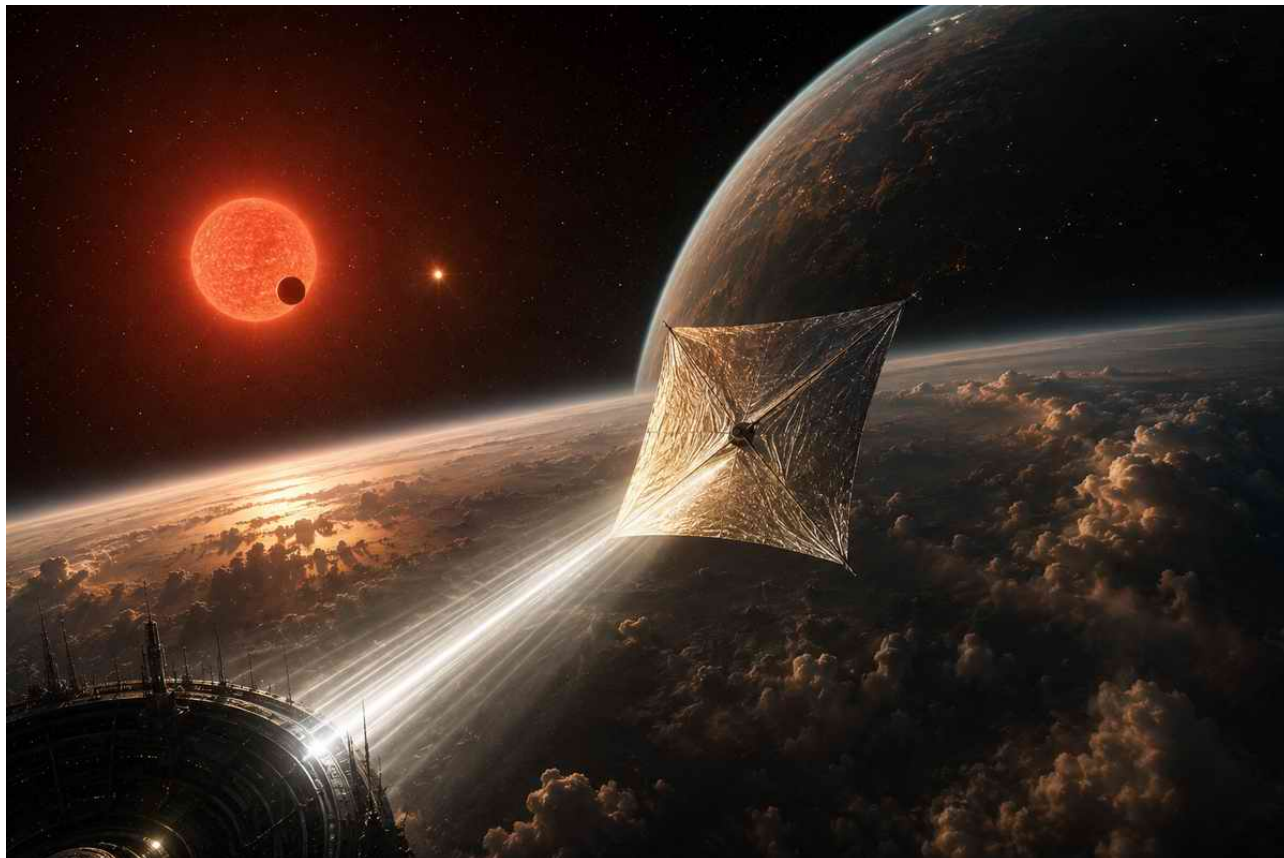


Межзвездный полет становится реальнее: как световые паруса могут отправить первые зонды к другим звездам



Дата публикации: 09.08.2026

Еще недавно идея отправить космический аппарат к другой звезде относилась почти исключительно к научной фантастике. Расстояния казались непреодолимыми: даже ближайшая к Солнцу звездная система находится более чем в четырех световых годах от нас, а современные аппараты потребовали бы тысяч или десятков тысяч лет, чтобы преодолеть подобный путь. Однако развитие лазерных технологий, сверхлегких материалов, микроэлектроники и искусственного интеллекта постепенно меняет ситуацию.

Особенно заманчивыми целями становятся близкие экзопланеты. Одна из них — LHS 1140 b, расположенная примерно в 48 световых годах от Земли. Это каменистый или богатый водой мир, обращающийся вокруг холодного красного карлика в области, где температурные условия потенциально допускают существование жидкой воды. Наблюдения космических телескопов позволяют исследовать возможную атмосферу планеты и искать в ней различные химические соединения, однако дистанционные измерения имеют естественный

предел: мы видим лишь слабый свет далекого мира и пытаемся восстановить его свойства по спектру.

Совсем другое дело — пролететь непосредственно через чужую планетную систему. Главное препятствие здесь не столько расстояние, сколько скорость. Если аппарат движется со скоростью современных межпланетных зондов, путешествие к другой звезде продолжается многие тысячелетия. Чтобы межзвездная миссия завершилась в пределах человеческой жизни, необходимы скорости порядка нескольких процентов, а в наиболее амбициозных проектах — около 10–20 процентов скорости света.

Разогнать обычный космический корабль до таких скоростей чрезвычайно трудно. Ракете приходится нести собственное топливо, а дополнительное топливо увеличивает массу, для разгона которой снова требуется топливо. На межзвездных масштабах эта проблема становится фундаментальным ограничением.

Один из возможных выходов кажется почти парадоксальным: отказаться от двигателя на самом космическом аппарате и толкать его светом. Фотоны не имеют массы покоя, но обладают импульсом. Когда свет падает на поверхность и отражается от нее, он оказывает небольшое давление. В повседневной жизни оно практически незаметно, однако в космосе, где отсутствует сопротивление воздуха, постоянное воздействие света на чрезвычайно легкую отражающую поверхность способно постепенно разгонять аппарат.

Так возникает световой парус — тонкая отражающая мембрана, выполняющая роль своеобразного космического паруса. Только вместо ветра его толкают фотоны. Сам принцип далеко не новый. Возможность использовать давление солнечного света для космических путешествий обсуждалась еще пионерами космонавтики Константином Циолковским и Фридрихом Цандером в первой половине XX века. Сегодня солнечный парус уже перестал быть исключительно теоретической конструкцией: несколько экспериментальных аппаратов продемонстрировали управление движением с помощью давления солнечного излучения.

Но для полета к звездам одного Солнца недостаточно. Здесь появляется гораздо более радикальная идея — лазерный световой парус. Вместо того чтобы устанавливать источник энергии на аппарат, огромный лазерный комплекс остается возле Земли. Синхронизированный массив лазеров формирует чрезвычайно мощный направленный луч и концентрирует его на отражающем парусе. Если сам аппарат и его парус имеют минимальную массу, давление света может создать колоссальное по космическим меркам ускорение.

Именно на этой концепции основан Breakthrough Starshot — исследовательский проект, рассматривающий возможность отправки миниатюрных аппаратов к ближайшим звездам. Предполагаемая архитектура выглядит необычно. Вместо многотонной автоматической станции к звезде отправляется микрозонд массой порядка граммов, связанный с парусом размером в несколько метров. Наземная лазерная система мощностью в десятки или даже около ста гигаватт воздействует на него всего несколько минут, но за это время аппарат теоретически может набрать скорость порядка 20 процентов скорости света.

При такой скорости расстояние до системы Альфа Центавра можно было бы преодолеть примерно за два десятилетия вместо тысячелетий. Самое интересное заключается в том, что подобная концепция становится хотя бы теоретически мыслимой благодаря технологиям, которые создавались вовсе не для межзвездных путешествий. Современный смартфон содержит камеры, процессоры, датчики движения, средства связи и вычислительные системы, которые еще несколько десятилетий назад потребовали бы оборудования массой в десятки килограммов.

Следующим этапом становится так называемая умная пыль — миниатюрные автономные сенсорные системы размером в миллиметры или сантиметры. Они могут измерять температуру, свет, химический состав среды и другие параметры, обрабатывать информацию и потенциально обмениваться данными. В межзвездном варианте такой аппарат должен быть гораздо сложнее. Ему потребуются камеры, спектрометры, навигационные датчики, источник энергии, система связи и электроника, способная пережить десятилетия путешествия.

Здесь неожиданно важную роль может получить искусственный интеллект. Управлять аппаратом возле другой звезды с Земли практически невозможно в реальном времени. Команда до LHS 1140, например, шла бы около 48 лет, и столько же пришлось бы ждать ответа. Поэтому межзвездный зонд должен быть автономным: самостоятельно распознавать планеты, выбирать объекты наблюдений, изменять режим работы приборов, отбрасывать бесполезные данные и определять, какая информация заслуживает передачи на Землю.

Возможно, первые представители человечества возле других звезд будут не людьми и даже не привычными роботами, а крошечными автономными системами с искусственным интеллектом. Большую часть путешествия такой аппарат сможет находиться в экономичном режиме. После десятилетий полета он приблизится к целевой системе, активирует приборы и за несколько часов или дней должен будет выполнить научную программу, ради которой летел через межзвездную пустоту десятилетиями.

И здесь возникает главный недостаток лазерного паруса: его относительно легко разогнать, но чрезвычайно сложно остановить. У целевой звезды не будет второго гигантского лазера, направленного навстречу зонду. Поэтому наиболее реалистичные первые миссии предполагают быстрый пролет. При скорости в десятки тысяч километров в секунду аппарат пересечет интересующую область звездной системы за считанные часы или дни.

За это короткое время ему придется сделать снимки планет, исследовать их спектры, магнитные поля и окружающую среду, определить характеристики атмосфер, а затем начать передачу результатов домой. Из-за огромного расстояния и крошечного передатчика получение информации может оказаться не менее сложной инженерной задачей, чем сам полет.

Есть и другие проблемы. Столкновение даже с мельчайшей пылинкой при скорости в 20 процентов скорости света способно серьезно повредить аппарат. Парус должен выдержать гигантскую плотность лазерной энергии, не расплавившись и не деформировавшись. Лазерный массив обязан удерживать луч на быстро удаляющейся мишени, а электроника должна сохранять работоспособность десятилетиями.

Поэтому межзвездный световой парус пока остается экспериментальной концепцией, а не готовым космическим кораблем. Зато его более медленный родственник — солнечный парус — уже существует. Вместо искусственного лазера он использует естественное излучение Солнца. Ускорение невелико, но действует постоянно и не требует расходовать топливо.

Это открывает необычные возможности внутри Солнечной системы. Солнечные паруса могут выполнять длительные миссии, изменять наклон орбиты, постепенно приближаться к Солнцу или удаляться от него, исследовать астероиды и кометы, а в перспективе выполнять траектории, которые слишком дороги для традиционных аппаратов.

Особенно интересны миссии к долгопериодическим кометам. Обычному зонду необходимо не только добраться до быстро движущейся цели, но и нести запас топлива для изменения скорости и, если предусмотрена доставка образцов, возвращения к Земле. Солнечный парус получает энергию непосредственно от солнечного света и способен многократно изменять свою траекторию без расходования рабочего тела.

Таким образом, солнечные и лазерные паруса представляют два этапа одной технологической линии. Первые уже позволяют экспериментировать с движением без топлива внутри Солнечной системы, вторые потенциально способны вывести эту идею на межзвездный уровень.

В ближайшие десятилетия мы вряд ли увидим человеческую экспедицию к другой звезде. Но это не означает, что человечество обречено вечно наблюдать экзопланеты только издалека. Миниатюризация электроники, новые материалы, мощные лазеры и автономный искусственный интеллект постепенно складываются в технологический набор, из которого однажды может возникнуть первый настоящий межзвездный аппарат.

И тогда наше знакомство с чужими мирами изменится принципиально. Сегодня телескоп позволяет определить радиус далекой планеты, оценить ее массу и искать молекулы в атмосфере. Завтра крошечный аппарат сможет увидеть этот мир с расстояния в миллионы, а возможно, и тысячи километров.

Первый межзвездный путешественник человечества, вероятно, окажется совсем не похож на огромные корабли научной фантастики. Это может быть устройство массой всего несколько граммов, летящее через темноту на тончайшем зеркальном парусе. Оно будет путешествовать десятилетиями, работать несколько дней и затем годами отправлять домой то, ради чего человечество тысячелетиями смотрело на звезды: первые фотографии другого планетного мира, сделанные вблизи.