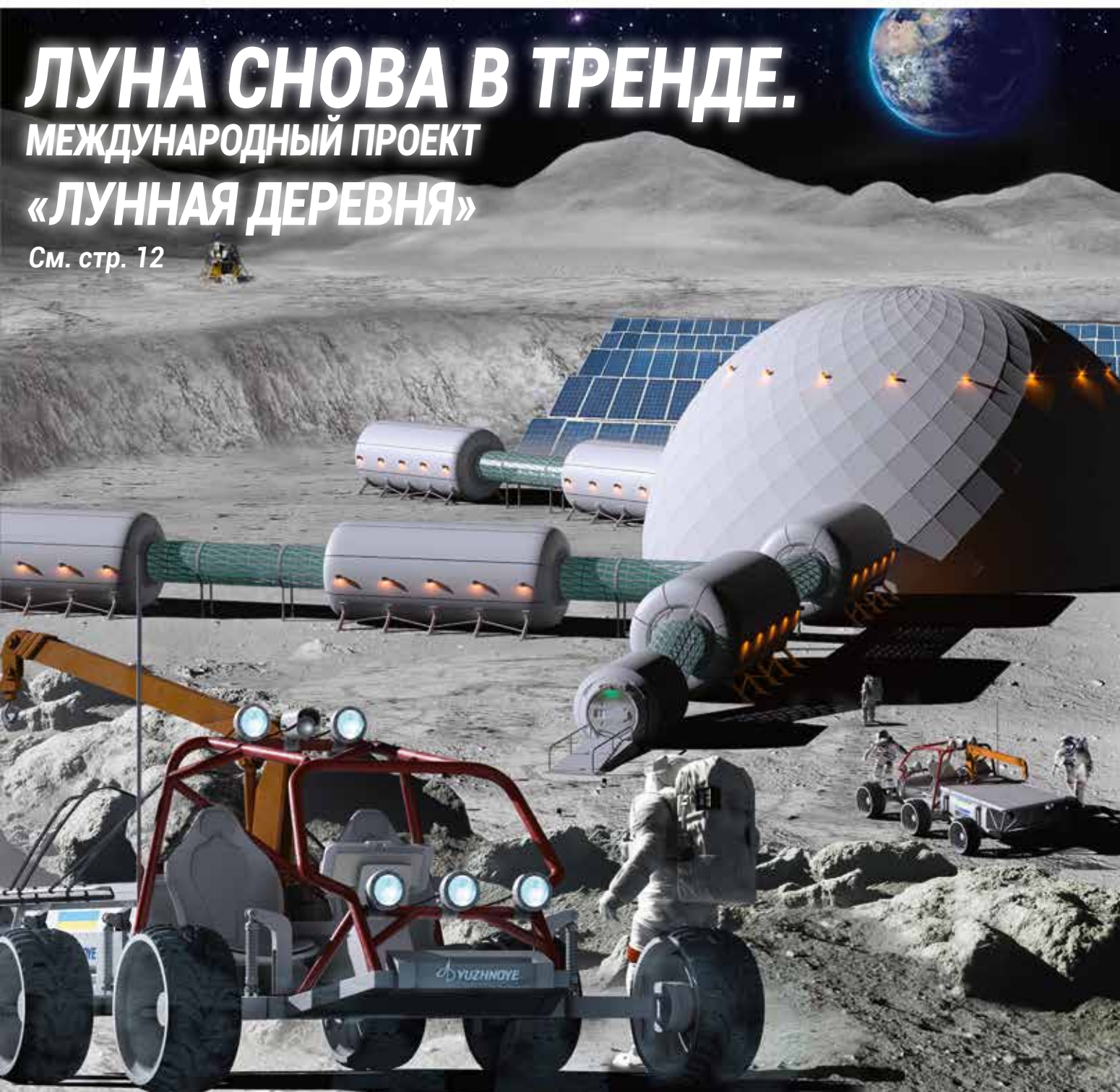
ВИРТУОЗЫ
ВОЗДУШНЫХ БОЕВ
РЕАКТИВНЫЕ
АСЫ

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНИКА

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
ПАРОМ
TEXELSTROOM

ЛУНА С НОВА В ТРЕНДЕ. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОЕКТ «ЛУННАЯ ДЕРЕВНЯ»

См. стр. 12





«ЛУНА СНОВА В ТРЕНДЕ...»

Земля — колыбель Человечества, но как долго мы будем оставаться в колыбели?
К. Э. Циолковский

В последние десятилетия научно-технический прогресс достиг такого небывалого размаха, что освоение и колонизация объектов Солнечной системы уже не представляются чем-то фантастическим, более того, могут иметь немалую практическую выгоду. Ближайшее к Земле небесное тело — Луна остается самым привлекательным объектом, который человечество может освоить в обозримом будущем, а современный уровень космической техники позволяет решить все вопросы создания лунного поселения.

ИЗ ИСТОРИИ ОСВОЕНИЯ ЛУНЫ

Меняющийся облик Луны в звездной бездне неба всегда притягивал взгляды человека. Влияние ночного светила на земных жителей изучалось с древности, с ним были связаны многие поверья, мифы, легенды. Неудивительно, что с началом космической эпохи освоение Луны стало первой амбициозной целью человечества, за первенство в достижении которой соревновались две сверхдержавы — США и СССР. Так в 60-х гг. XX в. начался период исследований, названный впоследствии лунной гонкой.

В 1959 г. советская автоматическая межпланетная станция «Луна-2» (СССР) впервые достигла поверхности Луны, а в 1969 г. был осуществлен первый пилотируемый полет на Луну, и американский астронавт Нейл Армстронг впервые ступил на ее поверхность. Шестой (и последний на сегодняшний день) пилотируемый полет с высадкой космонавтов на Луне состоялся в 1972 г., в 1976 г. был запущен космический аппарат «Луна-24» (СССР), завершивший лунную гонку. За период лунной гонки на поверхность спутника Земли высадились 12 космонавтов, поверхность исследовали луноходы, автоматические посадочные модули, орбитальные станции, на Землю было доставлено восемь партий образцов лунного грунта.

Поскольку в лунной гонке определился победитель — США, вопрос престижа отошел на второй план, и пришло время прагматических решений. В конце 1970-х гг. очень дорогостоящие космические программы освоения Луны были свернуты как в США, так и в СССР.

После периода активного исследования на несколько десятилетий наступило затишье.

В XXI в. научно-технический прогресс достиг такого уровня, что освоение Луны и планет Солнечной системы стало реальной перспективой. Сейчас все больше стран пополняют «клуб космических держав», и освоение космоса уже доступно не только сверхдержавам. Космические программы по освоению Луны разрабатываются государственными космическими агентствами США, России, Китая, Индии, Японии, Европейским космическим агентством, международными организациями, частными крупными компаниями. Однако не только национальным космическим агентствам экономически развитых государств доступно освоение Луны. Конкурс Google Lunar XPrize был призван вдохновить людей на исследование космоса на уровне не правительств и стран, а жителей Земли. По замыслу организаторов, он привлечет внимание частного капитала к освоению космоса, в частности к созданию лунного ровера. До финального этапа дошли пять команд, которые, несмотря на то, что они не уложились в установленные сроки, и конкурс уже закрылся, в большинстве своем продолжают работу по созданию лунного ровера. По мнению организаторов конкурса, основная цель была достигнута: «... в результате этого соревнования стало ясно, что освоение Луны под силу не только горстке государственных агентств, но и командам, состоящим из предпринимателей, инженеров, инноваторов со всего мира...».

Первый этап освоения Луны — в конце прошлого века — имел соревновательный и политический контекст, а сейчас Луна может и должна стать ареной международного сотрудничества и демократизации космоса, создания новых возможностей пребывания человека и роботов на Луне. Это свидетельствует о начале нового периода освоения нашего естественного спутника. По выражению организаторов программы конкурса Google Lunar XPrize: «...на этот раз мы летим на Луну, чтобы остаться на ней».

ДЛЯ ЧЕГО ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ НУЖНА ЛУНА?

Если в планах человечества есть стремление освоить Вселенную, то Луна может стать плацдармом для межпланетных миссий, будущим космодромом человечества. Лунное поселение и научно-промышленная база объединят устремления всего международного космического сообщества.

Для ученых лунная база может стать уникальным местом для проведения научных исследований, касающихся не только планетологии, астрономии, космологии, но и других областей науки. Отсутствие атмосферы и низкая гравитация позволяют строить на лунной поверхности обсерватории, оснащенные оптическими и радиотелескопами, способными получить намного более детальные четкие изображения удаленных областей Вселенной. Эти данные также можно будет использовать для раннего оповещения о приближении к Земле опасных космических объектов: комет и астероидов. С Луны можно осуществлять слежение за Землей и ближним околоземным космическим пространством, в том числе и следить за динамикой ее климата, изучать природные ресурсы планеты, наблюдать за околоземными спутниками, на ее поверхности можно также устанавливать аппаратуру для обеспечения навигации космических аппаратов.

Однако освоение нашего спутника представляет интерес не только для ученых, постепенно происходит коммерциализация деятельности человека на околоземной орбите. Естественный спутник Земли — это уникальнейший полигон для земной цивилизации, и можно утверждать, что создание на нем промышленного производства является актуальной задачей нашего времени. Практическое использование лунных ресурсов открывает новые перспективы в промышленности, возможно получение новых материалов и новых источников энергии.

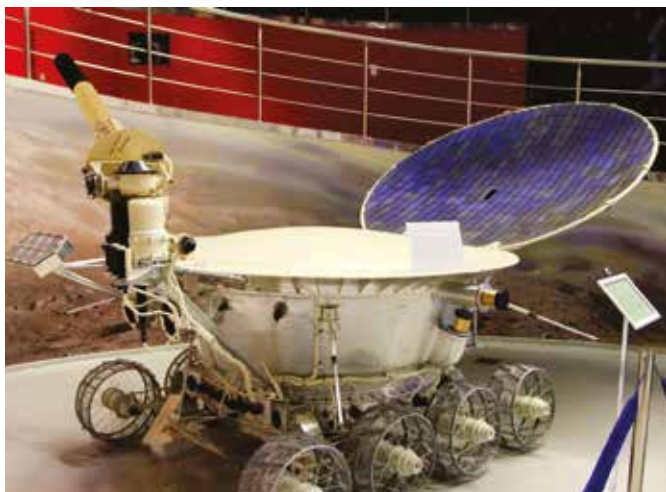
В образцах лунного грунта (реголита), доставленных на Землю американскими космонавтами и со-

ветскими луноходами в 60-х — 70-х гг. XX в., были обнаружены ценные металлы — титан, никель, железо, алюминий и химические соединения, не встречающиеся на Земле. Глубокий вакуум и дешевая солнечная энергия открывают новые горизонты для металлургии, электроники, позволяя создавать сверхчистые сплавы, которые невозможно получить в земных условиях.

В отдаленной перспективе с помощью аддитивных технологий можно наладить производство элементов корпусов ракет и промышленных конструкций прямо на Луне. В этом случае туда придется доставлять лишь высокотехнологичные элементы ракет, компьютеры и приборы. А это может открыть еще одно перспективное направление для всей лунной экономики — постройку наиболее экономичного космодрома для исследования всей Солнечной системы.

Однако главным «богатством» Луны ученые считают редкий изотоп гелий-3, который был обнаружен в образцах лунного грунта, доставленных на Землю. Луна, у которой нет атмосферы, сохраняет гелий-3 в поверхностном слое реголита, и его концентрация там превышает в десятки и сотни тысяч раз объем данного изотопа в земной атмосфере. Он имеет уникальное внутриатомное строение, и его использование в реакции термоядерного синтеза предположительно позволит получить огромное количество энергии без опасных радиоактивных отходов, которые сейчас производятся на атомных электростанциях. Над созданием промышленного цикла добычи и использования этого изотопа работают сейчас ученые во многих странах мира.

Для будущих пилотируемых миссий и для жителей лунной базы вода представляет собой самый ценный ресурс. Человеку нужно много воды, а «возить» ее с Земли слишком дорого. Учеными были высказаны предположения о наличии водяного льда на Луне, которые подтвердились благодаря миссиям LCROSS и LRO. В кратере Кабеус были найдены водяной лед и молекулярный водород. И запасы эти, по предварительным оценкам, немалые — до 600 млн тонн. Это значит, что воду не придется доставлять с Земли, ее можно будет добывать и перерабатывать непосредственно на месте. Скорее всего, при этом первые обитатели Луны будут жить на ее полюсах, где, по прогнозам, располагаются большие запасы воды. Это очень важная находка как для будущих поселенцев, так и для развития промышленности.



УЧАСТИЕ КБЮ В ЛУННОЙ ПРОГРАММЕ

Специалисты КБЮ принимали участие в советской лунной программе 60-х — 70-х гг. прошлого века. В рамках этой программы был создан и испытан лунный взлетно-посадочный модуль, называемый блоком Е. Данный ракетный блок входил в состав пилотируемого лунного корабля проекта Н1-Л3. Согласно проекту, на окололунной орбите должен был остаться лунный орбитальный корабль с одним космонавтом, а второй космонавт в лунном корабле (включающем ракетный блок Е) выполнял посадку на поверхность Луны и взлет с нее. Именно блок Е, представляющий собой жидкостную ракету, на своих двигателях осуществлял плавную управляемую посадку, а затем взлет.

Для обеспечения мягкой посадки блока Е на лунную поверхность в КБ «Южное» была разработана уникальная двигательная установка с практически 100 %-м дублированием, которая позволяла тормозить на финишном отрезке, зависать и маневрировать для выбора места посадки, а после выполнения миссии стартовать с лунной поверхности.

Несмотря на успешные летные испытания блока Е, которые были проведены на околоземных орбитах путем запусков с использованием РН «Союз» и подтвердили его работоспособность, не удалось осуществить реальный полет, поскольку из-за нескольких неудачных пусков тяжелой ракеты Н1-Л3 лунная программа в СССР была свернута.

Используя накопленный многолетний опыт создания различных типов ракетно-космической техники и применяя новейшие технологии, КБЮ разрабатывает собственный концептуальный проект по освоению Луны, созданию на ней базы для исследования и промышленного освоения естественного спутника Земли. Этот проект был впервые презентован в 2016 г. в рамках 67-го Международного астронавтического конгресса.

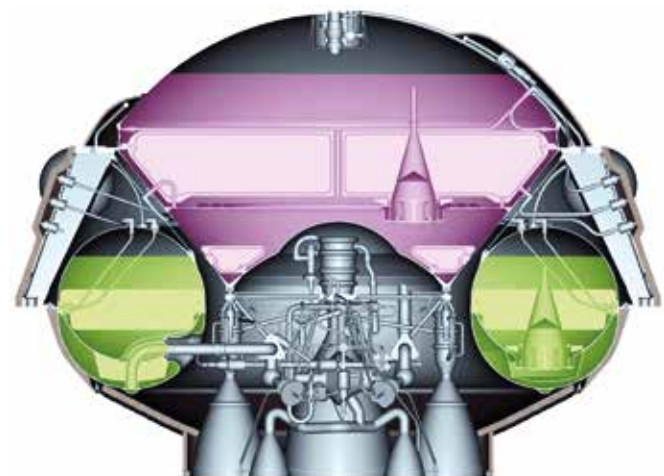
По инициативе Йохан-Дитриха Вернера¹ в 2017 г. была создана неправительственная, некоммерческая международная организация Ассоциация «Лунная деревня» (Moon Village Association, MVA), которая объединит усилия участников из разных стран по созданию лунной станции. Лунная промышленно-исследовательская база предназначена для фундаментальных научных исследований, а также может быть использована как полигон для отработки космической техники и технологий для деятельности человека на поверхности Луны, межпланетных пилотируемых полетов, трамплин к созданию обитаемых баз на Марсе и его спутниках. Сложность и амбициозность решаемой задачи побуждает страны, частные компании и международные организации к созданию широкой международной кооперации. MVA может исполнять роль координатора и реализовывать функции по согласованию совместных усилий, направленных на достижение единой цели. Первый Международный семинар «Лунная деревня» состоялся 19–21 ноября 2017 г. в городе Страсбурге (Франция). Представители КБ «Южное» входят в консультационный



Ракета Н1-Л3



Блоки Е в сборочном цехе



Блок Е в разрезе

¹ Йохан-Дитрих Вернер — директор Европейского космического агентства.



Двигательная установка блока Е

совет и рабочие группы МВА. Наше предприятие может привнести в деятельность ассоциации свой обширный опыт успешной практической реализации международных космических проектов, техническую экспертизу проектирования, изготовления и отработки образцов ракетно-космической техники.

В настоящее время в КБ «Южное» продолжается детализация проекта, уже разработан проект по стратегии создания лунной промышленно-исследовательской базы: сформирована концепция ее облика, конфигурации, а также инфраструктуры на разных этапах функционирования, сроки реализации проекта и основные технические характеристики разрабатываемых систем. Благодаря опыту КБ «Южное» ряд главных элементов лунной базы проектируется с использованием существующих надежных технологий. В следующих статьях мы подробнее рассмотрим вопросы создания инфраструктуры на нашем спутнике, критерии выбора месторасположения базы, особенности конструкции лунной техники, энергообеспечения и другие концептуальные вопросы этой темы.



Лунный корабль с блоком Е

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Призваны временем. Т. 1. От противостояния к международному сотрудничеству / под общ. ред. С. Н. Конюхова. Днепропетровск : [б. и.], 2004. 768 с. : рис., табл., фотоил.
2. Призваны временем. Т. 2. Ракеты и космические аппараты Конструкторского бюро «Южное» / под ред. С. Н. Конюхова. Днепропетровск : [б. и.], 2004. 227 с. : ил.
3. Шестьдесят лет в ракетостроении и космонавтике / под ред. А. В. Дегтярева. Днепропетровск : Арт-Пресс, 2014.





Проект лунной промышленно-исследовательской базы.
Дизайнеры Л. Ю. Тетурко, В. В. Тихонов

«ЛУНА СНОВА В ТРЕНДЕ...»

(Продолжение. Начало см. в № 7 2018 г. «Науки и Техники»)

ВЫБОР МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЛУННОЙ БАЗЫ

Еще во время первого этапа активного освоения Луны в 60-х — 70-х гг. прошлого века в разных странах начали разрабатываться стратегии ее колонизации.

Основные этапы создания лунного поселения и сейчас остаются актуальными. Так, на подготовительном этапе необходимо исследовать лунную поверхность, детально картографировать и создать 3D-модель поверхности. Выбрать район, наиболее подходящий для создания базы. Его надо изучить подробнее автоматическими луноходами (роверами) и взять пробы грунта для детального исследования. В это же время должна быть создана система связи с Землей и транспортная космическая система для доставки людей и грузов по маршруту Земля — Луна — Земля.

Следующий этап предполагает строительство базы минимальной конфигурации, создание необходимой инфраструктуры для производства компонентов систем жизнеобеспечения, создание научных и экспериментальных производственных комплексов.

На заключительном этапе предполагается создать замкнутую систему жизнеобеспечения для проживания людей на Луне, а также производственный комплекс, включающий добычу и переработку полезных ископаемых, изготовление компонентов ракетного топлива, строительных материалов. Конечно, это сверхсложный наукоемкий проект, требующий применения новых технологий и объединения усилий многих стран для его реализации. На Луне можно будет отработать технологии, которые понадобятся в дальнейшем для исследования и освоения Марса и других планет Солнечной системы. Здесь люди должны научиться жить во враждебной окружающей среде, используя местные ресурсы, с минимальной поддержкой (или без нее) с Земли.

Рассмотрим подробнее подготовительный этап создания лунной базы, в частности факторы, влияющие на выбор места создания лунной базы.

Конечно, важнейшим условием основания базы прежде всего является: практическая возможность добычи воды (водяного льда) и других сырьевых ресурсов; максимально возможная продолжительность получения солнечной энергии в течение лунных суток; относительно постоянные температурные условия и освещенность; постоянная радио- и оптическая связь с Землей, важны также и многие другие факторы.

Место расположения базы должно обеспечивать минимум затрат на транспортные космические операции с учетом требований максимальной безопасности персонала базы, когда ее инфраструктура еще недостаточно развита и степень самообеспечения низка. Кроме того, в районе базирования рельеф должен быть удобен для размещения комплексов базы и иметь профиль,

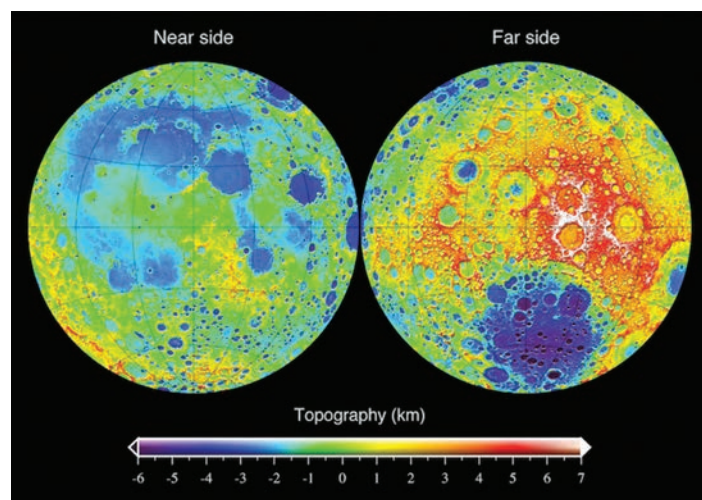


Рис. 1. Топографическая карта Луны по данным Lunar Orbiter Laser Altimeter в рамках миссии Lunar Reconnaissance Orbiter

безопасный с точки зрения подлета и посадки лунных кораблей.

Для обоснования выбора наиболее приемлемого места размещения базы рассмотрим, что нам известно о нашем спутнике за более чем 2000-летний период научных наблюдений.

Еще во II веке до н. э. Гиппарх исследовал движение Луны по небу. В 1609 г. Галилео Галилей изобрел телескоп, и с тех пор астрономы получили возможность изучать детали лунного рельефа. В XVII в. были составлены первые карты Луны и подробно описано ее движение. Сейчас в распоряжении астрономов современные технологии и новейшая техника. Расстояние до Луны измерено с точностью до метра с помощью лазерных технологий, а образцы грунта были доставлены на Землю. Итак, рассмотрим некоторые параметры Луны как физического небесного тела.

Луна — скалистое шаровидное тело без признаков жизни и практически без атмосферы. Она движется вокруг Земли по эллиптической орбите. Минимальное расстояние (перигей) составляет 362 000 км, а максимальное (апогей) — 405 000 км. Диаметр ее ~ 3 474 км, что составляет четверть диаметра Земли, масса ~ в 84 раза меньше массы Земли. По размерам и массе Луна лишь немного меньше планеты Меркурий. Это объясняет сильное гравитационное взаимодействие системы Земля — Луна, в результате которого Луна движется не вокруг Земли, а вокруг общего центра масс, который находится за 4,5 тыс. км от центра Земли. И хотя Луна обращается вокруг своей оси, она всегда обращена к Земле одной и той же стороной. Такое вращение называется синхронным. Лунный день и ночь длятся практически половину земного месяца — около 14,8 земных суток.

Сила тяжести на поверхности ночного светила в 6 раз меньше, чем на Земле. Это послужило причиной того, что Луна не смогла удержать молекулы газов и водяного пара, составлявшие когда-то ее атмосферу. Поэтому Луна практически лишена атмосферы, смягчающей температурные перепады, а большая продолжительность дня и ночи усиливает их. Кроме того, температура поверхности зависит также от широты и времени суточного цикла. На экваторе в лунный полдень температура на поверхности поднимается до + 120 °С, а ночью опускается до – 170 °С, т. е. суточный перепад температур составляет 290 °С. С удалением от экватора

суточный перепад температур уменьшается. Так, например, на 55° с. ш. максимальная температура снижается до 32 °С (Вопросы создания лунных баз / под ред. А. С. Борисова. 1965).

Учитывая, что как подогрев, так и охлаждение — это энергозатратные процессы, расположение лунной базы ближе к полюсу будет более эффективным.

Поверхность Луны покрыта реголитом — смесью тонкой пыли и скалистых обломков, образовавшихся в результате столкновений метеоритов с лунной поверхностью. Толщина слоя реголита на поверхности неоднородна и составляет от долей метра до десятков метров. При этом реголит имеет низкую теплопроводность, и температура пород, залегающих на глубине 1 м, постоянна и равна ~ – 35 °С.

Поскольку ось вращения Луны наклонена всего на 1,5° относительно плоскости земной орбиты вокруг Солнца, в приполярных областях на дне кратеров были обнаружены участки, которые всегда находятся в тени, и туда не попадает солнечный свет. Эти участки условно называют областями «вечной тени».

Эти участки есть на Северном полюсе в районе кратера Пири, на Южном полюсе — в районе кратера Шеклтон. Причем на Южном полюсе эта область больше. Наиболее известным примером такой области является дно кратера Шеклтон. Этот крупный кратер диаметром около 20 км и глубиной около 3 км является ближайшим к Южному полюсу Луны. Дно кратера может освещаться лишь слабым рассеянным светом, отраженным от стенок кратера. Поэтому считается, что за миллиарды лет на дне кратера скопилось много замерзшей воды, выделявшейся из периодически падающих комет. В связи с этим предполагается, что дно кратера можно использовать как источник воды. Кроме того, на дне кратера температура постоянна и держится на уровне – 230 °С, это идеальное место для хранения запасов сжиженных газов, ракетного топлива, привезенных с Земли. В любом более теплом месте для их хранения потребуются тяжелые резервуары высокого давления либо потребляющие большое количество энергии холодильные машины. Здесь можно разместить лунную астрономическую обсерваторию, состоящую из крупных оптических и инфракрасных телескопов.

Вблизи вечно затемненных кратеров находятся возвышенности, которые, наоборот, большую часть времени освещены Солнцем, — это так называемые «пики

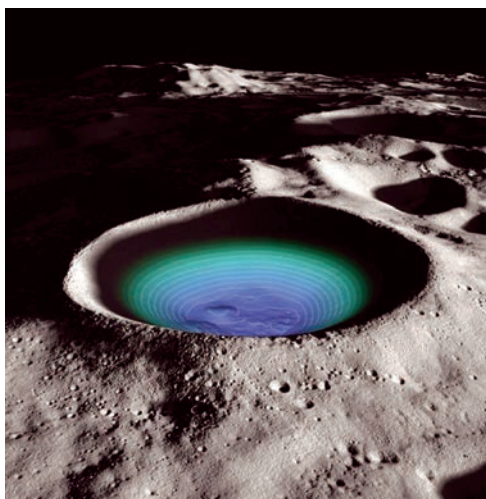


Рис. 2. Кратер Шеклтона на Луне

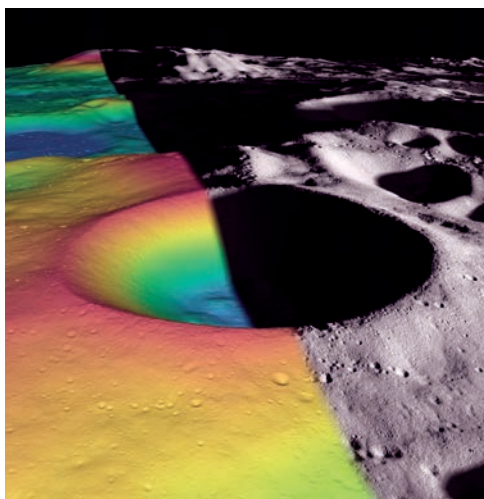


Рис. 3. Цифровую модель кратера удалось сделать благодаря огромному числу измерений LRO

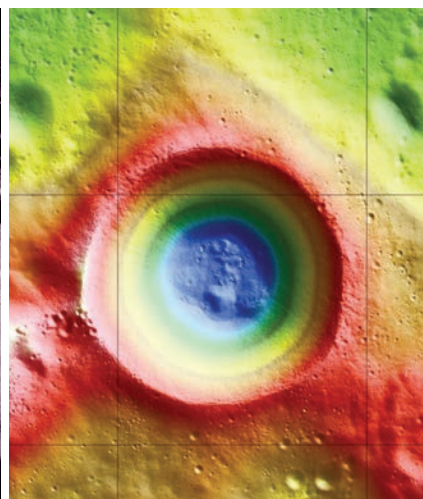


Рис. 4. Кратер Шеклтона на цветной карте. Голубое пятно — это лед

вечного света». Они освещены около 70–80 % времени. Такие области найдены возле 73-километрового кратера Пири на Северном полюсе Луны и в районе кратера Шеклтон на Южном полюсе. Таким образом, база, расположенная на Северном или Южном полюсе, будет почти всегда освещена солнечными лучами. Эти области будут идеальными для размещения на Луне солнечной электростанции, солнечных телескопов для наблюдения за Солнцем, а также жилых модулей лунной базы. Энергетические установки, созданные на таком участке, будут непрерывно вырабатывать энергию, за исключением кратких периодов солнечного затмения, когда Земля закрывает солнечный свет.

Таким образом, при расположении базы на Северном или Южном полюсе возможно практически круглосуточное освещение базы и питание ее от солнечных батарей. На рис. 5 показаны расположенные в районе Южного полюса четыре такие точки.

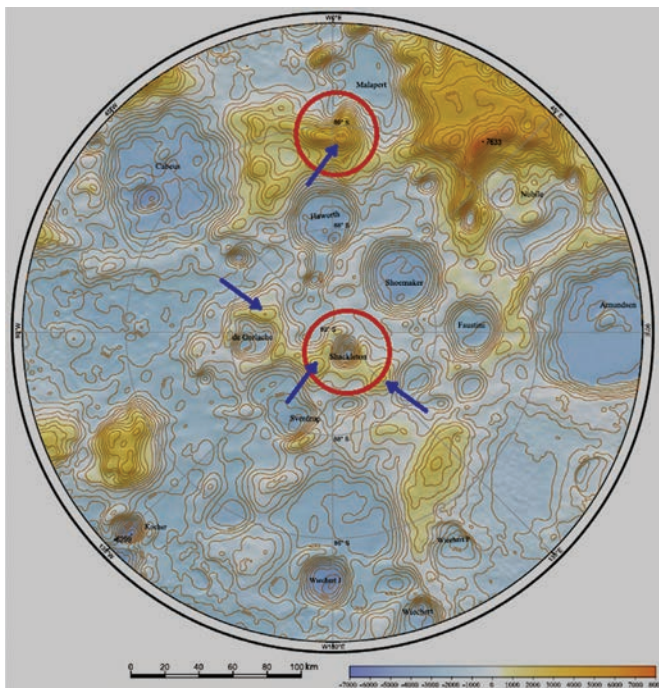


Рис. 5. Расположение кратера Шеклтон и горы Малаперт на Южном полюсе Луны. Пики вечного света



Рис. 6. Вал кратера Шеклтон.

Источник: NASAGSFC/Arizona State University

В районе базирования лунного поселения рельеф должен быть удобен для размещения комплексов базы и иметь профиль, безопасный с точки зрения подлета и посадки лунных транспортных кораблей. Этим требованиям отвечают расположенные в приэкваториальной зоне видимой стороны Луны морские районы, в частности западная область Океана Бурь, где предполагаются большие запасы лунной породы ильменита, наиболее богатой кислородом. Размещение базы на видимой стороне Луны дает возможность постоянной прямой радио- и оптической связи с Землей. Приэкваториальная зона позволяет обеспечить транспортные операции между лунной базой и окололунной орбитальной станцией с возможностью стартов на каждом витке орбитальной станции вокруг Луны и с минимальными топливно-энергетическими затратами.

При выборе места посадки на лунную поверхность, а также места расположения базы немаловажную роль играет возможность экстренно покинуть место дислокации и вернуться на Землю. Эта возможность зависит от наклона орбиты базирования лунного пилотируемого корабля и лунной орбитальной станции.

Наклонение орбиты базирования обычно определяется из условий минимизации затрат характеристической скорости на возвращение взлетного модуля с лунной поверхности к пилотируемому кораблю или станции в случае экстренного взлета. Указанные затраты будут минимальными, если для любой даты старта с поверхности Луны плоскость орбиты корабля или станции будет содержать в себе точку взлета (расположенную в окрестностях лунной базы), — в этом случае возможен взлет из окрестностей лунной базы на орбиту базирования корабля. На поверхности Луны есть ряд областей, для которых существуют орбиты, обладающие указанным свойством. Таковыми являются области лунного экватора ($\varphi = 0^\circ$) и оба лунных полюса ($\varphi = \pm 90^\circ$). Для лунного экватора описанным свойством обладают экваториальные орбиты спутника Луны ($i = 0^\circ$ и $i = 180^\circ$), для полюсов — полярные орбиты ($i = 90^\circ$). Таким образом, при размещении базы на лунном экваторе в качестве орбиты базирования корабля или станции должна выбираться одна из экваториальных орбит ($i = 0^\circ$ и $i = 180^\circ$), при размещении базы на одном из полюсов Луны — любая из полярных орбит. Для широт лунной базы, отличных от 0° или $\pm 90^\circ$, взлет на орбиту базирования лунного пилотируемого корабля (при любом наклонении орбиты базирования) будет возможен не всегда. Таким образом, возможными окололунными орбитами базирования корабля или станции могут являться экваториальные и полярные орбиты.

Для выполнения астрономических наблюдений критерии выбора места расположения лунной обсерватории (ЛО) более жесткие и зачастую противоположные для разных областей астрономии. Для наблюдения как можно большей части небесной сферы подходит расположение ЛО по широте на лунном экваторе. А размещение ЛО в зоне $8\text{--}10^\circ$ по долготе рядом с лимбом, когда изображение Земли находится близко к лунному горизонту, существенно ослабляет влияние ее излучения на телескопы, а также позволяет на доступном расстоянии (около 600 км) на обратной стороне Луны расположить радиотелескопы. В этом случае они полностью экранированы от разного вида электромагнитных излучений Земли. Обратная сторона Луны является уникальным местом во всей внутренней Солнечной системе для радиоастрономических исследований.

В целом потребности ЛО должны обеспечиваться возможностями лунной базы, к которой обсерватория должна располагаться достаточно близко, чтобы использовать ее инфраструктуру. Вместе с тем ЛО должна находиться на удалении по крайней мере одного километра от лунной базы во избежание влияния пыли, освещения и вибраций на астрономические наблюдения.

Имеет существенное преимущество и расположение ЛО в полярных областях. В этом случае размещение телескопов в постоянной тени кратеров создает стабильный температурный режим пассивного охлаждения, порядка -233°C . Это особенно важно для исследований в области инфракрасной/субмиллиметровой астрономии.

Для астрономического мониторинга всей небесной сферы с поверхности Луны необходимо иметь две ЛО, расположенные в северной и южной полярных областях, либо одну ЛО на экваторе. Оба варианта имеют свои преимущества, но если учесть дополнительные требования еще и для осуществления мониторинга Солнца, Земли, решения задач планетной (астероидной) астрономии, а также и других научных и производственных проблем, необходимо иметь несколько (минимум пять) ЛО, расположенные в полярных областях, на экваторе, видимой и обратной сторонах Луны.

Сравнительный анализ преимуществ и недостатков возможных мест размещения обитаемой базы проводился для полярных областей и экватора, результаты его обобщены и представлены в таблице.

Из таблицы видно, что полярная область обладает большим числом преимуществ по сравнению с экваториальной для размещения там лунной промышленно-исследовательской базы. Основными преимуществами, как уже отмечалось выше, являются вероятное наличие водяного льда (этот факт требует еще контактного подтверждения), определенных температурных условий, постоянной освещенности Солнцем и др.

На данном этапе разработки проекта «Лунная промышленно-исследовательская база» местом расположения базы выбирается Южный полюс Луны — гребень



Рис. 7. Концепт поселения в кратере Шеклтон. Источник: Jorge Mañes Rubio. Spatial design & visualisation in collaboration with DITISHOE-1

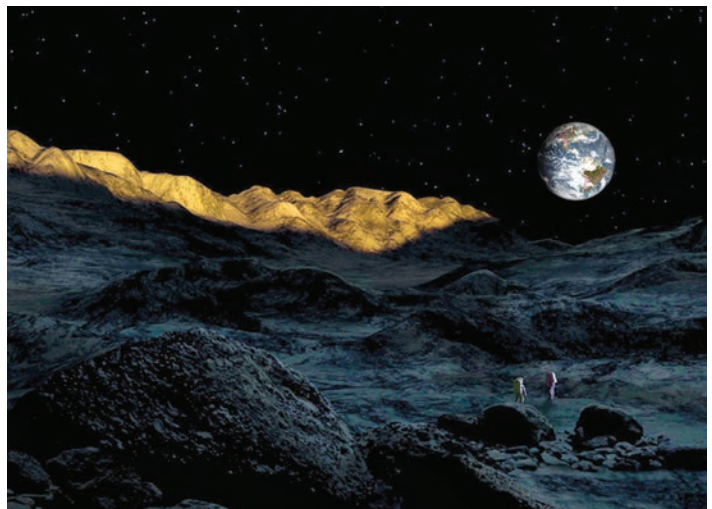


Рис. 8. Первые лунные базы будут на Южном полюсе

кратера Шеклтон. В данном районе находится несколько кратеров, однако самым выгодным расположением обладает именно кратер Шеклтон. Часть его гребня находится точно в точке географического Южного полюса, где целесообразно будет расположить инфраструктуру лунной базы, а добычу необходимых ресурсов можно осуществлять из расположенного рядом кратера.

Преимущества и недостатки расположения лунной базы в экваториальной и полярной областях

№ п/п	Требование	Экватор	Полюс
1	Наличие и практическая возможность добычи водяного льда для дальнейшей технологической переработки и использования	–	+
2	Наличие и практическая возможность добычи других природных ресурсов	+	+
3	Наличие определенных температурных условий для эффективного хранения криогенных компонентов	–	+
4	Максимально возможная продолжительность получения солнечной энергии в течение лунных суток	–	+
5	Возможность экстренного покидания места дислокации космонавтами и отлета к Земле	+	+
6	Наличие относительно постоянных температурных условий и освещенности	–	+
7	Удобство транспортных операций «лунная база – лунная орбита»	+	+
8	Постоянная радио- и оптическая связь	+	–
9	Минимальное наличие возмущающих факторов для функционирования лунной обсерватории	–	+
10	Определенные условия окружающего рельефа для удобного и безопасного размещения элементов инфраструктуры базы	+	+
11	Наименьшее влияние аномалий гравитационного поля Луны на пилотируемый корабль, совершающий полет по окололунной орбите базирования в режиме ожидания	–	+