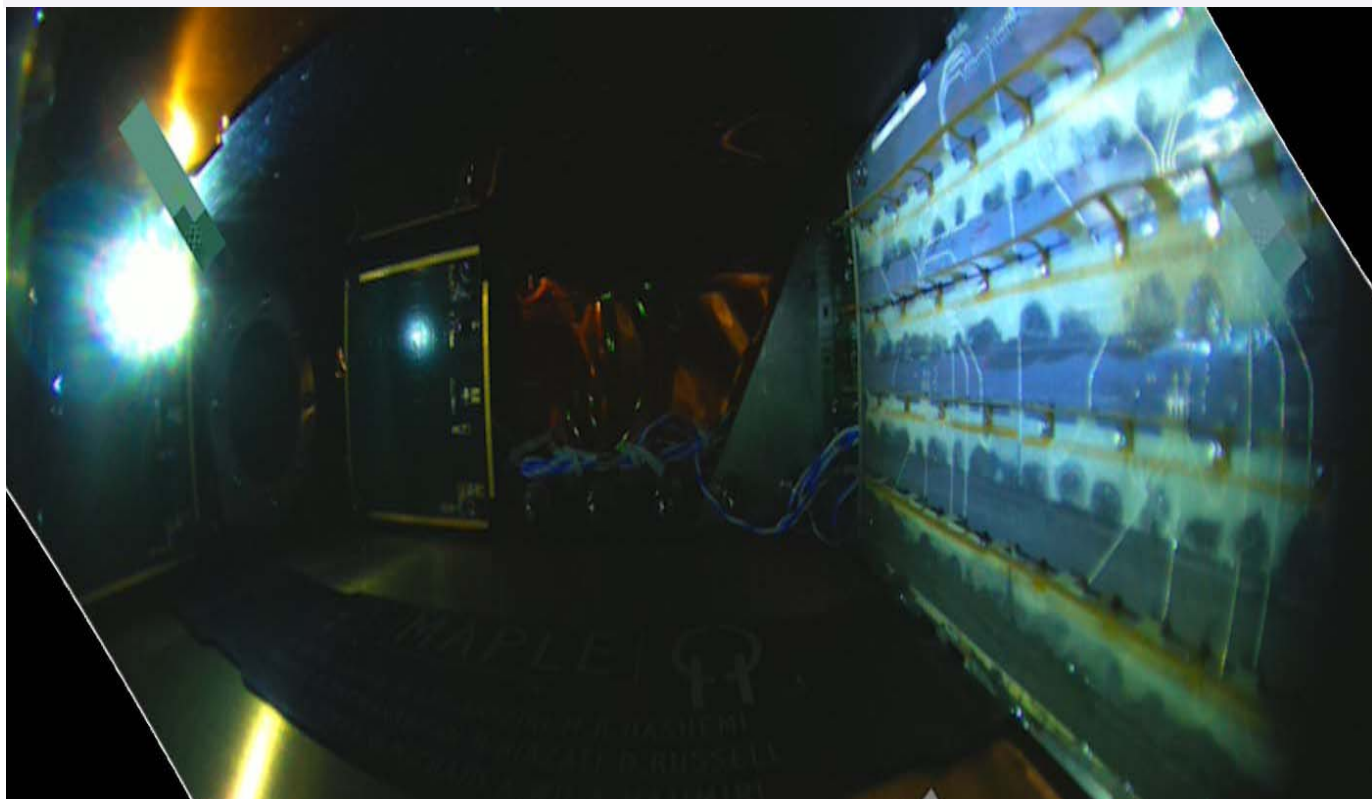


# Собирающий солнечную энергию спутник впервые передал её в космосе и на поверхность Земли

Перевод

[Автор оригинала: Author](#)



*Фотография из космоса внутреннего пространства MAPLE с передающей решёткой справа и приёмниками слева*

Прототип космической солнечной энергостанции, запущенный на орбиту в январе, введён в эксплуатацию и впервые продемонстрировал способность беспроводной передачи энергии в космосе, а также на Землю.

Беспроводная передача энергии была продемонстрирована в эксперименте со спутником MAPLE. Это одна из трёх ключевых технологий, тестируемых в рамках Space Solar Power Demonstrator (SSPD-1), первого космического прототипа проекта Caltech Space Solar Power Project (SSPP). Целью SSPP является сбор солнечной энергии в космосе и передача её на поверхность Земли.

MAPLE, сокращение от Microwave Array for Power-transfer Low-orbit Experiment и один из трёх ключевых экспериментов в рамках SSPD-1, состоит из массива гибких лёгких микроволновых передатчиков энергии, управляемых электронными чипами, которые были специально созданы для него с применением недорогих кремниевых

технологий. С помощью массива передатчиков энергия направляется в нужное место. Для того чтобы это сработало, массивы для передачи энергии должны быть лёгким, чтобы минимизировать количество топлива, необходимого для отправки их в космос; гибкими, чтобы они могли компактно складываться, и их можно было перевозить в ракете; недорогой технологией в целом.

Конструкция MAPLE была разработана командой Калифорнийского технологического института под руководством Али Хаджимири, профессора электротехники и медицинской инженерии Брен и содиректора SSPP.

«Благодаря проведённым экспериментам мы получили подтверждение того, что MAPLE может успешно передавать энергию на приёмники в космосе», — говорит Хаджимири. «Мы также смогли запрограммировать массив так, чтобы можно было направить энергию в сторону Земли, и зафиксировать её получение здесь, в Калтехе. Конечно, мы испытывали его на Земле, но теперь мы знаем, что он может пережить путешествие в космос и работать там».

Используя конструктивную и деструктивную интерференцию между отдельными передатчиками, массив передатчиков способен изменять фокус и направление излучаемой энергии без каких-либо движущихся частей. Массив излучателей использует точные элементы управления для динамической фокусировки энергии на желаемой точке с помощью когерентного сложения электромагнитных волн. Это позволяет передавать большую часть энергии в нужное место и никуда больше.

У MAPLE два отдельных массива приёмников, расположенных на расстоянии около фута от передатчика, которые принимают энергию, преобразуют её в электричество постоянного тока и используют его для питания пары светодиодов, чтобы продемонстрировать полную последовательность беспроводной передачи энергии на расстояние в космосе. MAPLE проверил это в космосе, зажигая каждый светодиод по отдельности и переключаясь между ними взад и вперёд. Эксперимент не герметичен, поэтому он подвержен воздействию суровой космической среды, включая большие перепады температур и солнечную радиацию, с которыми однажды столкнутся и крупномасштабные установки.

«Насколько нам известно, никто ещё не демонстрировал беспроводную передачу энергии в космосе даже с помощью дорогостоящих жёстких конструкций. Мы делаем это с помощью гибких лёгких конструкций и собственных интегральных схем. Это произошло впервые», — говорит Хаджимири.

У MAPLE также есть небольшое окно, через которое массив может передавать энергию. Эта энергия была зафиксирована приёмником на крыше Инженерной лаборатории Гордона и Бетти Мур в кампусе Калтеха в Пасадене. Принятый сигнал появился в ожидаемое время и на ожидаемой частоте, и имел правильный сдвиг частоты, как и было предсказано в расчётах.

Помимо демонстрации того, что передатчики мощности могут выдержать запуск (который состоялся 3 января) и космический полет и продолжать функционировать, эксперимент обеспечил полезную обратную связь для инженеров SSPP. Антенны для передачи энергии объединены в группы по 16 штук, каждая группа управляется одной гибкой интегральной микросхемой, изготовленной на заказ, и сейчас команда Хаджимири оценивает работу отдельных элементов системы, анализируя интерференционную картину меньших групп и измеряя разницу между различными комбинациями. Этот кропотливый процесс, который может занять до шести месяцев, позволит команде обнаружить отклонения в работе и проследить их до отдельных элементов, что даст представление о том, как нужно будет проектировать следующее поколение системы.

Космическая солнечная энергетика позволяет использовать практически неограниченный источник солнечной энергии в космическом пространстве, где энергия постоянно доступна, не подвержена циклам дня и ночи, временам года и облачному покрову, что потенциально даёт в восемь раз больше энергии, чем солнечные батареи в любом месте на поверхности Земли. Когда проект будет полностью реализован, SSPP развернёт созвездие модульных космических аппаратов, которые будут собирать солнечный свет, преобразовывать его в электричество, а затем в микроволны, которые будут передаваться по беспроводной связи на большие расстояния туда, где это необходимо — включая места, в которых в настоящее время нет доступа к надёжным источникам электроэнергии.

«Гибкие массивы передачи энергии необходимы для текущего дизайна концепции Калтеха о созвездии солнечных батарей, похожих на паруса, которые разворачиваются, когда достигают орбиты», — говорит Серджио Пеллегрини, профессор аэрокосмического и гражданского строительства Джойс и Кент Креза и содиректор SSPP.

«Подобно тому, как интернет демократизировал доступ к информации, мы надеемся, что беспроводная передача энергии демократизирует доступ к энергии, — говорит Хаджимири. — Для получения энергии на земле не потребуется инфраструктура для передачи энергии. Это означает, что мы сможем передавать энергию в отдалённые регионы и районы, в том числе пострадавшие от войны или стихийных бедствий».



*Инженеры фиксируют получение энергии из космоса на крыше лаборатории Муров*

SSPP начался в 2011 году после того, как филантроп Дональд Брен, председатель Irvine Company и пожизненный член Попечительского совета Калтеха, впервые узнал о потенциале космического производства солнечной энергии из статьи в журнале Popular Science. Заинтересовавшись потенциалом космической солнечной энергетики, в 2011 году Брен обратился к тогдашнему президенту Калтеха Жану-Лу Шамо, чтобы обсудить создание исследовательского проекта по космической солнечной энергетике. В последующие годы Брен и его жена Бриджит Брен, также попечитель Калтеха, согласились сделать пожертвование для финансирования проекта. Первое из пожертвований Калтеху (которое в конечном итоге превысит 100 миллионов долларов на поддержку проекта и учёных) было сделано через Фонд Дональда Брена.

«Упорный труд и преданность блестящих учёных Калтеха способствовали осуществлению нашей мечты — обеспечить мир обильной, надёжной и доступной энергией на благо всего человечества», — говорит Брен.

«Переход на возобновляемые источники энергии, критически важные для будущего мира, сегодня ограничен проблемами хранения и передачи энергии. Передача солнечной энергии из космоса — это элегантное решение, которое стало ещё на один шаг ближе к реализации благодаря щедрости и дальновидности Бренов, — говорит президент Калтеха Томас Ф. Розенбаум. — Дональд Брен представил грозный технический вызов, который обещает замечательную отдачу для человечества: мир, питающийся бесперебойной возобновляемой энергией».

В дополнение к поддержке, полученной от семьи Брен, корпорация Northrop Grumman также предоставила Калтеху 12,5 миллионов долларов в течение трёх лет в рамках соглашения о спонсируемых исследованиях в период с 2014 по 2017 год, что способствовало развитию технологий и продвижению науки в рамках проекта.

«Демонстрация беспроводной передачи энергии в космосе с использованием лёгких конструкций — важный шаг на пути к космической солнечной энергии и широкому доступу к ней в глобальном масштабе, — говорит Гарри Атуотер, заведующий кафедрой Отиса Бута Отделения инженерных и прикладных наук, профессор прикладной физики и материаловедения имени Говарда Хьюза, директор Liquid Sunlight Alliance и один из главных исследователей проекта. — Солнечные панели уже используются в космосе, например, для питания Международной космической станции, но чтобы запустить и развернуть достаточно большие массивы для обеспечения энергией Земли, SSPP должен разработать и создать системы передачи солнечной энергии, которые будут сверхлёгкими, дешёвыми и гибкими».

Отдельные блоки SSPP будут складываться в упаковки объёмом около 1 кубического метра, а затем разворачиваться в плоские квадраты со стороной около 50 метров, с солнечными батареями на одной стороне, обращённой к Солнцу, и беспроводными передатчиками энергии на другой стороне, обращённой к Земле.

Космический аппарат *Momentus Vigoride*, запущенный на борту ракеты SpaceX в рамках миссии *Transporter-6*, доставил в космос 50-килограммовый SSPD. *Momentus* оказывает постоянную поддержку Калтеху в виде размещённой полезной нагрузки, включая предоставление данных, связи, команд и телеметрии, а также ресурсов для оптимальной съёмки и освещения солнечных батарей. Весь набор из трёх прототипов SSPD был задуман, спроектирован, построен и испытан командой из примерно 35 человек — преподавателей, постдоков, аспирантов и студентов старших курсов — в лабораториях Калтеха.

Помимо MAPLE, SSPD включает в себя ещё два основных эксперимента: DOLCE (Deployable on-Orbit ultraLight Composite Experiment) — конструкция размером 3 на 3 метра, демонстрирующая архитектуру, схему упаковки и механизмы развёртывания модульного космического аппарата; и ALBA — коллекция из 32 различных типов фотоэлектрических элементов, позволяющая оценить типы элементов, которые наиболее эффективны в агрессивной космической среде. Испытания солнечных батарей ALBA продолжаются, а SSPP ещё не пытался развернуть DOLCE. Результаты этих экспериментов ожидаются в ближайшие месяцы.