

THE PROJECT OF THE SIMPLEST SETTLEMENTS CREATION AT THE STAGE OF THE MOON'S INTERIOR EXPLORATION

A detailed illustration of a lunar base on the moon's surface. The base consists of a large geodesic dome structure connected to several cylindrical modules. A lunar rover with six large wheels is parked nearby. In the foreground, an astronaut in a full spacesuit is walking across the dark, cratered terrain. The background shows the rugged, cratered landscape of the moon under a dark sky with stars.

ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ ПРОСТЕЙШИХ ПОСЕЛЕНИЙ НА ЭТАПЕ РАЗВЕДКИ НЕДР ЛУНЫ

Vyacheslav A. BOBIN,
Dr. Sci. (Tech.), Head of department,
the Institute of Comprehensive Exploitation of
Mineral Resources of the RAS, Moscow, Russia,
bobin_va@mail.ru



Вячеслав Александрович БОБИН,
доктор технических наук, заведующий
отделом Института проблем комплексного
освоения недр РАН, Москва, Россия,
bobin_va@mail.ru

Anna V. BOBINA,
Cand. Sci. (Tech.), Promotion Director, the Free
Economic Society of Russia, Moscow, Russia,
annabobini@mail.ru



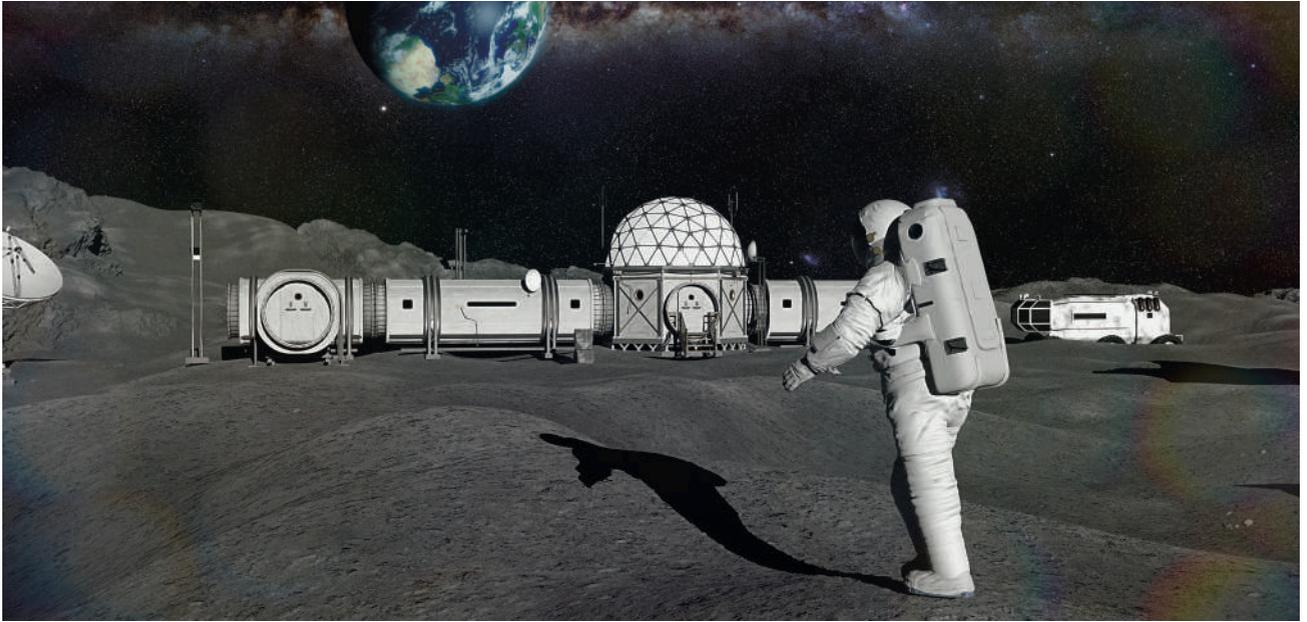
Анна Вячеславовна БОБИНА,
кандидат технических наук, директор по
развитию Вольного экономического общества
России, Москва, Россия,
annabobini@mail.ru

ABSTRACT | The project of a simplest lunar settlement creation at the initial stage of mineral exploration in the face of the shortage of electricity, construction machinery and mechanisms is presented. It is based on the use of an airtight inflatable module with a protective layer of quick-hardening mortar and regolith made with the help of explosive technology as a lunar base with comfortable living conditions for selenauts. For the construction of the simplest lunar settlement (e.g. in the form of a hemisphere with a radius of 3 meters), in addition to the inflatable structure, a hand-held low-power rotary hammer is needed, as well as several kilograms of explosive, about 50 liters of rapidly hardening mortar and an easy set of aluminum arched elements. It is assumed that two selenauts will cope with this work within a maximum of 2-3 days by taking several exits from the base module for this construction operation.

Keywords: *simplest lunar settlement, inflatable airtight module, protective layer of quick-hardening mortar and regolith, perforator, explosive technology*

АННОТАЦИЯ | Представлен проект создания простейшего лунного поселения на первоначальном этапе разведки полезных ископаемых в условиях дефицита электроэнергии, строительных машин и механизмов. В его основе – использование герметичного надувного модуля с защитным слоем из быстротвердеющего раствора и реголита, создаваемого с помощью взрывной технологии. Для сооружения лунного поселения, например в форме полусферы с радиусом три метра, потребуются, кроме надувной конструкции, ручной маломощный перфоратор, работающий от аккумулятора, несколько килограммов взрывчатого вещества, около 50 литров быстротвердеющего раствора и легкий набор алюминиевых арочных элементов. Предполагается, что два селенавта справятся с этой строительной операцией в течение двух-трех дней, предприняв несколько выходов из базового модуля.

Ключевые слова: *простейшее лунное поселение, надувной герметичный модуль, защитный слой из быстротвердеющего раствора и реголита, перфоратор, взрывная технология*



Создание постоянного лунного поселения является главной целью практически всех стран, участвующих в так называемой лунной гонке, а именно: России, США, КНР, Индии, Японии и Израиля. Причем первыми из них об этом заявили США, Китай и Япония, которые являются главными мировыми импортерами нефти [1].

Среди основных целей создания постоянных лунных поселений практически все аналитики по этой теме называют: 1) проведение научных экспериментов в области планетологии, астрономии, космологии, космической биологии и других дисциплин; 2) обеспечение межпланетных и межзвездных космических миссий (космопорт — отработка новых технологий, техники для экспансии на Марс); 3) добыча на Луне полезных ископаемых, запасы которых на Земле подходят к концу (гелий-3) и отработка технологий использования гелия-3, редкоземельных металлов, воды и кислорода, а также производства продуктов питания [2]; 4) перенесение с Земли на Луну вредных и опасных производств; 5) борьба с астероидной опасностью; 6) создание военной базы или космической станции вокруг Луны; 7) престиж страны как подтверждение высочайшего уровня науки, производства и обладания передовыми космическими технологиями [3].

С появлением баллистических и гиперзвуковых ракет высокой точности у ведущих военных держав цель создания ракетной базы на поверхности Луны отпадает сама собой.

Что же касается остальных целей, то все они настолько глобальны и всеобъемлющи и требуют таких огромных финансовых затрат, что для их достижения потребуется не одно десятилетие.

Однако среди них есть одна нематериальная цель, ради достижения которой многие страны готовы потратить максимум того, что они имеют в интеллектуальной, технологической и финансовой сферах деятельности, надеясь, что это принесет им небывалый успех уже на Земле. Это, конечно, престиж страны как подтверждение высочайшего уровня науки и производства и обладания передовыми космическими технологиями. Вот что устремляет в первую очередь США на Луну.

Наших далеких предков из их привычной среды выталкивали голод, резкие изменения климата, а также разного рода эпидемии, вызванные вирусами и паразитами. А теперь человечество из его колыбели гонит страсть освоения космического пространства как подтверждение могущества его разума.

Уже в 2024 году согласно проекту «Артемиды-1» США планируют осуществить первую в XXI веке посадку на поверхность Луны смешанного экипажа, который проведет на ней шесть суток и должен будет сделать четыре выхода с исследовательскими целями. При этом в планы данной экспедиции пока не входят задачи по поиску места для постоянного лунного поселения и использования его для планируемых в дальнейшем полетов к Марсу.

Решение этого вопроса важно потому, что архитектура и наполнение оборудованием постоянного поселения в большой степени определяется поставленными целями и финансовыми возможностями для их реализации.

Если это будут поселения для решения исключительно научных задач по исследованию космического пространства или предотвращения

РИС. 1. Операция по закладке взрывчатых веществ для создания в насыпи реголита котлована (1 – базальтовое основание; 2 – насыпь реголита; 3 – скважины; 4 – взрывчатые вещества; 5 – контур котлована)

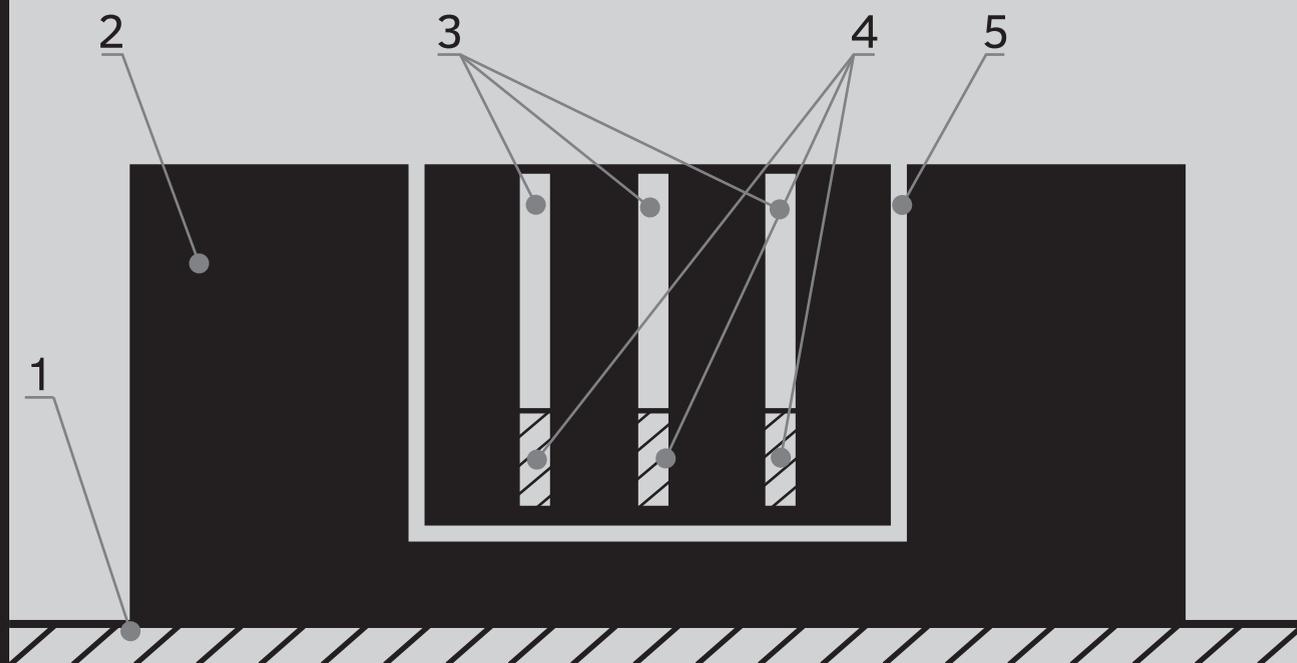
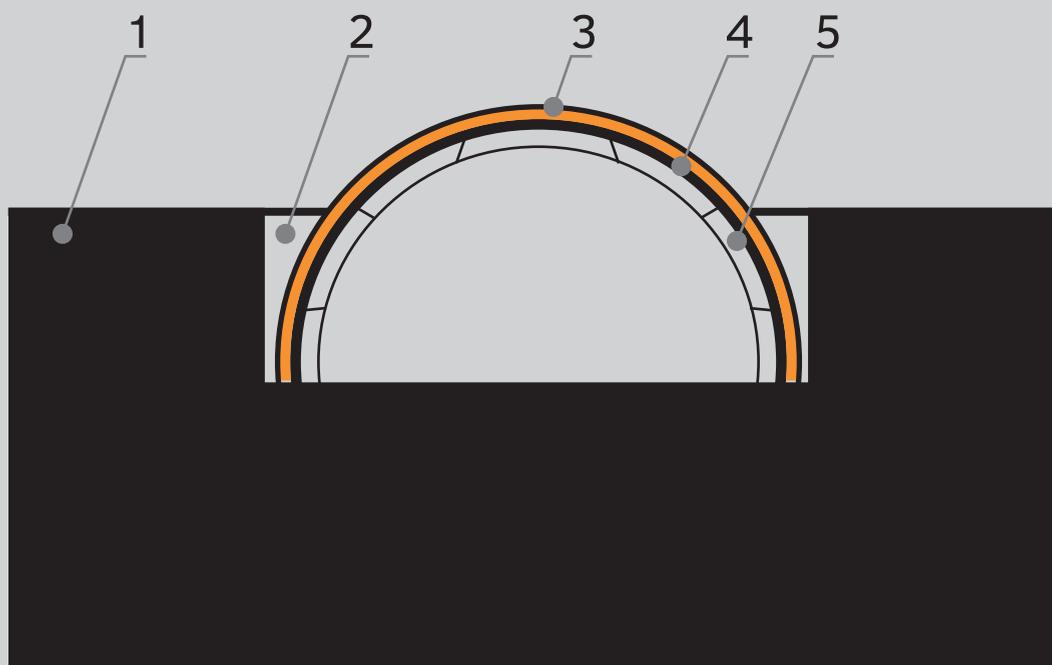


РИС. 2. Размещение надувной конструкции в котловане и обработка специальным составом (1 – насыпь реголита; 2 – котлован; 3 – слой затвердевшего специального состава; 4 – надувная конструкция; 5 – сборная арочная конструкция)



астероидной опасности для Земли, то постоянное поселение может быть образовано всего из нескольких модулей, обеспечивающих жизнедеятельность ученых и их научную работу, так, как это предлагалось в проекте «Звезда» («Барминград») [4].

Если же на поверхности Луны к моменту строительства постоянного поселения будут доступны достаточные электрические мощности, а также необходимое транспортное и сортировочное оборудование для подготовки лунного строительного материала (реголита) и 3D-печати с помощью строительного принтера, то для осуществления строительства вполне эффективными окажутся способы, предложенные в свое время академиком Галимовым и специалистами Европейского космического агентства [5, 6]. Кроме того, подойдет способ, описанный в проекте «Гравитационный дом отдыха» [7].

Совершенно другой подход к созданию базы на Луне необходим, если эта база будет использоваться исключительно как космопорт. В этом варианте на поверхности спутника Земли необходимо иметь не только мощности электроэнергии, но и возможности для переработки реголита и извлечения из него компонентов ракетного топлива, для их сжижения, длительного хранения в условиях низких температур и доставки на орбиту Луны в качестве заправщиков-буксиров ракетного топлива космических кораблей, отправляющихся к Марсу. Такая база будет эффективной, если полет к Марсу станет не единичной, а регулярной экспедицией. Для реализации подобного проекта подойдет способ, описанный в статье А. Майборода [5].

В условиях дефицита всех видов энергии разведка полезных ископаемых Луны будет ограничена всего несколькими километрами вокруг посадочного модуля. Решением этой проблемы может стать создание простейшего лунного поселения в виде надувной конструкции.

И, наконец, какой тип постоянного поселения необходим для освоения полезных ископаемых на Луне? Какую стратегию освоения недр Луны следует принять и реализовать? Можно ли при этом опираться исключительно на данные, полученные в ходе исследования образцов грунта Луны, которые были доставлены автоматическими станциями «Луна» и астронавтами программы «Аполлон», и показавшие, что на Луне есть железо, титан и другие металлы?

Конечно, эти результаты очень важны, но они не репрезентативны, и, ориентируясь только на них, нельзя с уверенностью говорить об общих запасах тех или иных металлов, которые необходимы для строительства постоянных поселений. Тем более преждевременно говорить о доставке их, а также редкоземельных металлов на Землю. Кроме того, современная ракетная техника не может транспортировать многотоннажные грузы с Луны на Землю.

Таким образом, прежде чем создавать целые отрасли по извлечению полезных ископаемых на Луне для использования их на Земле, необходимо, во-первых, произвести их доскональную разведку на всей поверхности спутника Земли, во-вторых, создать эффективные машины и механизмы для их разработки и переработки, и в-третьих, создать методы обогащения и извлечения полезных ископаемых в лунных условиях.

Если последние две задачи можно и нужно уже сейчас решать на Земле, то разведку полезных ископаемых необходимо производить на Луне. В условиях дефицита всех видов энергии, которые использует человек на Земле, разведка полезных ископаемых на первоначальном этапе будет ограничена всего несколькими километрами вокруг посадочного модуля. Эти ограничения связаны как с лимитированным ресурсом систем жизнедеятельности скафандров селенавтов, так и с возможностями аккумуляторов средств передвижения по поверхности.

Для расширения площадей разведки полезных ископаемых необходимо иметь целую продуманную систему простейших лунных поселений, в которых селенавты могли бы полноценно жить и находиться без скафандров сравнительно длительное время, исследовать на месте образцы грунта и передавать эти данные на базовый модуль. Такое простейшее лунное поселение должно иметь систему связи с базовым модулем и систему зарядки аккумуляторов для приходящих и отправляющихся на разведку транспортных средств.

Для этих целей можно использовать способ создания поселений с помощью надувных конструкций, которые засыпаются лунным реголитом, защищающим от солнечного, температурного и радиационного воздействия [5].

Однако этот способ имеет существенный недостаток: для создания защитного слоя вокруг надувной конструкции используется тяжелая и энергоемкая техника в виде погрузчика реголита и его разбрасывателя на поверхность надувной конструкции для образования защитного слоя. Кроме того, это требует предварительного обеспечения значительных электрических мощностей.

РИС. 3. Создание защитного слоя из реголита вокруг простейшего лунного поселения
(1 – насыпь; 2 – скважины направленного взрыва; 3 – реголит защитного слоя; 4 – взрывчатое вещество)

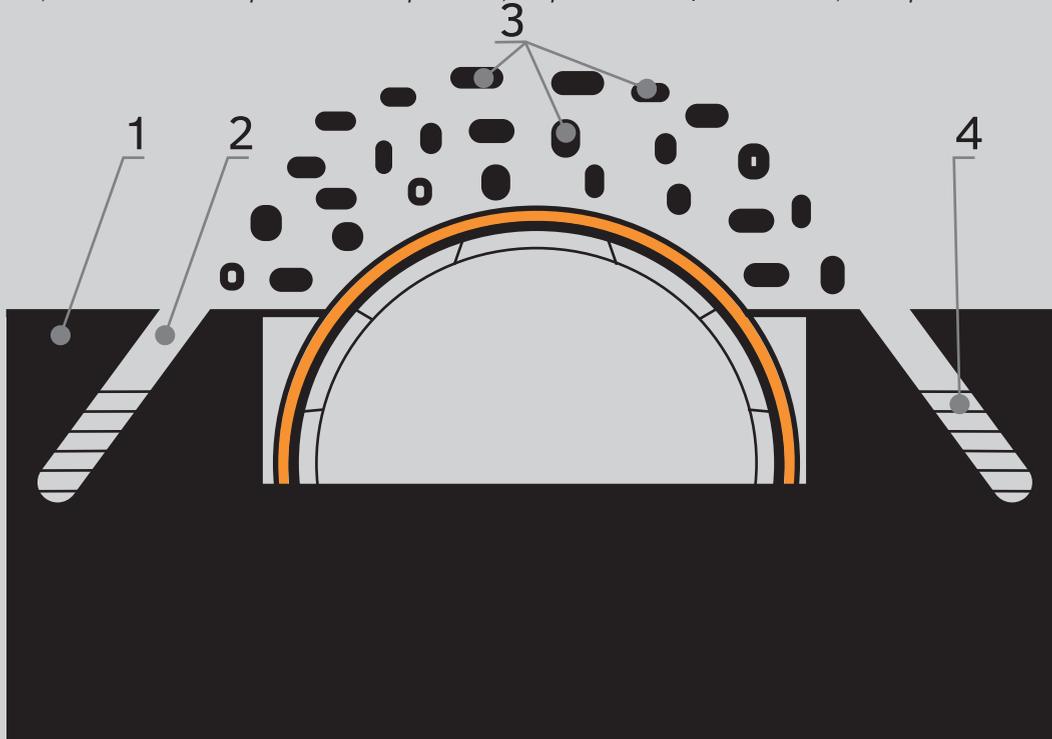
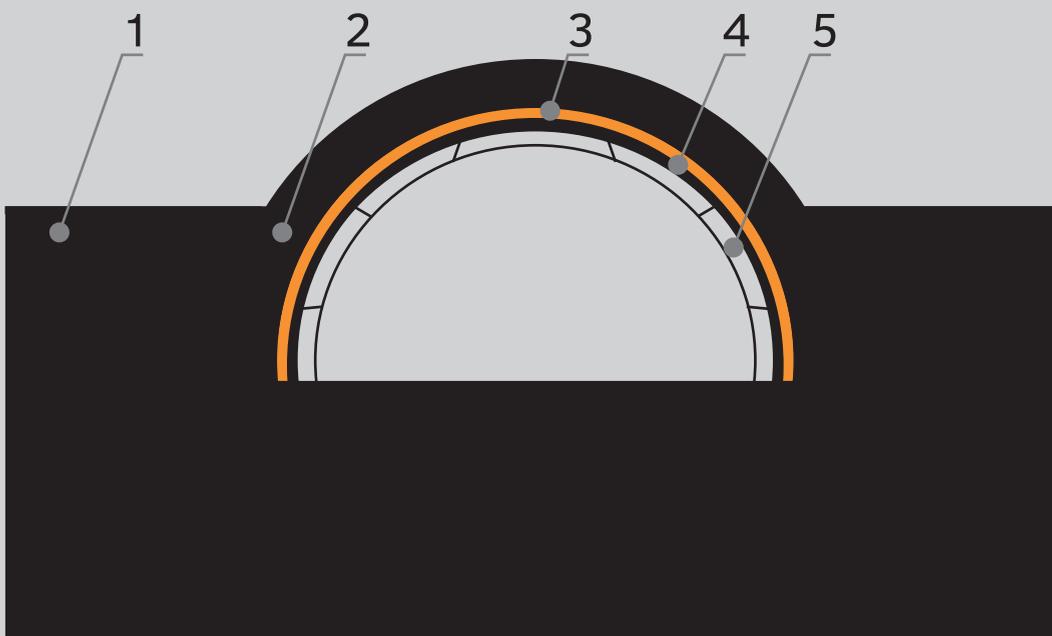


РИС. 4. Центральное сечение простейшего лунного поселения
(1 – насыпь реголита; 2 – защитный слой из реголита; 3 – слой затвердевшего специального состава; 4 – надувная конструкция; 5 – сборная арочная конструкция)



Для создания простейшего лунного поселения на первоначальном этапе разведки полезных ископаемых в условиях дефицита электроэнергии и работающих с ее использованием строительных машин и механизмов предлагается способ создания такого поселения надувной конструкции с помощью взрывной технологии.

Суть этого способа состоит в следующем. После посадки модуля на поверхность Луны надувная конструкция доставляется на насыпь реголита, где на выбранной для размещения конструкции поверхности селенавты производят бурение неглубоких скважин и закладывают в них взрывчатое вещество таким образом, чтобы после взрывания образовался котлован глубиной не более 1,5–2 метров (рис. 1).

Затем селенавты спускаются в котлован и выравнивают его, после чего размещают надувную конструкцию и придают ей объем за счет закачки воздуха. При этом надувная конструкция обрабатывается специальным составом, распыляемым по всей ее поверхности и быстро твердеющим под действием ультрафиолетовых лучей Солнца (рис. 2).

При создании каждого последующего лунного поселения предыдущее станет для него базовым и поэтому должно быть оборудовано для нормального проживания селенавтов, то есть иметь систему обеспечения жизнедеятельности и все необходимые запасы.

Благодаря этой операции поверхности надувному модулю придается достаточная жесткость, что позволит выдержать вес реголита, которым засыпается весь модуль. Кроме того, для сохранения целостности формы надувного модуля после покрытия его защитным слоем из реголита предусмотрена установка подпирающей его изнутри легкой сборной алюминиевой арочной конструкции.

Создание защитного слоя осуществляется в несколько этапов с помощью засыпки надувной конструкции реголитом и направленным взрыванием зарядов, размещенных по ее периметру.

При этом каждый слой реголита также обрабатывается специальным быстро твердеющим под ультрафиолетовыми лучами составом, что увеличивает прочностные и защитные функции всего простейшего лунного поселения (рис. 4).

Таким образом, для сооружения простейшего лунного поселения, например в форме по-

лусферы с радиусом три метра, потребуются, кроме надувной конструкции, ручной мало-мощный перфоратор, работающий от аккумулятора, несколько килограммов взрывчатого вещества, около 50 литров быстротвердеющего раствора и легкий набор алюминиевых арочных элементов. При этом сейсмическое воздействие от взрыва такого количества взрывчатых веществ будет минимальным, а время оседания частиц реголита всех возможных фракций не превысит и нескольких минут.

Предполагается, что два селенавта справятся с этой работой в течение максимум двух-трех дней, предприняв для строительной операции несколько выходов из базового модуля.

При создании каждого последующего простейшего лунного поселения предыдущее станет для него базовым и поэтому должно быть оборудовано для нормального проживания селенавтов, то есть иметь систему обеспечения жизнедеятельности, необходимые запасы кислорода, воды, продуктов питания и т. д.



Создание системы простейших лунных поселений позволит значительно увеличить площадь разведанных районов на поверхности и в недрах Луны, получить достоверные данные о видах полезных ископаемых, их количестве и пространственном расположении, а также создать стратегию их разработки. Количество простейших лунных поселений в системе и их пространственное расположение относительно базового модуля будет определяться данными предварительной разведки, осуществляемой непосредственно из базового модуля.



Литература

1. **Зеленый Л. М., Хартов В. В., Митрофанов И. Г., Долгополов В. П.** Луна: исследование и освоение. Вчера, сегодня, завтра, послезавтра // Природа. 2012. № 1. С. 23 – 29.
2. **Багров А.В.** Континент на орбите Земли пора заселять // Независимая газета. «НГ-наука». 2019. 12 ноября.
3. **Кричевский С.В.** Освоение Луны: проект, сверхглобальный проект и экологичные технологии // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 3. С. 16 – 25.
4. **Мержанов А. И.** Лунная база «Барминград». Проект, опередивший время // Воздушно-космическая сфера. 2018. № 2. С. 108 – 117.
5. **Майборода А.О.** Проект бюджетной лунной базы отлеживается в архиве // Независимая газета. «НГ-наука». 2019. 08 октября.
6. **Spall N.** Sustainable ways of living on the Moon and Mars [Электронный ресурс] // Room. The Space Journal. 2018. № 3. URL: <https://room.eu.com/article/sustainable-ways-of-living-on-the-moon-and-mars> (Дата обращения: 30.06.2019).
7. **Майборода А.О.** Гравитационный дом отдыха // Независимая газета. «НГ-наука». 2019. 12 ноября.

References

1. **Zeleny L. M., Khartov V. V., Mitrofanov I. G., Dolgoplov V. P.** Luna: issledovanie i osvoenie. Vchera, segodnya, zavtra, poslezavtra. Priroda, 2012, no. 1, pp. 23 – 29.
2. **Bagrov A.V.** Kontinent na orbite Zemli pora zaselyat'. Nezavisimaya gazeta, "NG-nauka", 2019, 12 November.
3. **Krichevskiy S.V.** Osvoenie Luny: proekt, model', sverkhglobal'nyy proekt i ekologichnye tekhnologii. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2019, no. 3, pp. 16 – 25.
4. **Merzhanov A. I.** Lunnaya baza «Barmingrad». Proekt, operedivshiy vremya. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2018, no. 2, pp. 108 – 117.
5. **Mayboroda A.O.** Proekt byudzhetnoy lunnoy bazy otlezhivaetsya v arkhive. Nezavisimaya gazeta, "NG-nauka", 2019, 08 October.
6. **Spall N.** Sustainable ways of living on the Moon and Mars. Room. The Space Journal, 2018, no. 3. Available at: <https://room.eu.com/article/sustainable-ways-of-living-on-the-moon-and-mars> (Retrieval date: 30.06.2019).
7. **Mayboroda A.O.** Gravitatsionnyy dom otdykha. Nezavisimaya gazeta, "NG-nauka", 2019, 12 November.

© Бобин В.А., Бобина А.В., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 18.03.2020

Принята к публикации: 12.04.2020

Модератор: Дмитриук С.В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Бобин В.А., Бобина А.В. Проект создания простейших поселений на этапе разведки недр Луны // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 2. С. 54 – 61.