


THE EXPLORATION OF THE MOON: HISTORY, MODEL, SUPERGLOBAL PROJECT AND ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TECHNOLOGIES

Sergey V. KRICHEVSKY,

*Dr. Sci. (Philosophy), Professor, Chief Researcher, S.I. Vavilov
Institute for the History of Science and Technology of the Russian
Academy of Sciences (IHST RAS), Moscow, Russia,
svkrich@mail.ru*

ABSTRACT | In the XXI century the problem of the exploration of the Moon is relevant for the space activities of the world community and in Russia. The history and periodization of research and exploration of the Moon are briefly considered. A general model of exploration of the Moon is represented. A general superglobal project "The Exploration of the Moon" covering the whole set of projects is proposed. Examples of environmentally friendly and clean technologies and projects are classified and described. The main conclusions and recommendations are formulated.

Ключевые слова: *the exploration of the Moon, activity, history, classification, space, model, forecast, superglobal project, environmentally friendly and clean technology, humanity*



ОСВОЕНИЕ ЛУНЫ:

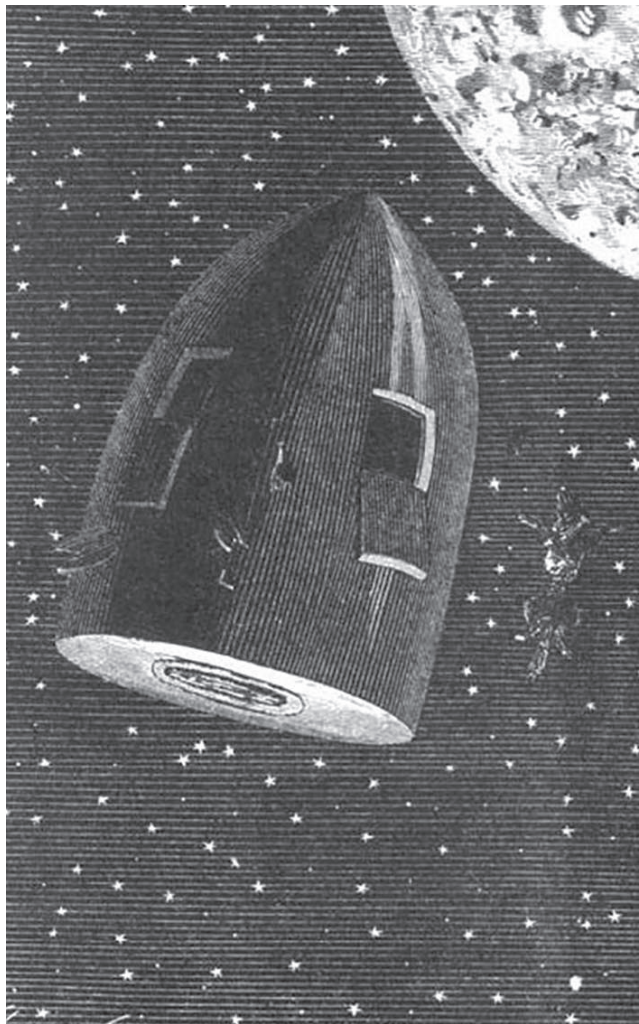
ИСТОРИЯ, МОДЕЛЬ, СВЕРХГЛОБАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ И ЭКОЛОГИЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Сергей Владимирович КРИЧЕВСКИЙ,
доктор философских наук, профессор, главный
научный сотрудник Института истории
естествознания и техники имени С.И. Вавилова
РАН, Москва, Россия,
svkrich@mail.ru

АННОТАЦИЯ Проблема освоения Луны актуальна для космической деятельности мирового сообщества и России в XXI веке. Кратко рассмотрена история и сделана периодизация исследований и освоения Луны. Представлена общая модель процесса освоения Луны. Предложен единый сверхглобальный проект «Освоение Луны», охватывающий все множество проектов. Приведены классификация и описание примеров экологичных, чистых технологий и проектов. Сформулированы основные выводы и рекомендации.

Ключевые слова: освоение Луны, деятельность, история, классификация, космос, модель, прогноз, сверхглобальный проект, экологичная и чистая технология, человечество



Фантастический образ до начала освоения Луны.
Иллюстрация к роману Ж. Верна «Вокруг Луны» (1869)

Луна — идеальный объект для освоения с чистого листа: почти не тронутая поверхность и окружающая среда без биосферы, территориальных, политических и экономических границ. Но человечество до сих пор не договорилось, как осваивать Луну

ВВЕДЕНИЕ

Луна как естественный спутник Земли обладает уникальными свойствами и ресурсами, необходимыми для выживания и развития человечества. Проблема исследований и освоения Луны — сложная, актуальная, имеет длинную предысторию, теоретические и практические аспекты. Она на повестке мирового сообщества в XXI веке: в США, России, КНР, ЕС, Индии, Японии и других странах началась новая «лунная гонка».

Известно множество исследований, проектов, технологий и соответствующих публикаций сторонников освоения Луны, среди которых С. П. Королёв, В. П. Глушко, Б. Е. Черток, Э. М. Галимов, Л. М. Зелёный, И. Маск и другие, их число растёт. В 2019 году тема освоения Луны важна и в связи с юбилейными датами — достижениями в истории освоения Луны, новыми проектами и результатами полетов на Луну (КНР, Израиль, Индии и др.), планами США обеспечить присутствие людей на Луне к 2024 году, разработкой в РФ проекта лунной программы [1–14].

Освоение Луны — процесс исследования и использования человечеством ее свойств и ресурсов в земной и космической деятельности (КД), в том числе для расселения вне Земли. Изучение процесса освоения Луны необходимо для анализа, прогноза, коррекции КД в России и мире, перехода к новым технологиям, экспансии на Луну, Марс и далее.

Ситуация интересна, сложна и противоречива. Луна — идеальный объект для освоения с чистого листа: почти не тронутая поверхность и окружающая среда (ОС), без биосферы, территориальных, политических и экономических границ. Но человечество до сих пор не договорилось, как осваивать Луну, а процесс освоения уже идет.

Для успешного и эффективного освоения необходимы новые правила игры, общая стратегия и единый большой проект, значительные средства и новые технологии, объединение и распределение усилий мирового сообщества, сотрудничество космических и других государств в балансе с решением насущных проблем на Земле.

1. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ И ПЕРИОДИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОСВОЕНИЯ ЛУНЫ

Целенаправленные исследования Луны начались более 2200 лет назад на основе визуальных наблюдений и математических вычислений. В III веке до н. э. Аристарх Самосский определил расстояние до Луны и ее диаметр. В 1610 году Галилео Галилей с помощью своего телескопа впервые обнаружил горы и кратеры на Луне (по: [1, с. 44–45, 136–137]). Впоследствии учеными были составлены подробные карты поверхности видимой стороны Луны, причем с середины XIX века — на основе фотографий, а обратную сторону начали исследовать с применением космической техники в 1959 году [3, 4, 6, 7].

Первый период исследования и освоения Луны до начала космической эры (до конца 50-х гг. XX века). Визуальные и инструментальные наблюдения Луны с Земли (с ее поверхности, затем и с летательных аппаратов в атмосфере), возникновение идей, концепций, гипотез, теорий, произведение расчетов, измерений, оценок, связанных с происхождением, эволюцией и свойствами Луны.

Второй период исследования и освоения Луны в космическую эру (с конца 50-х гг. XX века). В дополнение к исследованиям с Земли началось применение беспилотных и пилотируемых космических аппаратов, в том числе и с участием людей, в окололунном пространстве и на Луне.

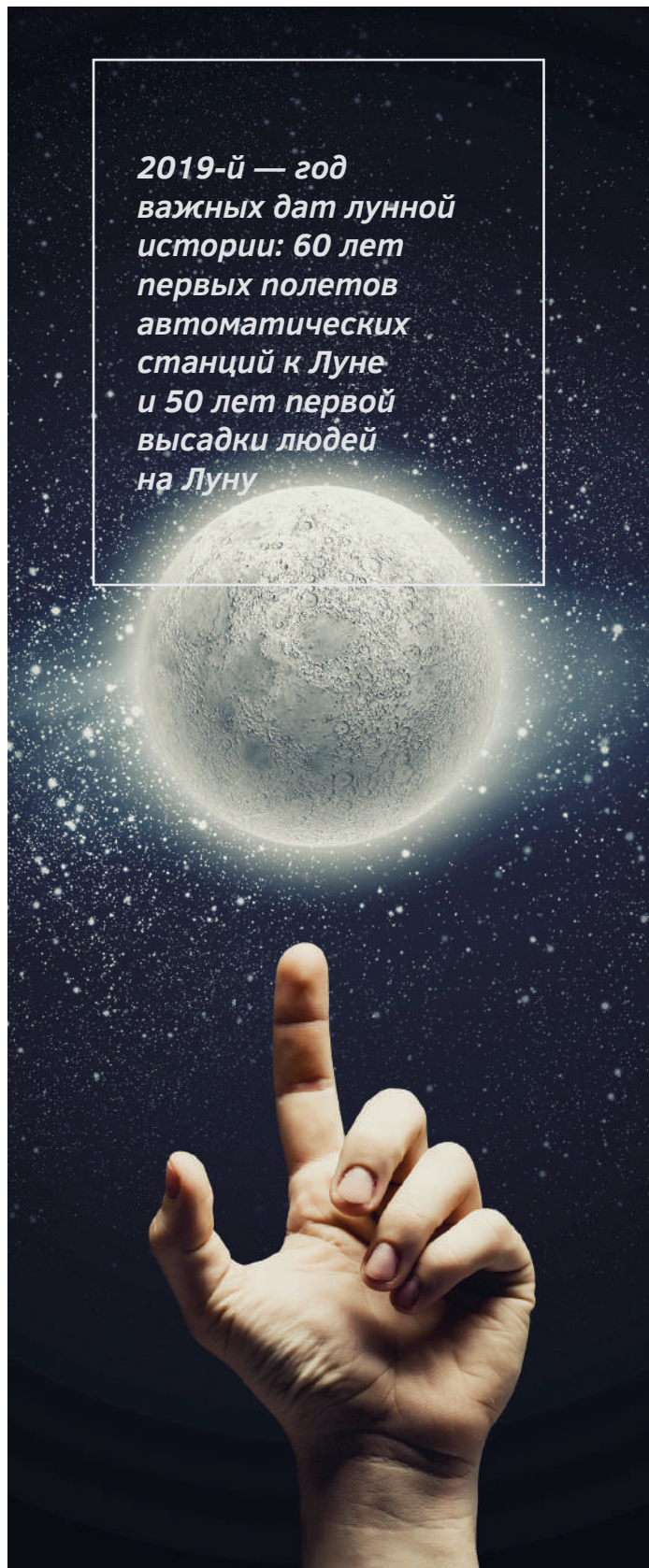
2019-й — год важных дат лунной истории: 60 лет первых полетов автоматических станций к Луне. «Луна-1» пролетела примерно в 6000 километров, «Луна-2» достигла поверхности Луны, «Луна-3» сделала и передала первые фотографии обратной стороны Луны (1959, СССР). 50 лет первой высадки людей на Луну и первого шага человека по ней (Н. Армстронг, 1969, Apollo-11, США) [3, 4, 6, 7].

В 60–70-х гг. XX века происходила первая «лунная гонка» с участием СССР и США за приоритет в освоении Луны, доставке на нее первого человека и флага страны. Эту гонку выиграли США.

В нашей стране в тот период были разработаны проекты освоения Луны, в том числе лунных баз и поселений, которые не реализовались (например, большой проект «Барминград» [9]).

В 10-х гг. XXI века, в наступающем третьем периоде космической эры, началась новая, вторая всемирная «лунная гонка». Ее сверхзадача — «второе пришествие» человека на Луну и создание там постоянной инфраструктуры, баз, промышленности, полноценного космического хозяйства — в дополнение к земному хозяйству человечества, в парадигме освоения космоса и создания космического человечества [8, 15].

**2019-й — год
важных дат лунной
истории: 60 лет
первых полетов
автоматических
станций к Луне
и 50 лет первой
высадки людей
на Луну**



2. ОБЩАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОСВОЕНИЯ ЛУНЫ

Кроме существующих моделей Луны как объекта исследования и освоения, необходима общая модель процесса освоения Луны, которая должна охватывать основные сценарии, приоритеты, перспективы и т. д. В отличие от известных стратегий и проектов промышленного освоения Луны (например, см.: [3]), предлагается «всеобъемлющий» подход и сверхглобальный проект полного освоения Луны человечеством (см. также в п. 3).

Сценарии. Есть два основных сценария освоения Луны:

Первый сценарий. Сбалансированный, «дедуктивный». Разработка и принятие общих правил игры, решений и ограничений на освоение Луны, поверхности, недр, ресурсов с учетом приоритетов, зонирования, этапов, экологических и других аспектов, создание общих институтов под эгидой ООН, совместная деятельность на Луне под контролем международных институтов при минимизации противоречий и конфликтов.

Второй сценарий. Экстремальный, «индуктивный». Торможение и/или игнорирование общих правил игры, хаотическое освоение Луны, ее территории и ресурсов традиционным путем реализации права первого и сильного — по аналогии с опытом экспансии на Земле, например золотой лихорадки. «Лунная лихорадка», направленная на выделение, захват и монопольное хищническое использование наиболее ценных участков и ресурсов, породит множество противоречий и острых конфликтов, в том числе военных.

Возможны различные варианты реализации для каждого сценария. Условно выделим минимальный, оптимальный, максимальный варианты, которые могут прорабатываться с учетом приоритетов и других аспектов освоения Луны.

Приоритеты освоения Луны необходимо формировать и корректировать на основе ценностного подхода, с учетом зонирования ее территории, этапов, рисков, ограничений, экономических и технологических возможностей, перспектив и т. д.

Зонирование территории для эффективного освоения Луны необходимо в целях: 1) размещения научной, производственной, жилой, транспортной инфраструктуры, а также системы защиты от астероидно-кометной опасности; 2) добычи полезных ископаемых; 3) защиты и восстановления ОС; 4) поиска и сохранения объектов и памятников природного и культурного наследия (к ним относятся уникальные природные объекты — ландшафты, горные породы, кратеры, вершины гор, пещеры, метеориты и др.; первые тех-

нические объекты на Луне и следы ее освоения). В России и мире ведется зонирование территории Луны на основе картографирования, зондирования поверхности и недр, разведки, оценки полезных ископаемых, в том числе распределения воды, металлов и т. д. Определены места для постоянных лунных баз, поселений людей в районе Южного полюса с учетом комплекса факторов (ландшафта, рельефа, освещенности, видимости с Земли, наличия воды и других полезных ископаемых), важные участки на полюсах и обратной стороне Луны и др. [2–4, 6, 7].

Перспективы освоения Луны представим как оптимистический прогноз из трех этапов:

Первый этап. Создание научной, промышленной, обитаемой инфраструктуры, постоянных научных баз, промышленных объектов, поселений людей, то есть космического хозяйства на Луне, информационных, энергетических, транспортных коммуникаций в системе «Земля + Луна», с применением новых технологий (роботов, 3D-печати и др.), — в XXI — XXII веках.

Второй этап. Полное включение Луны, ее космического хозяйства в хозяйство земной цивилизации человечества, в XXII — XXIII веках.

Третий этап. Создание автономной космической цивилизации — космического человечества с постоянной жизнью людей на Луне — с XXIII — XXVI веков.

Риски и ограничения в процессе освоения Луны: политические, экономические, технологические, военные, медико-биологические, социальные, социокультурные, экологические и др. Управление ими имеет особое значение для безопасности и выживания людей на Луне, включая ее колонизацию и репродукцию людей в перспективе.

3. ЕДИНЫЙ СВЕРХГЛОБАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ «ОСВОЕНИЕ ЛУНЫ»

Сверхглобальный проект «Освоение Луны», предложенный автором в 2018 году [8, р. 98–99], охватывает все множество проектов освоения Луны и будет реализовываться человечеством веками, вплоть до ее полного освоения (оптимистический прогноз).

Цель и сверхзадача сверхглобального проекта: полное включение Луны в сферу КД для исследований, использования ее природных ресурсов, расселения людей, отработки новых технологий, техники, систем жизнедеятельности, безопасности, для экспансии на Марс и т. д.

Данный сверхглобальный проект необходимо реализовать во «всеобъемлющей» постановке, по первому — сбалансированному — сценарию в виде трех этапов, изложенных в п. 2 «Общая модель процесса освоения Луны».

***Человечеству предстоит
путь в дальний космос через
освоение Луны: назрело ее
включение в космическое
хозяйство и в структуру
системы защиты от
астероидно-кометной
опасности***

Предстоит идти в дальний космос через освоение Луны: назрело ее включение в космическое хозяйство в дополнение к земному, в структуру системы защиты Земли от астероидно-кометной опасности и т. д.

Целесообразно использовать опыт исследований Луны в XX–XXI веках, новые знания, технологии, проекты, заделы. Лидирующими акторами процесса освоения Луны могут стать новое космическое сообщество — государство Asgardia и Всемирный космический союз [15].

Для реализации сверхглобального проекта «Освоение Луны» вначале предстоит создать новые правила игры, институты общества, технологии, в том числе для жизнедеятельности и безопасности людей на Луне. Затем — надежные, эффективные коммуникации, взаимодействие с Землей, научную, промышленную деятельность на основе местных ресурсов, далее — постоянные базы, поселения людей на Луне, организовать использование и охрану ОС с учетом особенностей Луны, околоземного, окололунного пространств, с применением новых экологических, чистых технологий и проектов [8, 10].

4. ЭКОЛОГИЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТЫ ОСВОЕНИЯ ЛУНЫ

Методологический аспект. Экологичные, чистые, «зеленые» технологии и проекты автор исследует по плановой НИР в ИИЕТ РАН по госзадачу с 2019 года [16].

Экологичные технологии и проекты — соответствующие экологическим нормам или опережающие их, не оказывающие вредного воздействия на ОС, жизнь и здоровье людей или оказывающие меньшее негативное воздействие по сравнению с другими [10].

Классификация экологичных, чистых технологий и проектов освоения Луны с учетом их целевого назначения охватывает весь спектр

КД и включает следующие основные разделы: 1) исследования Луны и других объектов; 2) транспорт; 3) создание инфраструктуры на Луне; 4) энергетика (в том числе для Земли и для Луны); 5) обеспечение жизнедеятельности и безопасности людей; 6) добыча, переработка, использование природных ресурсов; 7) защита и восстановление ОС; 8) сохранение природного и культурного наследия.

Исторический аспект. Источниковой базой исследований по теме являются публикации по освоению Луны, патенты и проекты, значительная часть которых доступна в Интернете. Составлена источниковая база: более 100 публикаций (в том числе современных) и около 100 патентов и проектов, связанных с освоением Луны в России и мире в XX–XXI веках. Ведется их систематизация, выделяются и исследуются наиболее важные [16].

Практический аспект. Исследование экологичных, чистых технологий и проектов необходимо для экологизации процесса освоения Луны, экологической оценки и коррекции космических проектов и программ в России и мире. До настоящего времени вопросам экологизации КД при исследовании и освоении Луны не уделялось должного внимания. Вместе с тем есть множество примеров экологичных технологий и проектов, достойных изучения и активного практического использования.

***До настоящего времени
вопросам экологизации
космической деятельности
при исследовании и освоении
Луны не уделялось должного
внимания***



5. ПРИМЕРЫ ЭКОЛОГИЧНЫХ, ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОЕКТОВ ОСВОЕНИЯ ЛУНЫ, РАЗРАБОТАННЫХ В РОССИИ И МИРЕ В XX — XXI ВЕКАХ



Рис. 1. «Космический лифт» — транспортная система «Земля – Луна» [11]

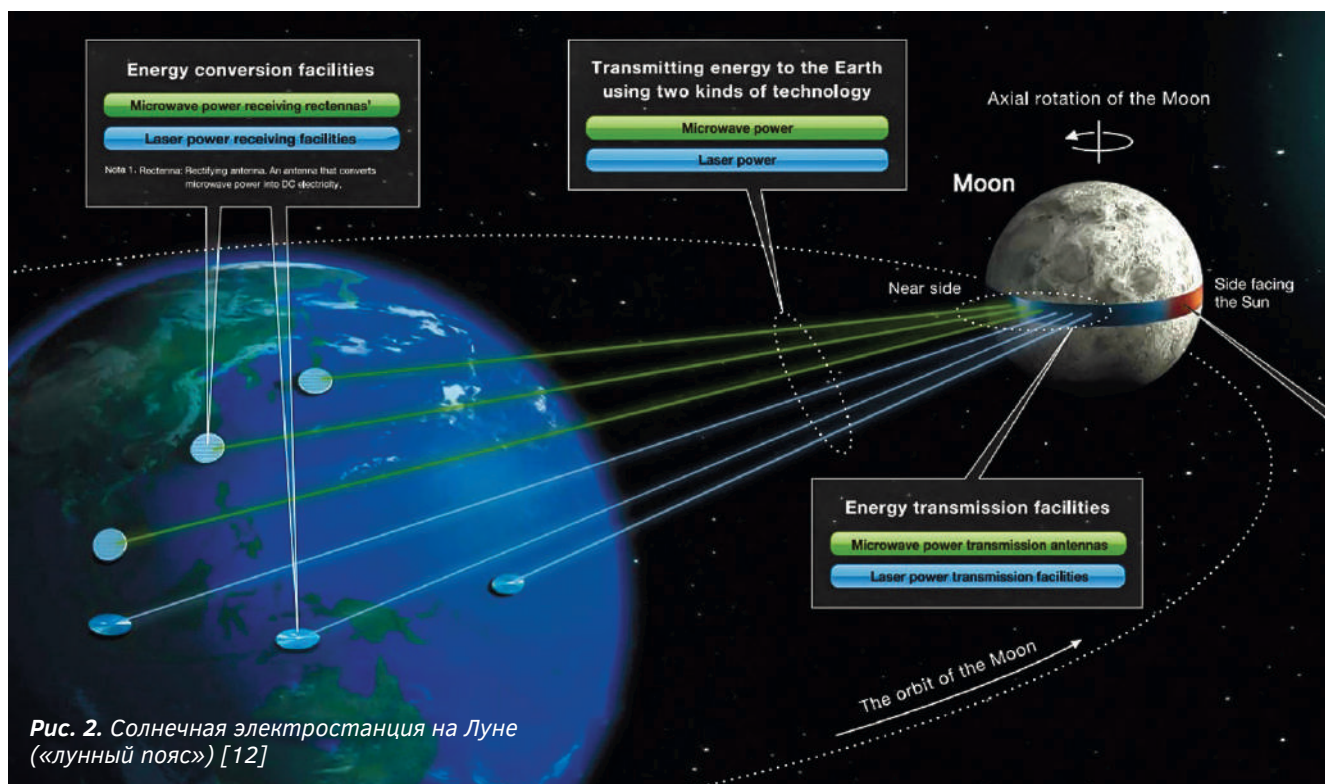


Рис. 2. Солнечная электростанция на Луне («лунный пояс») [12]



Рис. 3. Многокупольная лунная база. В основу ее конструкции заложена концепция трехмерной печати. Когда база смонтирована, с помощью роботов куполы покрываются слоем лунного реголита, изготовленного на 3D-принтере, с целью защитить обитателей базы от космической радиации и микрометеоритов [13]

Выделим и приведем пять важных примеров:

1. «Космический лифт». Существует множество проектов и технологий создания, в том числе на основе тросовых систем. Выделим проект транспортной системы «Земля — Луна», согласно которому верхний терминал закреплен на Луне (А. А. Багров, А. В. Багров, В. А. Леонов, Россия, 2012 [11]). См. рис. 1.

2. Солнечная электростанция на Луне. «Лунный пояс» из солнечных батарей, ширина ~ 400 км, ~ 11000 км вокруг экватора (Shimizu Corp., Япония, 2013 [12]). См. рис. 2.

3. Создание сооружений на Луне из местных ресурсов (реголита). Технология 3D-печати принтерами. Многокупольная лунная база (Nick Spall, 2018 [13]). См. рис. 3.

4. Перспективный вариант лунной базы с искусственной гравитацией на уровне земного тяготения. Центрифуга «Грависити» (А. О. Майборода, директор компании AVANTA, Россия, 2016 [14]). См. рис. 4.

5. «Космические заповедники» на Луне. Проект зонирования поверхности Луны и окололунного пространства с выделением в ОС территорий охраны дикой природы космоса с режимом ограничения или полного запрета технической деятельности и природопользования в целях сохранения объектов природного и культурного наследия, в том числе памятников науки и техники на Луне (первые публикации автора в 2003–2012 гг., подробнее см.: [5, с. 202–215, 378–381]).



Рис. 4. Вариант лунной базы с искусственной гравитацией на уровне земного тяготения. Центрифуга «Грависити» [14]



ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Проблема освоения Луны имеет длительную предысторию, актуальна для мирового сообщества и России в XXI веке, началась новая «лунная гонка». Кратко рассмотрена история и сделана периодизация процесса исследований и освоения Луны.
2. Человечеству необходимо объединить усилия и ресурсы и совместно осваивать Луну по новым правилам игры, включающим политические, экономические, технологические, военные, медико-биологические, социокультурные, экологические аспекты, а также сохранение природного и культурного наследия, по единому всемирному проекту.
3. Предстоит разработать и принять принципиально новое международное соглашение об освоении Луны под эгидой ООН, с созданием специальных институтов, охватывающих государства, корпорации, сообщества людей. Лидирующими акторами могут стать космическое государство Asgardia и Всемирный космический союз.
4. Предложены: «всеобъемлющий» подход, общая модель процесса освоения Луны и единый сверхглобальный проект «Освоение Луны», классификация экологичных, чистых технологий и проектов, а также дано описание ряда важных примеров.
5. Для эффективного освоения Луны следует использовать новые экологичные, чистые технологии и проекты, целесообразно продолжить их исследования, разработку, внедрение в целях науки, образования и практики.
6. Целесообразно создать международный институт проблем освоения Луны.

Литература

1. Берри А. Краткая история астрономии / пер. с англ. С. Г. Заимовского, под ред. и с доп. Р. В. Куницкого. 2-е изд. М. – Л.: Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1946. 363 с.
2. Космонавтика XXI века: попытка прогноза развития до 2001 года / под ред. Б. Е. Чертока. М.: РТСОфт, 2010. 864 с.
3. Луна – шаг к технологиям освоения Солнечной системы / под науч. ред. В. П. Легостаева и В. А. Лопоты. М.: РКК «Энергия», 2011. 584 с.
4. 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.
5. Кричевский С. В. Аэрокосмическая деятельность. Междисциплинарный анализ. М.: ЛИБРОКОМ, 2012. 384 с.
6. Госкорпорация РОСКОСМОС [Электронный ресурс]. URL: <https://www.roscosmos.ru/> (Дата обращения: 30.06.2019).
7. NASA (США) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nasa.gov/> (Дата обращения: 30.06.2019).
8. Krichevsky S. Super Global Projects and Environmentally Friendly Technologies Used in Space Exploration: Realities and Prospects of the Space Age // Philosophy and Cosmology. 2018. Vol. 20. Pp. 92–105.
9. Мержанов А. И. Лунная база «Барминград». Проект, опередивший время // Воздушно-космическая сфера. 2018. № 2. С. 108–117.
10. Кричевский С. В. Экологичные аэрокосмические технологии и проекты: методология, история, перспективы // Воздушно-космическая сфера. 2018. № 3. С. 78–85.
11. Патент № 121233 РФ. Транспортная система «Земля – Луна» / Багров А. А., Багров А. В., Леонов В. А. Опубликовано 20.10.2012. Бюлл. № 29. 22 с.
12. Хижняк Н. Японская компания хочет построить на Луне огромную солнечную электростанцию [Электронный ресурс] // Hi-News.ru. 2013. 02 февраля. URL: <https://hi-news.ru/technology/yaponskaya-kompaniya-xochet-postroit-na-lune-ogromnuyu-solnechnuyu-elektrostantsiyu.html> (Дата обращения: 30.06.2019).
13. 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).
14. Ильин А. О лунных поселениях с земной силой тяжести. 2016. 29 апреля. [Электронный ресурс]. URL: https://www.youtube.com/watch?time_continue=5&v=ca2PHdRflmw (Дата обращения: 30.06.2019).
15. Krichevsky S. Cosmic Union of Communities: a New Concept and Technologies of Creating Cosmic Humanity // Philosophy and Cosmology. 2019. Vol. 22. Pp. 33–50.
16. Кричевский С. В. Экологичные технологии и проекты освоения Луны // ИИЕТ имени С.И. Вавилова РАН. Годичная научная конференция (2019). М.: ИИЕТ РАН, 2019 (в печати).

References



1. Berri A. Kratkaya istoriya astronomii. Ed. R.V. Kunitskiy. 2nd ed. Moscow – Leningrad, Gosudarstvennoe izdatelstvo tekhniko-teoreticheskoy literatury, 1946. 363 p.
2. Kosmonavtika XXI veka: popytka prognoza razvitiya do 2001 goda. Ed. B.E. Chertok. Moscow, RTSOFT, 2010. 864 p.
3. Luna – shag k tekhnologiyam osvoeniya Solnechnoy sistemy. Eds. V.P. Legostaev, V.A. Lopota. Moscow, RKK "Energiya", 2011. 584 p.
4. 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.
5. Krichevsky S.V. Aerokosmicheskaya deyatel'nost. Mezhdistsiplinarniy analiz. Moscow, LIBROKOM, 2012. 384 p.
6. Goskorporatsiya ROSKOSMOS. Available at: <https://www.roscosmos.ru/> (Retrieval date: 30.06.2019).
7. NASA (USA). Available at: <https://www.nasa.gov/> (Retrieval date: 30.06.2019).
8. Krichevsky S. Super Global Projects and Environmentally Friendly Technologies Used in Space Exploration: Realities and Prospects of the Space Age. Philosophy and Cosmology, 2018, vol. 20, pp. 92–105.
9. Merzhanov A.I. Lunnaya baza "Barmingrad". Proekt, operedivshiy vremya. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2018, no. 2, pp. 108–117.
10. Krichevsky S.V. Ekologichniye aerokosmicheskiye tekhnologii i proekty: metodologiya, istoriya, perspektivy. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2018, no. 3, pp. 78–85.
11. Patent № 121233 RF. Transportnaya sistema «Zemlya – Luna» / Bagrov A. A., Bagrov A. V., Leonov V. A. Opublikovano 20.10.2012. Byull. № 29. 22 s.
12. Khizhnyak N. Yaponskaya kompaniya khochet postroit na Lune ogromnuyu solnechnuyu elektrostantsiyu. Hi-News.ru. Available at: <https://hi-news.ru/technology/yaponskaya-kompaniya-xochet-postroit-na-lune-ogromnuyu-solnechnuyu-elektrostantsiyu.html> (Retrieval date: 30.06.2019).
13. 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).
14. Ilin A. O lunnykh poseleniyakh s zemnoy siloy tyazhesti. Available at: https://www.youtube.com/watch?time_continue=5&v=ca2PHdRflmw (Retrieval date: 30.06.2019).
15. Krichevsky S. Cosmic Union of Communities: a New Concept and Technologies of Creating Cosmic Humanity. Philosophy and Cosmology, 2019, vol. 22, pp. 33–50.
16. Krichevsky S.V. Ekologichniye tekhnologii i proekty osvoeniya Luny. IIET im. S.I. Vavilova RAN. Godichnaya nauchnaya konferentsiya (2019). Moscow, IIET RAN, 2019 (v pechati).

© Кричевский С. В., 2019

История статьи:

Поступила в редакцию: 14.07.2019
Принята к публикации: 09.08.2019

Модератор: Плетнер К. В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Кричевский С. В. Освоение Луны: история, модель, сверхглобальный проект и экологичные технологии // Воздушно-космическая сфера. 2019. №3. С. 16–25.