

Солнечные паруса приближают человечество к звездам, но межзвездные полеты пока остаются за горизонтом

Дата публикации: 04.06.2026

На протяжении десятилетий солнечные паруса остаются одной из самых привлекательных технологий будущего в космонавтике. Идея выглядит почти фантастической: космический аппарат раскрывает огромный сверхтонкий парус и начинает двигаться без топлива, используя давление солнечного света. Несмотря на кажущуюся необычность, принцип работы основан на хорошо известных законах физики. Фотоны света обладают импульсом и способны передавать его поверхности паруса, создавая пусть и очень слабую, но постоянную тягу. За длительное время такой способ разгона позволяет достигать скоростей, недоступных для многих традиционных двигательных систем.

Хотя концепция существует уже много десятилетий, реальные успехи пока ограничиваются несколькими демонстрационными миссиями. Одним из наиболее известных примеров стал японский аппарат IKAROS, впервые успешно продемонстрировавший управляемый межпланетный полет с использованием солнечного паруса. С тех пор интерес к технологии значительно вырос, однако до масштабного применения в космических исследованиях дело пока не дошло.

Новое исследование, опубликованное в журнале Acta Astronautica, позволило оценить, насколько близко человечество подошло к практическому использованию солнечных парусов для серьезных научных миссий. Авторы работы проанализировали текущее состояние технологий и сравнили требования сразу нескольких перспективных проектов, различающихся по уровню сложности и дальности полета.

В центре внимания оказались три концепции: Solar Cruiser, предназначенный для мониторинга космической погоды в окрестностях Земли; Project Svarog, предполагающий выход за пределы Солнечной системы после экстремального сближения с Солнцем; Breakthrough Starshot — амбициозная программа отправки миниатюрных аппаратов к ближайшей звездной системе Альфа Центавра.

Каждый из этих проектов требует принципиально разного уровня технологического развития. Исследователи изучили десятки параметров, включая площадь паруса, его массу, толщину материала, отражающую способность поверхности, устойчивость к нагреву и эффективность управления в

космосе. Результаты показали, что по мере увеличения расстояния до цели сложность миссий возрастает не линейно, а практически взрывным образом.

Наиболее реалистичным сегодня выглядит проект Solar Cruiser. По оценкам авторов, для его успешной реализации достаточно улучшить существующие технологии примерно в два-три раза по ряду ключевых характеристик. Это означает, что подобные миссии могут стать частью реальной космонавтики уже в ближайшие десятилетия.

Ситуация становится значительно сложнее, если речь идет о выходе за пределы Солнечной системы. Проект Svarog предполагает использование мощного гравитационного и энергетического разгона при прохождении в непосредственной близости от Солнца. В этом случае аппарат должен выдерживать экстремальные температуры и колоссальные тепловые нагрузки, сохраняя работоспособность сверхтонкого паруса.

Еще более впечатляющим выглядит проект Breakthrough Starshot. Его цель — отправить к Альфе Центавра миниатюрные зонды, способные достичь значительной доли скорости света. Если современные космические аппараты движутся со скоростью в десятки километров в секунду, то для реализации подобной миссии потребуется разгон до десятков тысяч километров в секунду. Согласно расчетам исследователей, некоторые инженерные возможности человечества должны улучшиться в сотни раз по сравнению с нынешним уровнем.

Одним из главных препятствий остается создание материалов нового поколения. Космический парус должен быть одновременно огромным по площади, исключительно легким и при этом достаточно прочным для работы в экстремальных условиях космоса. Любое увеличение массы резко снижает эффективность разгона, а недостаточная прочность может привести к разрушению конструкции под воздействием солнечного излучения и микрометеороидов.

Не менее серьезной задачей является управление ориентацией паруса. На первый взгляд может показаться, что аппарат просто движется под воздействием света, однако в действительности направление полета требует постоянной корректировки. Даже небольшие ошибки в ориентации способны привести к отклонению от курса на миллионы километров при длительных межпланетных перелетах.

Особое внимание ученые уделяют проблеме нагрева. Чем ближе аппарат подходит к Солнцу, тем больше энергии получает его поверхность. Для перспективных миссий потребуется разработка новых отражающих покрытий и

термостойких материалов, способных сохранять свойства при температурах, значительно превышающих возможности современных космических конструкций.

Авторы исследования считают, что дальнейший прогресс невозможен без тесного сотрудничества различных научных направлений. Для развития солнечных парусов потребуется объединение достижений материаловедения, аэрокосмической инженерии, лазерной физики, нанотехнологий, вычислительного моделирования и систем управления.

Особенно важным этапом станут промежуточные испытания в реальных космических условиях. Многие технологии демонстрируют хорошие результаты в лабораториях, но сталкиваются с непредвиденными трудностями после выхода в открытый космос. Именно поэтому будущие экспериментальные миссии могут сыграть ключевую роль в снижении технических рисков.

Исследование показывает, что солнечные паруса уже перестали быть исключительно научной фантастикой. Полеты внутри Солнечной системы постепенно переходят в категорию достижимых задач. Однако межзвездные путешествия по-прежнему требуют технологического скачка, сравнимого по масштабу с переходом человечества от первых самолетов к космическим кораблям. Тем не менее история освоения космоса неоднократно показывала, что самые смелые идеи со временем превращаются в реальные инженерные проекты. Возможно, именно солнечные паруса однажды станут тем инструментом, который позволит человечеству впервые отправиться к другим звездам.

Ссылка: «От межпланетного к межзвездному: текущее состояние исследований с использованием космических парусов и необходимые разработки» DOI: [10.1016/j.actaastro.2026.02.036](https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2026.02.036).