



**А. А. Твердов**  
канд. техн. наук,  
горный инженер  
IEEC



**А. В. Жура**  
канд. экон. наук,  
консультант по  
экономике и мар-  
кетингу IEEC



**С. Б. Никишичев**  
канд. экон. наук,  
директор IEEC

# XXI век – век «космического недропользования»

## 50-летию первого полета человека в космос посвящается

Часть 1

*В статье определены возможные стратегические направления восполнения минерально-сырьевой базы за счет освоения природных ресурсов космических объектов Солнечной системы.*

*In the article strategically directions of make up for mineral raw materials sources at the expense of Solar System's space objects mineral resources development are described.*

**Ключевые слова:** жизнедеятельность, материальные блага, минерально-сырьевые ресурсы, энергоресурсы, гелий-3.  
**Keywords:** vital functions, material wealth, mineral raw materials recourses, energy resources, helium-3.

**Р**есурсы Земли неограничены, уже сейчас человечество испытывает дефицит по ряду полезных ископаемых, о чем свидетельствуют повышенный спрос и борьба за минеральные ресурсы. Возникает целый ряд конфликтов и противостояния в вопросах принадлежности территорий Арктики и Антарктики.

Человечество не достигло эволюционного уровня автотрофного существования, как это виделось родоначальникам «русского космизма» Н.Ф. Федорову и В.И. Вернадскому. Как и прежде, для осуществления жизнедеятельности людям требуется потреблять материальные блага. Постоянно растущее общественное потребление, в свою очередь, приводит к повышению спроса на сырьевые и энергетические ресурсы, являющиеся первичным источником для производства материальных благ.

Применение ресурсосберегающих технологий, с учетом общемирового тренда роста благосостояния, лишь отчасти способно

преодолеть означенную проблему дефицита ресурсов. Поэтому для сохранения достигнутых темпов экономического роста и цивилизационного уровня при сохранении настоящей численности населения Земли требуется изыскивать новые источники первичных ресурсов.

Хотя недра Земли еще многое могут дать человечеству, уже сейчас встает проблема потенциальной возможности использования минеральных ресурсов иных объектов Солнечной системы, что, в конечном счете, неминуемо. Таким образом, вполне естественным следует считать необходимость начала теоретической и практической подготовки к новой сфере деятельности человека – «космическому» недропользованию, чтобы новую эру освоения космического пространства человечество встретило в полной готовности. Безусловно, сегодня это связано с повышенными инвестиционными рисками, однако направление развития прогресса, науки и техники

неизбежно связано с освоением новых источников ресурсов.

При решении вопросов «космического» недропользования в первую очередь необходимо осознать, что освоение космоса является задачей технического и технологического прогресса, а также задачей удовлетворения естественной тяги человека к познанию природы и окружающего мира, дающей возможность осуществить экспансию за пределы географических границ Земли. При первоначально кажущейся бесперспективности инвестиционных вложений в инновационные направления науки, особенно в инвестиционном климате, существующем в России, включая космические исследования, следует отдавать себе отчет, что многие утилитарные технологические решения являлись следствием революционного прорыва в области освоения космоса (спутниковая связь, системы спутниковой навигации, во многом развитие компьютерных технологий и т.д.).

Правительства России и других развитых стран ориентирует бизнес и общественность на необходимость развития технологий в инновационной сфере: нанотехнологий, ресурсосберегающих и комплексных технологий, в том числе более актуальным становится вопрос освоения недр наименее удаленных космических объектов.

К различным аспектам освоения минеральных ресурсов космоса в последние годы обращались: К.Н. Трубецкой, Н.Е. Федотов, М. Бурлешин, Дэвид Крисвелл, Ю.И. Зайцев, Е.А. Козловский, Ю.С. Малютин, Джеральд Кульчински, Э.М. Галимов, О.Ю. Казанцев, Д. Сантариус, Д. Джонсон, Ю.М. Еськов и ряд других специалистов. Ниже мы остановимся на технологических проблемах разработки месторождений внеземного происхождения.

Одними из наиболее перспективных объектов с точки зрения «космического» недропользования следует рассматривать, прежде всего, Луну и Марс. По ранее сделанному заявлению президента РКК «Энергия» Николая Севастьянова [1], Россия может создать промышленную транспортную систему для регулярных полетов к Луне и добычи там полезных ископаемых уже к 2020 г. Среди приоритетных направлений космического недропользования указывается возможность добычи изотопа гелия-3 для удовлетворения нужд энергетики. Содержание He3 на Луне оценивается в более чем 1 млн. т (по некоторым оценкам, до 10 млн.т), что может полностью обеспечить земную энергетику на срок более 1000 лет. Перспективность исследований в данном направлении также отмечается

академиком РАН, директором института проблем комплексного освоения недр РАН К.Н. Трубецким [2].

Но проблема «космического» недропользования актуальна не только с точки зрения обеспечения необходимыми ресурсами собственно населения Земли. Говоря о возможной колонизации естественных космических объектов Солнечной системы, мы должны отдавать себе отчет, что стоимость доставки необходимых материалов для строительства и поддержания существования космических поселений огромна. Поэтому «космическое» недропользование на первых порах может сыграть роль именно источника развития и расширения космических колоний-поселений. Таким же образом, многие города Земли строились вблизи месторождений минеральных ресурсов.

Среди наиболее приемлемого направления освоения внеземных объектов недропользования стоит рассматривать открытый способ добычи. Это обусловлено большей технологической простотой и доступностью данного способа добычи минеральных ресурсов по сравнению с подземным способом, особенно в первый колонизационный период освоения внеземных объектов.

Так, совершенно очевидно, что освоение внеземных месторождений будет проходить в условиях острой ограниченности человеческими и материально-техническими ресурсами. Поэтому чрезвычайно важно, чтобы «космические» недропользователи имели как можно более универсальную специализацию и подготовку со всей широтой профессиональных знаний и навыков

Это же относится и к технике, используемой на разработке внеземных месторождений. Она должна быть как можно более универсальной, это позволит, при необходимости, с минимальными временными затратами перепрофилировать ее для выполнения самых разнообразных задач.

Поставкам на Землю должен подлежать продукт, максимально освобожденный от малочисленных составляющих. Это обусловлено как высокой стоимостью доставки, так и необходимостью снижения нагрузки на экологию Земли от вредных производств и экзотических продуктов переработки.

Говоря об организации «космического» недропользования, важно отметить и необходимость обеспечения четко налаженной связи с Землей. Вполне правильным решением будет делегирование значительной части функций по контролю над эффективностью отдельных

этапов добычи полезного ископаемого, равно как и по принятию решений относительно ряда производственных задач, высокопрофессиональным организациям и специалистам, базирующимся непосредственно на Земле. Более того, процесс недропользования характеризуется значительной динамичностью и требует постоянной коррекции ранее разработанных проектов, что также следует отнести к компетенции специализированных организаций.

Собственно колонисты должны нести исключительно функции, для которых невозможно реализовать прямое управление и принятие оперативных решений непосредственно на Земле, что в условиях дефицита человеческих ресурсов в космических колониях-поселениях немаловажно. Поэтому процесс обмена информацией должен быть обоюдным, максимально подробным и автоматизированным по части сбора первичной информации и организации производственных процессов.

В условиях внеземных объектов, когда характеристики атмосферы по составу и плотности резко отличаются от традиционных земных, возникает проблема производства взрывных работ. Земные взрывчатые вещества и средства взрывания могут оказаться неэффективными или даже неработоспособными в новых условиях. Поэтому заранее нужно позаботиться об их адаптации к химическому составу и плотности атмосферы внеземного объекта.

В этих условиях особую роль приобретают технологии безвзрывной разработки массива полезных ископаемых (фрезерные комбайны, мощные проходческие комбайны, роторные экскаваторы и т.д.), а также безвзрывного разупрочнения породного массива (электрофизическими методами, физико-химическое разупрочнение и т.д.).

Таким образом, должно осуществляться комплексное развитие технологий, что даст существенный толчок развитию многих секторов промышленности.

Существующая на сегодняшний день техника, успешно служащая для обеспечения процесса земного недропользования, абсолютно непригодна для новых условий, не только по причине более жестких и агрессивных условий внешней среды, но в первую очередь из-за невозможности использования традиционных ДВС на углеводородах, а также вследствие ее значительной громоздкости. К горной технике, предназначенной для отработки внеземных месторождений, можно предъявить следующие критерии: функциональность, универсальность, высокая

энерговооруженность, автономность, надежность и легкость конструкционных материалов. При этом стоимость оборудования приобретает минимальную значимость в списке критериев для создания горной техники.

Многие специфические условия «космического» недропользования не только усложняют, но в отдельных случаях сделают недоступным применение земных технологий. Так многие геофизические методы разведки будут недоступны или претерпят значительную корректировку для использования на Марсе, ввиду практически полного отсутствия у планеты магнитного поля.

Однако некоторые особенности Марса и Луны скорее будут иметь положительное воздействие на освоение внеземных месторождений. Так, значительно более слабое гравитационное поле Луны и Марса приведет к тому, что нагрузка, создаваемая тем же объемом породы, с той же плотностью, что и на Земле, будет соответственно в 6 и 2,6 раза меньшей. Это соответственно позволит производить оформление бортов и уступов карьеров под более крутыми углами, а при подземной добыче, изменение горного давления в той же пропорции, что и изменение ускорения свободного падения, относительного земного, позволит уделять меньшее внимание работам по укреплению горных выработок. Так, например, горное давление на той же глубине относительно дневной поверхности, создаваемое породами той же плотности, что и на Земле, в условиях Луны составит 17% от земного. Это немаловажно, если учесть, что интенсификация процесса недропользования в условиях внеземных объектов принимает новое значение, когда, например, природоохранные мероприятия приобретают символический характер, а на первый план выходит рациональное использование человеко- и машино-часов, в том числе и на укрепление массива горных пород, будь то при открытой или подземной добыче полезного ископаемого.

Следует отметить, что на Луне и в меньшей степени на Марсе отсутствуют земные факторы выветривания [3]. На Луне основными источниками разрушения горных пород являются: значительный перепад температур в течение лунных суток продолжительностью  $\approx 30$  земных суток (от  $-170^\circ$  до  $130^\circ$  C), солнечный ветер, космическое солнечное и галактическое излучение, огромную роль играют удары метеоритов и микрометеоритов. На Марсе перепад температур не столь значителен (от  $-125$  до  $+25^\circ$  C, для различных районов Марса), но зато в образовании морфологии рельефа, а следовательно,

и в выветривании огромную роль играют ураганные ветры, достигающие 150-300 км/ч.

Данные условия играют значительную негативную роль в освоении месторождений, по крайней мере, открытым способом, ускоряя потерю прочностных свойств пород с течением времени. Но полное отсутствие на Луне и практически полное отсутствие на Марсе разрушающих воздействий на массив горных пород, обусловленных выпадением осадков (на Луне и ветра), наряду с отсутствием гидродинамических и гидростатических сил, а также и некоторых других земных воздействий, по-видимому, в значительной степени компенсирует вышеуказанные негативные природные факторы «космического» недропользования.

Также необходимо отметить, что действие «суточного» колебания температур, например, на Луне испытывают породы, залегающие на глубине не более 1 м, что обусловлено высокой термоизоляционной способностью реголитов (пород, слагающих лунную поверхность). Это важно не только непосредственно для недропользования, но и для перспектив создания поселений. Так вполне рациональным будет именно создание «подземных» колоний, что дополнительно будет способствовать энергоэкономичности обеспечения комфортности условий жизнедеятельности наряду с защитой от возможного падения метеоритов.

*Продолжение следует.*

**Литература**

1. "Полет на Марс должен быть международным". Интервью: Николая Севастьянова, президента РКК "Энергия". Ведомости 24.11.2005, №221 (1502).
2. К.Н. Трубецкой Изучение и освоение недр в свете современного содержания горных наук. // Маркшейдерия и Недропользование № 2, 2002.
3. Виноградов А.П. Химия планет солнечной системы. Сб. Наука и человечество 1977, - М., Знание, 1976.



# IMC Montan

Компания имеет штат международных и российских экспертов в области добычи и переработки полезных ископаемых, инфраструктуры горнодобывающих предприятий и пр. IEEC (группа IMC Montan) выполняет проекты по следующим направлениям:

- Оценка запасов и отчет компетентного лица
- Комплексные обследования горнодобывающих компаний
- Финансовый анализ
- Обоснование инвестиций
- Инженерное сопровождение инвестиционных проектов
- Техническая поддержка
- Разработка проектов и программ развития компаний

С 1992 года компанией IEEC (группа IMC Montan) реализовано множество проектов для крупных российских горнодобывающих компаний, банков, инвесторов. IEEC (группа IMC Montan) обладает особым профессиональным опытом, который базируется на сочетании оптимальной международной практики и понимании специфики российской горнодобывающей отрасли. Компании, входящие в группу IEEC (группа IMC Montan), имеют опыт выполнения работ практически со всеми видами минерального сырья во многих странах мира.

Компания имеет офисы в Великобритании, Германии, Южной Африке, Индии, Китае, России (Москва и Екатеринбург), Канаде, Чехии и др.

IEEC офис в г. Москва  
125047 Москва, Россия  
Чаянова 22, стр. 4  
Тел: +7 499 250 6717  
Факс: +7 499 251 5962  
[www.imcmontan.ru](http://www.imcmontan.ru)  
E-mail: [consulting@imgroup.ru](mailto:consulting@imgroup.ru)