



БИЗНЕС В КОСМОСЕ

Ресурсы Земли истощаются. Технологии производства достигли границ науки. Космос может решить обе эти проблемы.

МИССИЯ ПО ДОБЫЧЕ

На рисунке – процесс добычи полезных ископаемых на астероиде. Горнодобывающее оборудование проводит разработку, а солнечная батарея и орбитальная платформа подают энергию, служат складом и обеспечивают удаленную работу.

В космосе можно делать деньги. Производство и запуск спутников – прибыльная сфера, а когда НАСА поручило частным фирмам снабжение Международной космической станции (МКС), у бизнесменов появились новые возможности (см. «Наши сведения»). Космический туризм – еще одна потенциальная статья дохода (см. «Мир астрономии», 53-й выпуск).

Возможно, самый большой потенциал заключен в самом космосе. Пока основные космические державы решают, как эксплуатировать ресурсы Луны, частные спекулянты бросают алчные взгляды на жертвы поменьше – околоземные объекты (ОЗО). К ним относятся астероиды и выродившиеся кометы (не образующие характерный хвост), орбиты которых

проходят в 195 млн км от нашей планеты. Многие ОЗО подходят еще ближе.

КОСМИЧЕСКИЕ БОГАТСТВА

В 2001 году космический аппарат НАСА Near Earth Asteroid Rendezvous probe (NEAR Shoemaker) высадился на астероиде S-класса (кремниевый) 433 Эрос. Анализ минералов показал, что астероид длиной 11 км мог бы удовлетворить в обозримом будущем потребности Земли в железе и предоставить больше алюминия, золота, серебра, цинка, чем могло быть добыто на Земле.

Астероид M-класса (металлический) 3554 Амон, пересекающий земную орбиту, подошел к нашей планете на расстоянии 7,5 млн км. Имея ширину 2 км и массу 30 млрд тонн, он – один из самых малень-

 **НАШИ СВЕДЕНИЯ**
ПЕРЕВОЗКА ГРУЗОВ В КОСМОСЕ



Из-за снятия с эксплуатации шаттлов НАСА наняло частные компании для выполнения поставок на МКС. Первые два контракта подписаны с компаниями Space Exploration Technologies (SpaceX) и Orbital Science Corporation (Orbital).

ЧАСТНОЕ СНАБЖЕНИЕ Объем грузового отсека космического корабля «Сигнус», разработанного для поставок на МКС, – 18,9 м³.

На перевозке членов команды и грузов на МКС и обратно корпорации вместе могут заработать 3 млрд долларов. SpaceX разработала ракету Falcon 9 для запуска пассажирского аппарата Dragon и его грузового варианта, а Orbital представила грузовой космический корабль «Сигнус» и ракету-носитель «Антарес» (ранее называлась «Таурус-2»).

ких ОЗО, но содержит ферроникелевые руды, кобальт и другие минералы общей стоимостью 20 трлн долларов. Среди богатств 3554 Амона – минеральные руды платиновой группы в соотношении 100 г к 1 тонне. Такая концентрация в десять раз выше, чем в лучших обнаруженных на Земле залежах.

« ЕСЛИ ГОВОРИТЬ ОТКРОВЕННО... У КОСМИЧЕСКОГО БИЗНЕСА ДОЛГОСРОЧНАЯ ПЕРСПЕКТИВА. »

Предприниматель Илон Маск, соучредитель SpaceX

Ценные сами по себе, эти металлы очень важны в производстве комплектующих для электроники, топливных элементов и промышленных катализаторов.

Однако больше чем платина Земле нужен литий – самый легкий металл. Он используется в производстве перезаряжаемых литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов. Для микроэлектроники и углеродно-нейтральных технологий в будущем потребуется большое количество этого металла. Астероиды S-класса вроде 433 Эроса могут решить эту проблему (см. «Важные открытия»).

Добычу полезных ископаемых на астероидах будут проводить роботизированные устройства. Аналогичные технологии применяются на австралийских рудниках. Назем-

КОСМИЧЕСКИЙ БУР

Ультразвуковой буровик/грунтонос, разработанный НАСА, бурит песчаник, удерживаясь на шнуре питания. Когда он используется в космосе, требуется сравнительно небольшая вертикальная сила.



ПЕРВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

На рисунке – сближение NEAR Shoemaker и астероида Эрос. После 12 месяцев вращения вокруг объекта размером с гору космический аппарат передал первые подробные данные о нем.





ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ БУДУЩЕЕ – ЗА ЛИТИЕМ

Перезаряжаемые литиевые аккумуляторы легкие, мощные и служат долго. Разработанные Sony в 1991 году, они открыли дорогу мобильным телефонам, плеерам, планшетам и ноутбукам. Литий – это и ключ к «зеленому» транспорту, работающему на аккумуляторах. Но его запасы на нашей планете ограничены. Самое богатое месторождение находится на пустынном солончаке Уюни в Боливии. Литий содержится в пироксене – минерале, обнаруженном в астероидах S-класса. При соединении с воздухом или водой литий спонтанно воспламеняется, поэтому безопасное место для его производства – сухое безвоздушное пространство.

Future Vehicle Technologies - www.futurevehicletechnologies.com



ЭЛЕКТРОМОБИЛИ

Автозаводы разрабатывают безопасные литиевые аккумуляторы для гибридных машин, таких как этот спорткар eVargo.

ные горные инженеры смогут управлять роботами посредством телеконтроля, то есть на расстоянии, при этом не тратя деньги и не подвергаясь опасности при работе во враждебной космической среде.

КОСМИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ

Разработка месторождений и переработка полезных ископаемых будут осуществляться автоматически, пока астероиды вращаются вокруг Солнца. Когда они по своим орбитам приблизятся к Земле, к ним будет отправлен космический грузовой корабль, работающий на извлеченном из воды с околоземных комет топливе (см. «Технологии»).

Вместо транспортировки на Землю сырья экономически выгоднее производить товары на орбите. Готовые продукты будут доставляться на Землю с использованием сил гравитации при небольших дополнительных энергозатратах.

Орбитальное производство имеет множество преимуществ. В космосе нет воздуха и гравитации, а температуры экстремальные. Это идеальные условия для некоторых производственных технологий, которые невозможно воссоздать на нашей планете.



МИНИ-АГРЕГАТ

Длина этого наноробота – всего 20 см. Его можно использовать для передачи информации с астероида на космический аппарат.

ГЛОССАРИЙ

Сверхпроводник – идеальный проводник электрического тока с нулевым сопротивлением.

Нанотехнология – технология работы с атомами или молекулами, применяемая, например, в микроэлектронике.

ОБРАЗЕЦ

В 2005 году японский аппарат «Хаябуса» высадился на астероид 25143 Итокава, а в 2010-м вернулся с собранными минералами.

В космосе от Солнца можно получить безграничное количество энергии, которую не задерживают облака. Солнечные лучи можно сфокусировать для создания высоких температур. В тени температура опускается почти до абсолютного нуля – при таких условиях работают сверхпроводники (см. «Глоссарий»).

В почти идеальной вакуумной среде космоса можно изготовить беспрецедентно чистые материалы и собрать ультратонкие детали для микроэлектроники. В невесомости частицы остаются во взвешенном состоянии и не выпадают в осадок, что позволяет создавать новые соединения, которые нельзя получить в условиях земной среды.



Кристаллы идеальной формы для электроники будут формировать в космосе, поскольку движение жидкостей и газов там можно контролировать с большой точностью. Заводы на орбите Земли смогут производить детали к электронным приборам нового поколения. Эти приборы будут меньше, продуктивнее и энергоэффективнее.



Blue Origin - www.blueorigin.com

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В октябре 1969 года, пока НАСА готовило вторую высадку на Луну, космонавты на борту космического корабля «Союз-6» разрабатывали передовую технологию сварки в космосе. На Земле трудно достичь безупречного уровня сварки и литья, и «Союз-6» доказал, что в космосе – идеальные условия для лазерной и электронно-лучевой сварки.

Поскольку программа «Аполлон» завершилась, НАСА могло бы начать собственную программу промышленных исследований. На «Скайлэб», запущенной в 1973 году, установили электропечь, электронно-лучевую пушку и отсек для выращивания кристаллов. Это было необходимо для исследования металлов, легкосплавных материалов и кристаллов. В научном модуле, прикрепленном к грузовому отсеку шаттла, велись промышленные исследования. Инновационные

ПАРОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ?

Космический аппарат «Годдард», разработанный компанией Blue Origin, работает на перекиси водорода, из которой образуются кислород и вода в парообразном состоянии.



ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГИЯ ПАРА В КОСМОСЕ

Большая часть топлива при полете в космос расходуется на преодоление притяжения при запуске и посадке с любого большого тела. Удерживание аппарата в космосе позволяет избежать расходов на повторные запуски. Астероиды и кометы почти не имеют гравитации, а значит, требуется минимальное количество энергии для посадки и взлета с них. Перевозка минералов с астероидов на орбитальные заводы может производиться на не требующей расходов энергии пара: аппарат забирает воду с комет и нагревает ее под солнечными лучами.



«СОЮЗ-6»
На эмблеме миссии «Союз-6» изображен космонавт-сварщик: так отметили сварку в космосе, проведенную экипажем.

эксперименты по анализу космических материалов проводились в 1994 и 1995 годах с использованием Wake Shield Facility (WSF) – платформы, прикрепленной к роботизированной руке шаттла (см. «Как это работает»). Буксируемая шаттлом WSF создавала ультравакуум, необходимый для нанотехнологий (см. «Глоссарий») и микроинженерии.

На МКС есть собственное оборудование для промышленных исследований. Например, в лаборатории «Коламбус» изучают плавление материалов, а в лаборатории Fluid Science – свойства жидкостей и газов в космосе. Большинство этих исследований скоординированы с Национальным центром передового производства в рамках совместного проекта НАСА и Новорлеанского университета.

Разработка околоземных астероидов имеет и другие преимущества. Астероиды, пересекающие земную орбиту, такие как 3554 Амон, считаются потенциально опасными из-за риска столкновения. В сентябре 2004 года астероид 4179 Тугатис длиной 4,5 и шириной 2,4 м подошел к Земле на 1,5 млн км. Уменьшение крупной угрозы до размера булыжника не только предоставит ценные минералы, но и избавит нас от судьбы динозавров.

Разработка околоземных астероидов имеет и другие преимущества. Астероиды, пересекающие земную орбиту, такие как 3554 Амон, считаются потенциально опасными из-за риска столкновения. В сентябре 2004 года астероид 4179 Тугатис длиной 4,5 и шириной 2,4 м подошел к Земле на 1,5 млн км. Уменьшение крупной угрозы до размера булыжника не только предоставит ценные минералы, но и избавит нас от судьбы динозавров.



КАК ЭТО РАБОТАЕТ ВАКУУМНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Платформу Wake Shield Facility (WSF) разработали в качестве испытательной площадки для производства высококачественных материалов на орбите Земли. Собранная в коммерческом подразделении НАСА в Хьюстонском университете, WSF имела ширину 4 м. Во время трех миссий, проведенных с 1994 по 1996 год, ее тянул за собой шаттл.

Вакуумное производство в тысячи раз лучше любого доступного на Земле. Так изготавливают тонкие пленки арсенида галлия, из которых делают полупроводники, транзисторы, лазеры и фотозлементы для микронного оборудования.

РАЗВИВАЮЩАЯСЯ ТЕХНОЛОГИЯ WSF
в космосе над Землей.
Платформу тянет за собой шаттл (вне кадра).

