

# РУДНИКИ НА ЛУНЕ

На лунных равнинах есть «золото». Большинство людей не видят в нем никакой ценности, но космические державы пытаются его заполучить.

**Х**арактерные серые участки на Луне, моря (*maria*), изобилуют бесценным инертным газом под названием гелий-3.

Гелий-3 редко встречается на Земле, но в нем может быть ключ к особой энергии – термоядерной, дающей практически неограниченное количество чистого электричества (см. «Важные открытия»).

Ученые подсчитали, что на Луне находится более миллиона тонн гелия-3 – этого количества достаточно, чтобы питать Землю 10 000 лет. Гелий-3 фактически не радиоактивен, поэтому после него оста-



## ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ

### ТЕРМОЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ ГЕЛИЯ-3

**С**олнце вырабатывает энергию путем термоядерного синтеза. На Земле эту энергию можно получить в результате объединения ядер изотопов дейтерия и гелия-3 при сверхвысокой температуре. У гелия-3 один нейтрон (в отличие от обычного гелия, у которого их два). У дейтерия также один нейтрон (в отличие от обычного водорода, у которого их нет). При объединении гелий-3 забирает единственный нейтрон дейтерия и становится обычным гелием-4, одновременно испуская протон и огромное количество энергии. Этот процесс требует постоянной температуры на уровне температуры ядра Солнца, чего крайне сложно добиться на Земле.

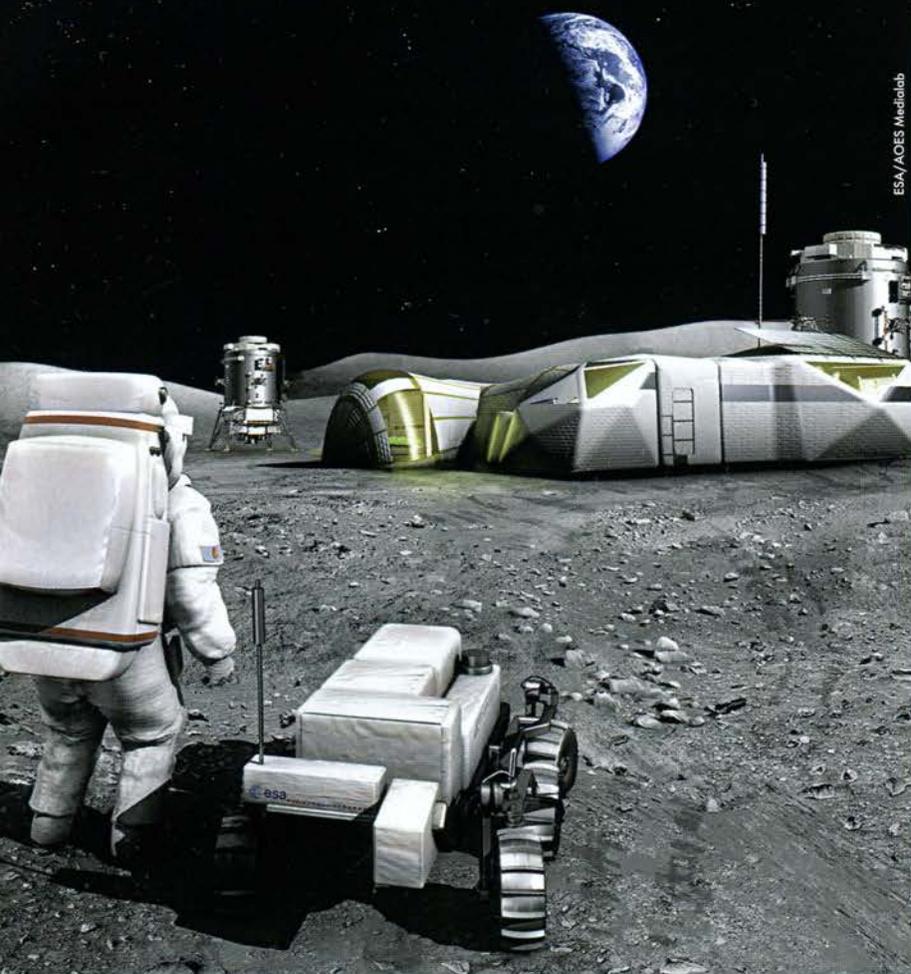
## РОБОТЫ-РАБОЧИЕ

Небольшие роботы размером с газонокосилку готовят посадочную площадку для запланированного НАСА лунного поселения.

**« РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ИХ РАЗВЕДКА СТАНУТ КЛЮЧЕВЫМИ УМЕНИЯМИ ДЛЯ ЛУННЫХ ПОСЕЛЕНЦЕВ... В КОНЦЕ КОНЦОВ ИМ ПРИДЕТСЯ НАУЧИТЬСЯ ЖИТЬ ЗА СЧЕТ ПОВЕРХНОСТИ.»**

Дэвид Бити, ученый НАСА и бывший геолог-разведчик





ESA/ACES MediaLab

НАСА планирует вернуться сюда после полувекowego перерыва, но открыто этого не афиширует.

В перечне 20 объектов лунных исследований НАСА под номером mLRU11 содержится краткое упоминание: «Основать один или несколько альтернативных источников энергии для Земли на основе лунных ресурсов. Потенциальные источники энергии включают разработку гелия-3 для использования в термоядерных реакторах на Земле...»

У первой нации, которая создаст термоядерный реактор, будет огромное экономическое преимущество.

### НОВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ГОНКА

НАСА наметило возвращение на Луну к 2020 году и основание лунной базы к 2024-му. Однако к этому времени Луна может быть уже занята.

Основным соперником НАСА является Ракетно-космическая корпорация «Энергия» – компания, основанная советским ракетостроителем Сергеем Королевым (см. «Мир астрономии», выпуск 55). В 2006 году «Энергия» объявила о своих планах по высадке космонавта на Луну к 2015 году и основании горнодобывающей колонии к 2020-му.

Национальная космическая администрация Китая запланировала высадку на 2017 год. В отличие от США, Китай и Россия открыто признают, что их приоритетом является гелий-3. Негостеприим-

ется мало токсичных отходов. После него не остается и углеродных отходов, что позволит замедлить глобальное потепление.

Из-за гелия-3 в недалеком будущем Луна может превратиться в огромный рудник. Это одна из причин, почему

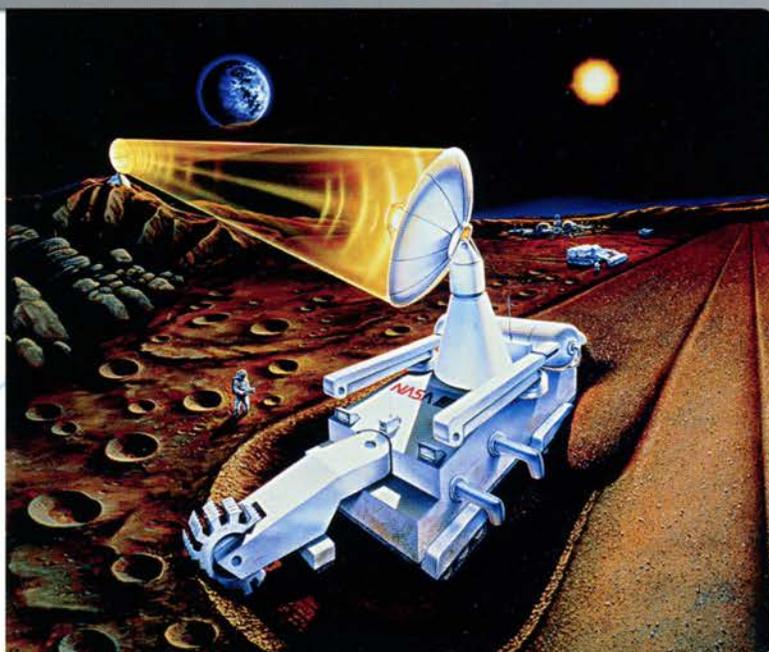
#### ЛУННАЯ БАЗА «АВРОРА»

На рисунке – лунная база под названием «Аврора», запланированная в рамках долгосрочной европейской стратегии по исследованию космического пространства с помощью техники и людей.

#### КАК ЭТО РАБОТАЕТ ГОРНОРУДНАЯ РАЗРАБОТКА ЛУНЫ

Лунным горнякам придется собирать огромное количество реголита, чтобы добыть незначительную часть содержащегося в нем гелия-3. В планах НАСА – автоматизировать процесс, объединив в одном устройстве экскаватор и обрабатывающую установку. Этот робот должен зачерпывать ковшем реголит и просеивать его для удаления частиц крупнее 100 микрон. Оставшаяся реголитовая пыль будет нагреваться до 600–700 °С, чтобы высвободить гелий-3 для хранения и дальнейшей отправки на Землю. Весь процесс будет питаться солнечной энергией.

**ГОРНАЯ МАШИНА** На рисунке – роботизированный аппарат с приводом от солнечных батарей, просеивающий лунный грунт в поисках гелия-3.





ТЕХНОЛОГИИ

## РАЗВЕДКА ВОДЫ

**Т**ранспортировать воду на Луну сложно и дорого. Поэтому успех лунной колонии зависит от наличия воды на спутнике. Последней попыткой НАСА разведать этот ресурс был космический аппарат LCROSS для наблюдения и зондирования лунных кратеров. Его запуск состоялся в 2009 году на борту ракеты «Атлас» вместе с лунным орбитальным зондом НАСА. Разгонный блок «Атласа» разбился о поверхность Луны, подняв облако из обломков породы,

газа и пыли, которое LCROSS исследовал на предмет наличия признаков воды.

14 ноября 2009 года НАСА опубликовало предварительные результаты, из которых можно было сделать вывод, что облако содержало воду.

### УДАРНОЕ ПАДЕНИЕ НА ЛУНУ

На рисунке – 2000-кг разгонный блок «Центавр», разбивающийся о Южный полюс Луны в попытке поднять лунный грунт, который спутник LCROSS исследовал в поисках воды.



ные для людей условия на Луне делают ее идеальной для накопления гелия-3.

## ВОЗВРАЩЕНИЕ НАСА

Гелий-3 накапливается в лунном реголите. Согласно подсчетам, половина гелия-3 может находиться в лунных морях – лавовых равнинах, покрывающих одну пятую часть Луны.

Для запуска реакции термоядерного синтеза гелию-3 необходим изотоп водорода под названием дейтерий. К счастью, за ним не нужно лететь на Луну – дейтерий содержится в морской воде.

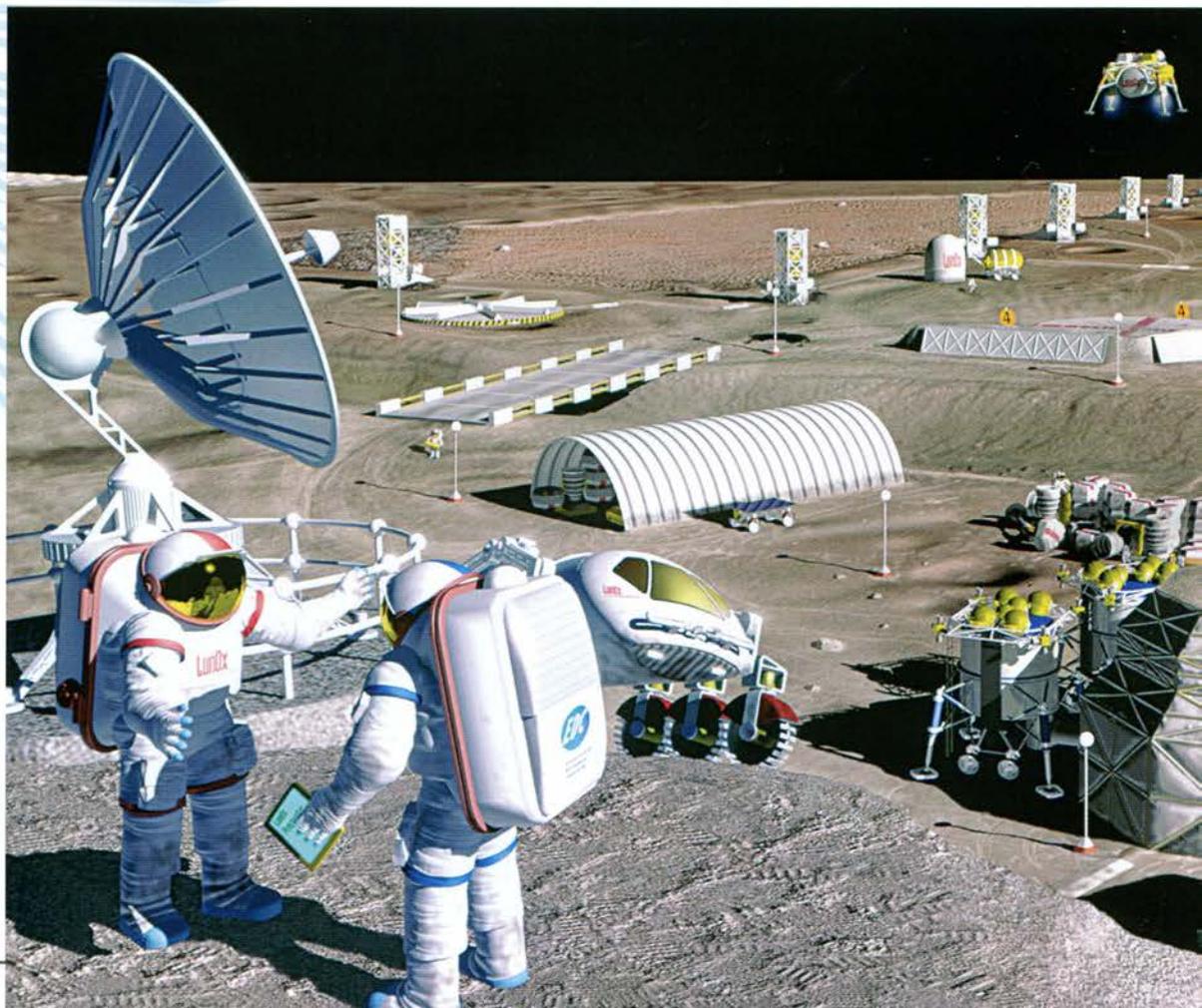
Планы НАСА по возвращению на Луну подтверждают слова профессора Джеральда Кульчинского. Будучи главой Института термоядерного синтеза при Университете Висконсина, Кульчинский потратил десятилетия на то, чтобы убедить НАСА и Министерство энергетики США начать разработку лунного гелия-3, но до недавнего времени к нему не прислушивались.

Институт термоядерного синтеза построил термоядерный реактор размером с футбольный мяч для гелия-3, который постоянно генерирует один милливатт энер-

### КИСЛОРОДНАЯ

### ШАХТА

На этой иллюстрации показана концепция НАСА для кислорододобывающей установки на восточном краю Моря Ясности рядом с посадочной площадкой «Аполлона-17».





Cornegie Mellon University / The Robotics Institute

**РОБОТ-ИССЛЕДОВАТЕЛЬ**

Scarab – робот, созданный для поиска воды, водорода и кислорода на Луне, – проходит испытания в Мауна-Кеа, спящем вулкане на Гавайях.

гии. Университетские коллеги Кульчинского даже создали оборудование для добычи гелия-3 на Луне (см. «Как это работает»).

Корпорация «Энергия» разрабатывает собственную технологию добычи гелия-3. Она планирует разогреть лунный реголит для высвобождения гелия-3, а затем использовать гигантские бульдозеры, чтобы соскоблить его с поверхности для дальнейшего хранения и транспортировки на Землю.

Например, лунный грунт насыщен кислородом для пригодного для дыхания воз-

духа и водородом для ракетного топлива и топливных элементов аккумуляторов. Также есть большой запас ильменита – руды, содержащей железо и титан, которую можно использовать в качестве строительного материала.

**ВОДА**

Для начала НАСА должно произвести разведку жизненно важного ресурса – воды (см. «Технологии»). Есть свидетельства ее наличия на лунном Южном полюсе, но окончательное подтверждение пока не получено. В 1994 году лунный зонд «Клементина» НАСА обнаружил в таких затененных кратерах, как Шеклтон, льдоподобный материал. Еще один зонд, «Лунар Проспектор», получил обнадеживающие результаты в 1998 году.

В ноябре 2008 года лунный аппарат «Чандраян-1» ИОКИ высадил ударный зонд для исследования области вокруг кратера Шеклтон. Однако самым амбициозным проектом является исследовательский аппарат LCROSS НАСА, запуск которого состоялся в 2009 году (см. «Наши сведения»).

Есть множество причин для основания лунной колонии, в частности – возможности, которые она предлагает для науки. Однако самым сильным стимулом является стремление найти неограниченный источник энергии.



**НАШИ СВЕДЕНИЯ**

**КОПАТЬ ИЛИ ВЫПАРИВАТЬ?**

Если на Луне существует вода, она наверняка спрятана во льдах. Один из способов ее добычи – это зачерпывание смеси ледяных пород и ее разогрев с целью высвобождения воды. Однако НАСА рассматривает другой подход. Эдвин Этридж, специалист по материаловедению из Центра космических полетов имени Маршалла, штат Алабама, разрабатывает способ использования микроволн, называемый сублимацией. В результате должна получиться вода, требующая минимальной очистки. Так же можно будет добраться до льда, расположенного слишком глубоко для ледовых рудокопов.

**ЛЕДОВЫЕ РУДОКОПЫ**

На рисунке – автоматизированная горная установка, добывающая кислород из лунных отложений льда.

