

О будущих исследованиях Луны.

Г.Г.Коль, Аэрокосмический Институт Берлинского Технического Университета, Германия

1. Введение

Космические полеты можно рассматривать как естественный, значительный и логический шаг эволюции человека. Исследование космоса, изучение жизни и работы в космосе и использование его природных ресурсов повысит качество жизни на Земле и последнее, но не менее важное, шансы на выживание нашей цивилизации.

Автоматические космические аппараты очень полезны во многих случаях; очень часто они единственные доступные средства исследований. Сейчас более десяти КА работают как в околоземном так и в межпланетном пространстве; некоторые даже покинули Солнечную систему. Очевидно, что они будут так же активно использоваться в будущем. Однако должно быть ясно, что автоматы имеют и преимущества и ограничения. Во многих случаях их возможности могут быть дополнены человеческим мастерством. Много десятилетий назад астронавты и космонавты демонстрировали их необходимость в лабораториях на орбите и при исследованиях Луны. Однако, космическая деятельность, и мы имеем привилегию быть этому свидетелями, в настоящей фазе развития человечества, только начинает создавать новые подходы. Мнения по этому вопросу были выделены, оптимизированы в заключения, отмеченные в порядке чтения по времени поступления новых предложений 3, 5, 7, 9, 11, 12, 22, 23.

2. Объекты и основные правила

Не позже чем после ожидаемого создания Международной Космической Станции (МКС) появится ответ на вопрос: Остановится ли исследование космоса человеком или Что будет дальше? Кажется невероятным, что исследования космоса будут прерваны, так как эволюция не имеет конца 11, 12. Логично было бы вернуться к Луне и создать Международную Лунную Лабораторию.

В таком случае следующие цели - по крайней мере часть из них - были бы достигнуты 9, 16, 17:

1. Обеспечение научной лаборатории в лунной среде для проведения экспериментов, которые не могут быть осуществлены на Земле.
2. Совершенствование наших знаний о Луне и ее ресурсах.
3. Лучшее понимание нашей собственной планеты.
4. Лучшее понимание Солнечной системы и Вселенной.
5. Стимулирование развития передовых технологий на Земле.
6. Создание первого внеземного поселения как первый шаг к расширению человеческой деятельности в Солнечной системе за пределами нашей планеты.
7. Создание маркетингового обслуживания и выпуск продукции на Луне для внеземного и земного использования.
8. Демонстрация роста возможностей за пределами Земли.
9. Обеспечения убежища для выживания в случае глобальной или космической катастрофы.
10. Создание надежной космической транспортной системы между Землей и Луной.

Для первой половины 21 столетия кажется привлекательным и возможным создание коммерческих возможностей и роста потенциала исходя из лунных условий. Детальная модель такой лунной лаборатории имеет следующие основные характеристики.

Основные правила и допущения для исследований на лунной базе:

1.- Это первоначальное лунное поселение и космическая транспортная система, поддерживающая это предприятие, обладают самоуправлением. Они финансируются общественными фондами через бюджет одного или нескольких национальных космических агентств. Это допущение исключает финансовую стоимость и основную прибыль. Однако, стандартная прибыль для подрядчиков, доставляющих хозяйственные товары и обслуживающих базу, требуется и включается. Аренда некоторых исследовательских средств для коммерческого использования во время работы базы представляется возможной и будет уменьшать налоговую нагрузку соответственно.

2.- Предполагаемое полное повторное использование транспортной системы, обслуживающей лунное поселение, предназначено для роста поселения. Система может так же применяться в других космических проектах, требующих пролетов на низкой околоземной орбите, на геостационарной орбите или межпланетных полетов. Допускается, что снабжение лунного поселения первоначально займет большую часть объемов запусков и таким образом потребует увеличения грузопотока. Это допущение приводит к отсутствию увеличения оценки стоимости! Добавочное использование космической транспортной системы приведет к значительному сбережению средств лунной программы. Этот, как всегда, выбор либо ограниченные инвестиции и высокая стоимость операций, либо наоборот, предлагает дополнительный рост потенциала.

3.- Первое важное условие для определения научных затрат - это число космических лабораторий для экспериментаторов, занятых в общественных и коммерческих исследованиях и развитии деятельности на поверхности Луны. Этот параметр начинается с нескольких рабочих мест в первые годы развития и возрастает до 45, эквивалентно 45 % всех людей на Луне, к 30-му году жизненного цикла в выбранном сценарии.

4.- Вторым важным условием деятельности лунной базы является длительность рабочего цикла на члена команды. Это сильно зависит от скорости доставки пассажиров. Средняя продолжительность рабочего цикла для члена команды в научно ориентированном предприятии планируется около 9 месяцев. При средней продолжительности цикла в 6 месяцев увеличилась бы стоимость транспортировки пассажиров, но это предусмотрено в возможностях космической транспортной системы, если потребуется.

5.- Третья важная величина для масштабов лунного поселения - это масса лунной продукции, вырабатываемой ежегодно. Типично, объем продукции возрастает с 20 тонн в день для первого года жизненного цикла до 50 тонн в день в дальнейшем, вырабатывая лунный кислород и некоторые конструкционные материалы. Продукционная активность становится более эффективной при увеличении скорости переработки лунных ресурсов, которая увеличивается в этой модели с 1,5 % первоначально до 2,5 % к 30-му году операционного жизненного цикла.

6.- Размеры средств позволяют производить почти весь O для топлива для посадок и взлетов с Луны (LUBUS) на Луне. Некоторое количество жидкого O может быть так же отправлено в первый год танкером с Земли на обслуживающую станцию на лунной орбите (LUO - SOC), в случае, если выпуск лунного O не будет покрывать всех потребностей в первые 2-3 года. Это компромиссное решение, связанное с повышением безопасности экипажа, не превышающее средств, упрощающее операцию до возможного и имеющее низкую стоимость.

7.- Водородное топливо доставляется с Земли в течение всего жизненного цикла на лунную орбиту для дозаправки стартующих и садящихся аппаратов (LUBUS) на

лунной орбите в космическом операционном центре (LUO - SOC). Это практично и эффективно по стоимости, как показал анализ системы.

8.- Космическая операционная станция находится на лунной орбите для хранения топлива, пересадки пассажиров и переноса груза. Она готовится для этой миссии в ЛЕО, доставляется своим ходом на LUO, и будет действовать пока первый лунный экипаж не высадится на поверхность.

3. Типичное представление лунной лаборатории

Типичная лунная лаборатория основывается на правилах, описанных выше, которые устанавливаются в 1-й половине 21 века, и может иметь следующие атрибуты и/или характеристики:

Продолжительность периода развития 10 лет.

Продолжительность операционного жизненного цикла 30 лет.

Средний срок пребывания в команде 0,75 лет.

Число членов лунной команды от 20 до 100.

Накопленное число лунных лабораторных лет 2000.

Масса лунного оборудования 1000 т.

Средний годовой импорт 88 т.

Средний годовой экспорт лунной продукции 450 т.

Стоимость такого предприятия, поддерживаемого общественными фондами, суммируется в следующей таблице. Полная стоимость программы 74 млрд. \$ США (1999) за период в 40 лет, и это разобрано в таблице ниже.

Суммарная стоимость Лунной Лаборатории за 10 лет фазы развития и 30 лет операционного жизненного цикла - (миллион в \$ 1999 при 0,2 млн. \$ на человека в год):

Развитие и проверка лунного оборудования за 10 лет: 9,340

Развитие и проверка космической транспортной системы за 10 лет: 18,923

Суммарный итог развития и проверки за 10 лет: 28,263

Инженерное обслуживание STS за 10 лет: 4,146

Производство космической транспортной системы (STS): 9,911

Работа космической транспортной системы (STS): 6,620

Работа лунного оборудования: 24,690

Суммарный итог деятельности за 30 лет: 45,377

Стоимость 40-летнего жизненного цикла Лунной Лаборатории: 73,630

Стоимость лунного лабораторного года: 38

Важно заметить, что эти вложения для первой лунной лаборатории не будут требоваться в следующие несколько лет! Они будут задействованы через 10 лет от настоящего момента, с пиком после 2010 года. К тому времени военные издержки, как ожидается, превысят эти суммы. Это предположение основывается на ожидаемых геополитических тенденциях в обозримом будущем.

Пока будет неизбежный пик во время фазы развития, будет большой наклон годовой стоимости после первоначальных вложений на заселение лунной лаборатории. Это бремя, первоначально лежащее на общественных фондах, в дальнейшем может быть пересмотрено при аренде лунной лаборатории коммерческими предприятиями и так же при продаже лунной продукции массой до 100 тонн заинтересованным компаниям и лицам. Коммерческий потенциал может составить несколько млн. \$ ежегодно.

В случае лунной транспортной системы или ее элементов, они так же могут употребляться в других космических миссиях, в том числе и в планетарных

исследованиях. Развитие нагрузки на космическую транспортную систему лунной базы будет меняться от 1/3 до 1/2.

4. Заключение, основанные на результатах недавних исследований лунной базы

В процессе анализа и оценивания альтернативных планов для следующей фазы лунного развития, некоторые мнения были исследованы детально и были построены модели. Результатами были ежегодные оценки большинства важных параметров системы и поведение системы в целом. Основные соображения этого анализа могут быть сформулированы следующим образом:

" Главной целью в процессе эволюции человечества является доступ к внеземным ресурсам, начавшийся с Луны, изучение жизни и работы в космосе, использование доступных ресурсов и последнее, но не менее важное, создание первого внеземного поселения".

Представленное развитие лунной лаборатории, при настоящем состоянии дел, было проанализировано в некоторых деталях, полученных общим обзором стоимости и требуемых вложений. Типичный сценарий начинался бы в 2005 году, фаза развития от 2006 до 2015 года и заселение в 2016 году с 30-летним операционным жизненным циклом. Научное и техническое развитие лунной базы началось бы с команды менее чем в 20 человек. Число членов команды лунной базы достигло бы уровня более 50 человек через 10 и 100 человек через 30 лет. Различные услуги предлагались бы для использования на Земле, а управляемые заводы послужили бы экспериментом по производству лунной продукции. Это могло бы уменьшиться со временем в операционной фазе, если ожидаемая прибыль не достигнет ожидаемого уровня, или подняться, если новое развитие потребует такого действия.

Развитие и функционирование лунной базы могло бы быть реализовано за 40-летний период менее чем за 80 млрд. \$ США (1999), при тщательном планировании и управлении с помощью компетентной организации. Пик спроса на общественные фонды достиг бы 7 млрд. \$ ежегодно в конце фазы развития, что составляет менее чем 1% от глобальных военных расходов. Средняя годовая стоимость цикла за 40 лет была бы менее 2 млрд. \$, что составляет только 1% от ежегодных военных расходов США. С этой точки зрения все это возможно даже в национальном масштабе, по крайней мере для США.

Выводы и рекомендации.

1. Это все является предложением не для быстрого и дешевого возвращения на Луну, а для выполнения значимой деятельности по лунным исследованиям для достижения определенных целей. Установление малого лунного аванпоста с небольшим количеством людей на ограниченное время не выглядит притягательным вследствие его малой эффективности по стоимости (> 1 млрд. \$ за лунный лабораторный год) и большого риска. Даже для самого маленького аванпоста полные расходы не могут быть меньше 50 млрд. \$ и более того, большинство вложений ушло бы на инфраструктуру, которая слабо используется.

2. Основываясь на представленных соображениях и при современном состоянии дел, можно развить технически осуществимые и притягательные концепции возвращения на Луну для создания полупостоянных и постоянных лунных поселений. Это позволило бы проводить непрерывные лунные исследования в начале 21-го века при позволенных вложениях и допустимом риске.

3. Требуемые вложения выглядят доступными и позволенными, если есть перспектива. Большим препятствием для решения вступить в новую фазу лунного развития являются инвестиции в размере в среднем 4 млрд. \$ (1999) ежегодно и с пиком в 7 млрд. \$ для первых 10 лет развития. Эти инвестиции не могут прийти от

частных источников, и вероятно потребуются усилия нескольких правительств, интересующихся исследованиями и разработкой внеземных ресурсов, для вложений в существующие и будущие проекты.

4. Кажется вполне возможным, что - после первоначальной фазы - ежегодная нагрузка на общественность при планируемой деятельности этого типа лунной базы может - при частичной коммерциализации лунной деятельности - вмещать около 1 млрд. \$, что делает это предложение очень заманчивым. Это открыло бы возможности для развития в космосе, основанном на солнечной и/или ядерной энергии, производимой для использования на Земле или в космосе.

5. Таким образом, здесь рекомендуется открыть дискуссию о возвращении на Луну во время строительства Международной Космической Станции или даже до того. После нескольких лет обсуждения на международном уровне договор между принимающими участие нациями был бы возможен к 2005 году. Строительство могло бы начаться в 2006 году, и первоначальное заселение лунной базы было бы возможно к 2016 году. Эти усилия по планированию должны привести к развитию этого направления по исследованию и освоению внеземных ресурсов в экспедиции к Марсу, где потребуются команда с людьми.