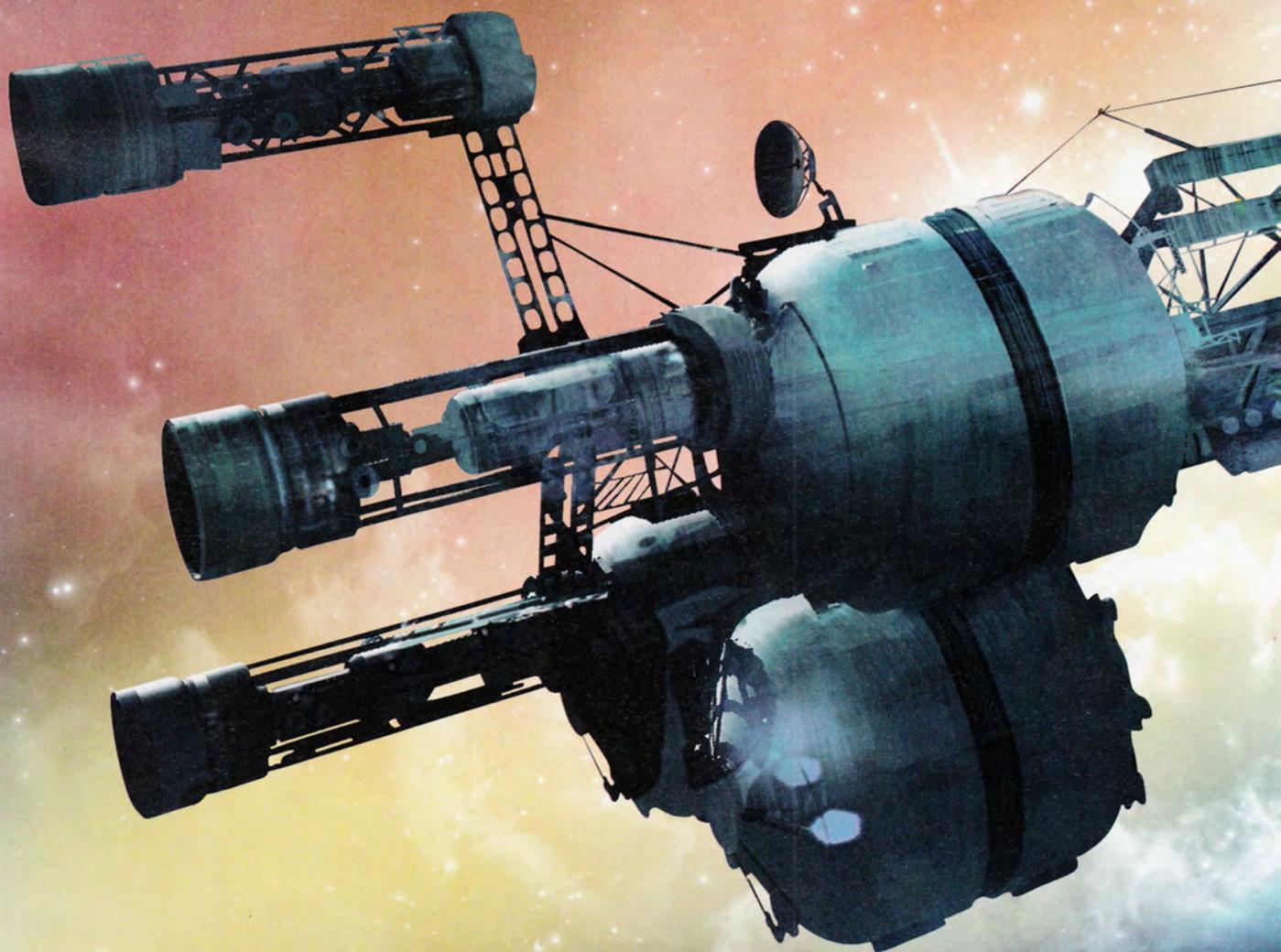


# ДОЛГИЙ ПУТЬ К **ЗВЕЗДАМ**





## Физик Джеймс Бенфорд — о том, как межзвездные путешествия из фантастических фильмов могут оказаться реальностью

**З**ачем лететь к звездам? Этот вопрос возникает всякий раз, когда речь заходит о космических полетах. Одна из причин: природные ресурсы Земли подходят к концу. Другая еще проще — просто потому, что звезды существуют. Мы очень любознательные обезьяны, но страсть к межзвездным путешествиям выражает себя пока только в научной фантастике. К примеру, об экспедиции в иной мир, предшествовавшей событиям фильма «Чужой» (1979), рассказывает вышедший в конце мая картина Ридли Скотта «Прометей».

Но чтобы достичь звезд, мы должны решить множество сложных проблем, научных, социальных и экономических. NASA и DARPA предлагают грант в размере 500 тыс. долларов в рамках проекта «Звездолет столетия», рассчитывая на то, что технология межзвездных путешествий будет создана к концу XXI века. В октябре 2011 года прошел симпозиум «Звездолет столетия», на котором присутствовали такие известные люди, как астроном Джилл Тартер (Jill Tarter) и писа-

тель-фантаст Стивен Бакстер (Stephen Baxter). Цель этого форума — выявить главные проблемы, связанные с межзвездными путешествиями, и предложить возможные решения. Формулировка основной проблемы отрезвляет: если построить в 20-метровой комнате модель системы Земля — Луна с соблюдением масштаба, ближайшая звезда, альфа Центавра, окажется там, где находится настоящая Луна.

За тысячи лет своей истории люди увеличили скорость перемещений с 4 км/ч (пешком) до 40 тыс. км/ч (возвращение с Луны на борту «Аполлона»). Но чтобы достичь ближайших звезд в разумные сроки, скажем за десятилетия, необходимо, чтобы скорость выросла в 10 тыс. раз и стала сопоставимой со скоростью света.

Мы не просто должны перемещаться всё быстрее, мы должны быстрее наращивать скорость. Несмотря на все эти проблемы, путешествие к далеким планетам когда-нибудь станет возможным. Читайте на следующей странице о путях решения ключевых проблем межзвездных перелетов. ▶

# ШАГ 1 ПОСТРОИТЬ ЗВЕЗДОЛЕТ

Современные ракеты развивают скорость лишь в два раза выше скорости истечения газов из сопел двигателей, что слишком медленно для межзвездных полетов. Нужны более мощные двигатели или вообще другие способы перемещения.

## Ядерные ракеты

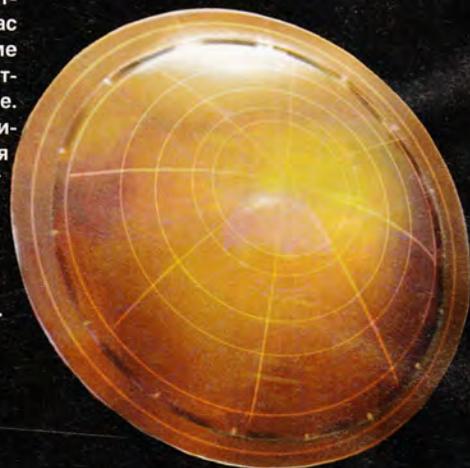
Скорость ракеты экспоненциально зависит от массы топлива. Добиться скорости в три раза выше скорости истечения реактивной струи можно, лишь доведя массу топлива до значения в 20 раз выше массы всей ракеты — так называемого сухого веса. Простая химическая реакция сгорания водорода в кислороде идет слишком медленно.

Решением могут стать ядерные тепловые ракеты. В них поток водорода проходит через активную зону ядерного реактора. Космические корабли смогут добывать ресурсы на газовых планетах-гигантах, где водород — главный компонент атмосферы. Во времена холодной войны такие ракеты разрабатывали в США и СССР, и на них самая большая надежда по части достижения высокой тяги в ближайшее время.

Путешествия к звездам могут потребовать того типа ядерных реакций, который питает Солнце: реакции термоядерного синтеза.

В 1978 году в проекте британского звездолета «Дедал» предлагалось использовать инерциальный термоядерный синтез. Лазерные лучи при этом воздействуют со всех сторон на капсулу с изотопами водорода. Вещество сжимается в малом объеме, давление возрастает до значений, достаточных для начала реакции термоядерного слияния ядер водорода, высвобождающей гигантскую энергию. Но эти двигатели донесут нас до ближайших звезд за столетия. Кроме того, сперва мы должны научиться осуществлять термоядерный синтез здесь, на Земле.

В теории возможны двигатели на антиматерии. Антиматерия и обычная материя аннигилируют друг с другом и генерируют в 300 раз больше энергии, чем термоядерный синтез. Но пока мы не умеем производить большое количества антивещества (см. статью про антивещество в «Науке в фокусе», 2012, № 1. — Примеч. ред.).



## Двигатели искривления пространства

Герои сериала «Звездный путь» (*Star Trek*) использовали варп-двигатели (двигатель искривления), чтобы достичь любой точки Галактики. Но возможно ли движение со скоростью выше скорости света? Согласно теории относительности Эйнштейна можно перемещаться быстрее света, если обладаешь отрицательной массой. Такая масса может искажать форму пространственно-временного континуума, позволяя перемещаться в удаленные точки пространства.

Предметы с отрицательной массой ведут себя странно: на Земле они будут падать вверх. Хотя объекты с такими свойствами никогда не наблюдались, квантовая механика допускает их существование. Физик-теоретик не пришли к определенному выводу, можно ли это свойство использовать для межзвездных перелетов, — для искривления пространства-времени потребуется невероятное количество энергии, значи-

тельно больше, чем генерирует звезда. Если каким-то образом запастись достаточное количество энергии, можно исказить пространство-время, создав «пузырь искривления», полагает физик Мигель Алькубьерре (Miguel Alcubierre). Такой пузырь должен быть достаточно большим, чтобы в нем поместился звездолет. Пространство-время перед пузырем будет сжиматься, а за ним расширяться, двигая корабль вперед. Считается, что необходимая для создания такого пузыря энергия может быть эквивалентна массе Юпитера.

Вспомним, что даже самая мощная водородная бомба превращает в энергию лишь несколько килограммов вещества. Так что деформация пространства-времени, необходимая для формирования пузыря искривления, который годился бы для межзвездных перелетов, явно лежит за пределами возможностей современной науки.



## ШАГ 2 ОРИЕНТИРОВАТЬСЯ В ГЛУБОКОМ КОСМОСЕ

Находить себя среди бесконечности космоса и справляться с возникающими угрозами не так-то просто.



В космосе вам опасны не лазеры, а крохотные частицы пыли

### Космические паруса

Перемещение космических кораблей на парусах было предложено еще в 1610 году Иоганном Кеплером, заметившим, что хвосты комет изгибаются в противоположную от Солнца сторону. Сегодня космические агентства уже имеют корабли с солнечными парусами — это, к примеру, японский зонд IKAROS. Но им нужны тысячи лет, чтобы достичь даже ближайших звезд.

Космический корабль XXI века, способный к межзвездным перелетам, — это парусник, приводимый в движение лучом лазера. Он основан на использовании способности электромагнитных волн переносить энергию на большие расстояния. Такие проекты предполагают мощный источник лазерного или микроволнового излучения, которое ловит большой парус, отражающий этот луч, получающий импульс и толкающий вперед корабль (см. «Звездные войны: Эпизод II»). Излучатели могут быть похожи на тарелки спутниковых антенн, только намного больше.

Самый дорогостоящий элемент — излучатель — можно построить в космосе из материалов, добытых на Луне или астероидах, и развернуть близко к Солнцу, где он может использовать поток солнечной энергии. В таком паруснике хорошо, что он оставляет позади наиболее тяжелый элемент — излучатель, а легкий парус, несущий груз и пассажиров, движется вперед. Этот излучатель затем можно использовать для будущих миссий. Как с железными дорогами: достаточно один раз проложить рельсы, и потом расходы на транспорт становятся значительно меньше.

Основная сложность заключается в том, чтобы построить излучатель и парус. Излучатель может иметь тысячи километров в ширину, а парус — площадь в сотни квадратных километров.

С точки зрения экономики, как показывают расчеты, такой проект пока дорог и неэффективен, но, возможно, время космических парусников когда-нибудь наступит.

Звезду, которая является конечной целью путешествия, вы хорошо видите — она в поле зрения. Но как понять, где находитесь вы сами? Чтобы определить свое местоположение, нужно использовать метод триангуляции. Он состоит в том, чтобы измерять углы между вашим кораблем и звездами, расположение которых известно.

Существует и другой способ — найти несколько пульсаров. Это быстро вращающиеся нейтронные звезды, которые испускают короткие импульсы электромагнитного излучения в радио-, оптическом, рентгеновском и/или гамма-диапазонах через равные промежутки времени. Скорость корабля можно будет определить, измеряя частоту этих импульсов, которая будет меняться из-за эффекта Доплера при движении корабля. Но межзвездное космическое пространство — это вовсе не пустыня. Серьезную угрозу представляет собой космическая пыль. Ее зерна могут иметь размеры всего в миллионные доли метра, однако звездолет, пролетевший 10 световых лет, получит тысячу ударов таких пылинки на каждый квадратный миллиметр поверхности. По дороге к альфе Центавра корабль будет подвергаться постепенной эрозии от таких ударов, которые во время путешествия «съедят» с его оболочки слой толщиной 1,3 см.

Одним из способов остановить эту эрозию мог бы быть тонкий слой фольги, размещенный в нескольких метрах перед кораблем. Частицы пыли, пролетевшие сквозь фольгу, ионизируются, а затем встречаются с электростатическим полем — своего рода силовым полем, которое защитит корпус корабля. Генерировать такой электростатический щит в вакууме глубокого космоса несложно. В таком случае на долю межзвездных путешественников останется лишь угроза со стороны относительно больших частиц, которые редки.

Мы, впрочем, не знаем точно, насколько редко встречаются такие частицы, и нам необходимо собрать больше данных о глубоком космосе, чтобы понять, представляют ли они серьезную проблему. Но ионизирующий луч лазера с космического корабля, наведенный радаром, может остановить и их.

## ШАГ 3

# КОМФОРТ И БЕЗОПАСНОСТЬ

**Пассажирам нужно нормально общаться, иметь всё необходимое, а также размножаться либо оставаться в анабиозе.**

Из-за отсутствия гравитации астронавты теряют в месяц 1–2 % костной массы и после перелета не смогут ходить. Поэтому нужна искусственная гравитация, ее можно создать с помощью центробежной силы (примерно один оборот в минуту). Предметы первой необходимости (воздух, пища и вода) ограничивают общий объем жилых помещений — индивидуальные каюты будут компактными, общее пространство — преобладающим. Исследования NASA показали, что астронавты недолго могут переносить тесноту: капсулу размером с гроб — в течение часа, а с телефонную будку — в течение дня. Работа Международной космической станции показала, что для долгого полета человек нуждается по меньшей мере в 100 м<sup>3</sup> пространства. Есть два подхода к организации жизни в космическом перелете. Один — создание закрытой, полностью самовозобновляющейся экосистемы внутри корабля. Другой — с собой берут весь необходимый объем запасов. Ни один из них сам по себе не осуществим: закрытая экосистема может деградировать, а объем запасов на долгий срок может оказаться так велик, что сделает экспедицию невозможной. Оптимальное решение — в комбинации этих методов. Воздух и вода могут регенерироваться и использоваться вновь, как это делается на МКС. Свежие фрукты и овощи можно выращивать в гидропонных теплицах, а замороженная и обезвоженная пища

**Героиня Сигурни Уивер в «гиперсне» (состоянии замедленного обмена веществ) в фильме «Чужой»**



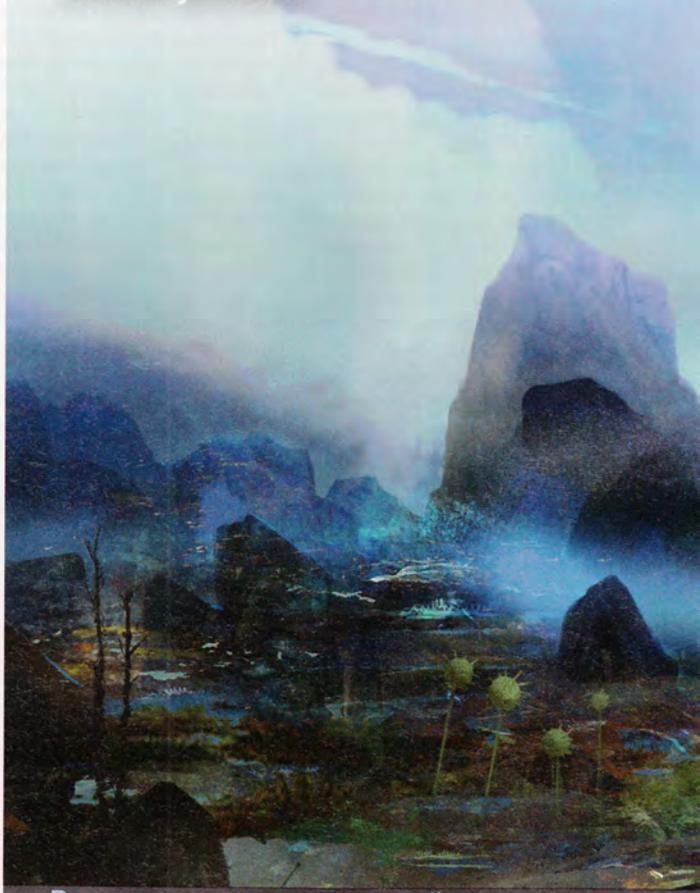
станет резервом. Но на Земле пока не удалось создать полностью закрытую работающую экосистему: слишком много в ней требуется подсистем, и ее создание в ограниченном пространстве находится за пределами современных возможностей.

Существуют также психологические трудности пребывания в замкнутом пространстве и ограниченного круга общения. Астронавтам рекомендуется постоянно заниматься делами, поддерживать жесткое расписание работы, отдыха и сна и следить за здоровьем. Но в звездолете, особенно если вы планируете колонизацию планет, могут возникнуть сложности в отношениях между мужчинами и женщинами и при рождении детей. Без проблем пережить время полета можно в анабиозе — состоянии, когда все процессы жизнедеятельности замедляются. Процессы обмена веществ в организме могут быть замедлены путем охлаждения, а затем возвращены к норме после прибытия на место.

## ШАГ 4

# ВЫСАДКА НА ЧУЖУЮ ПЛАНЕТУ

**Тщательно подготовьтесь к посадке, прежде чем строить на планете базу и создавать пригодные для жизни землян условия.**



### Разведка новых территорий

Звездолет с людьми на борту пойдет прямо к планете, намеченной в качестве цели, но по пути он может отправлять небольшие зонды к другим потенциально интересным планетам. Изучая спектральные характеристики света, отраженного от атмосферы планет, можно обнаружить интересующие нас вещества, такие как вода и метан. Если обнаружатся следы химических процессов, выходящих за пределы химически равновесного состояния, это укажет на присутствие жизни. Планеты какого типа мы предпочтем исследовать? Если там существует инопланетная экосистема, от нее может исходить опасность для нас, а мы можем быть опасны для нее. Так, 500 лет назад индейцы пострадали от болезней, принесенных европейцами. В романе Герберта Уэллса «Война миров» вторжение марсиан остановлено обыкновенной простудой (однако ино-



планетные микробы вряд ли быстро приспособятся к паразитированию на земных организмах. — *Примеч.ред.*) Поэтому первыми на планету должны высаживаться роботы.

### Колонизация

У нас нет опыта встречи с инопланетными организмами, поэтому, возможно, самой лучшей планетой для заселения будет небесное тело, лишенное каких бы то ни было живых форм. Колонисты могут принести туда земные формы жизни, если условия на этой планете будут достаточно близки к земным. Это означает, что планета должна располагаться как минимум внутри «зоны обитаемости» — на таком расстоянии от звезды, на котором вода может находиться в жидком состоянии. Твердая поверхность и вода критически необходимы, а вот атмосфера может быть

*В фильме «Чужой» процесс терраформирования занимает не более чем десятилетие. В реальности это может потребовать по меньшей мере столетия*

модифицирована так, что мы сможем дышать. Можно даже воспроизвести на такой планете земную эволюцию живых организмов, начав с ее заселения микробами. Чтобы выжить в очень жаркой, очень холодной или химически агрессивной среде, можно сначала поселить микробов-экстремофилов, которые будут производить углекислый газ. Постепенно условия станут улучшаться, и на планете можно будет высадить растения, которые с помощью фотосинтеза превратят углекислый газ в кислород.

Это и есть методы планетарной инженерии (геоинженерия, или терраформирование, — превращение чужих планет в планеты земного типа). В фильме «Чужой» процесс терраформирования занимает не более 10 лет. В реальности это может потребовать куда большего времени — по меньшей мере столетия. Но после завершения процесса терраформирования планета будет похожа на вторую Землю.

## ШАГ 5 ПЕРВЫЙ КОНТАКТ

Что делать, если мы столкнемся с развитой инопланетной цивилизацией?

В сериале «Звездный путь» существовал целый набор инструкций для контактов между инопланетными расами. Инструкции запрещали, например, более развитым расам вмешиваться в развитие чужих цивилизаций.

Как только раса становится достаточно развитой, чтобы совершать межзвездные путешествия, она начинает сталкиваться с другими расами достаточно часто. Сейчас не существует никаких официальных документов, регламентирующих порядок общения людей с инопланетными цивилизациями, однако первый контакт с ними не будет коренным образом отличаться от первых встреч между представителями разных культур на Земле.

Хорошим примером такого взаимодействия может быть случай Сквонто — американского индейца племени алгонкинов, который научил европей-

ских поселенцев ловить угрей и сажать кукурузу и помог им пережить зиму. Плохим — история капитана Кука (по легенде). После высадки в Новой Зеландии маори приветствовали его экипаж танцем хака. Но англичане восприняли это как угрозу. Экипаж стал стрелять в аборигенов, вместо того чтобы предложить им пальмовые ветви, как требует обычай маори.

Инопланетяне могут выглядеть как пауки или змеи и вызывать у нас инстинктивное отвращение. А могут как птицы или рыбы, но разумные. Поэтому необходимо тщательно контролировать наши предубеждения. Любой подарок, который мы предложим, должен быть предварительно обеззаражен. С другой стороны, инопланетяне могут даже не иметь представления о понятии дарения и его смысле. Ничего нельзя предсказать заранее.

*Инопланетяне могут выглядеть как пауки или змеи и вызывать у нас инстинктивное отвращение*

Основным правилом, регламентирующим поведение во время первого контакта, наверняка будет такое: не дать сформироваться и разрастись враждебности.

При встрече с чужеродной культурой этого будет сложно избежать: мы пришли на их территорию, и они, вероятно, будут рассматривать наши действия как вторжение или угрозу. Тем более что мы будем одеты в защитные костюмы, чтобы избежать бактериального заражения. Всё это может быть принято чужой цивилизацией не очень доброжелательно.

Только одно мы можем предположить наверняка: инопланетяне будут задаваться теми же вопросами, что и мы. «На кого они похожи?», «Опасны ли они для нас?» и, возможно, наиболее волнующий вопрос: «Что мы сможем получить от них?» ■