

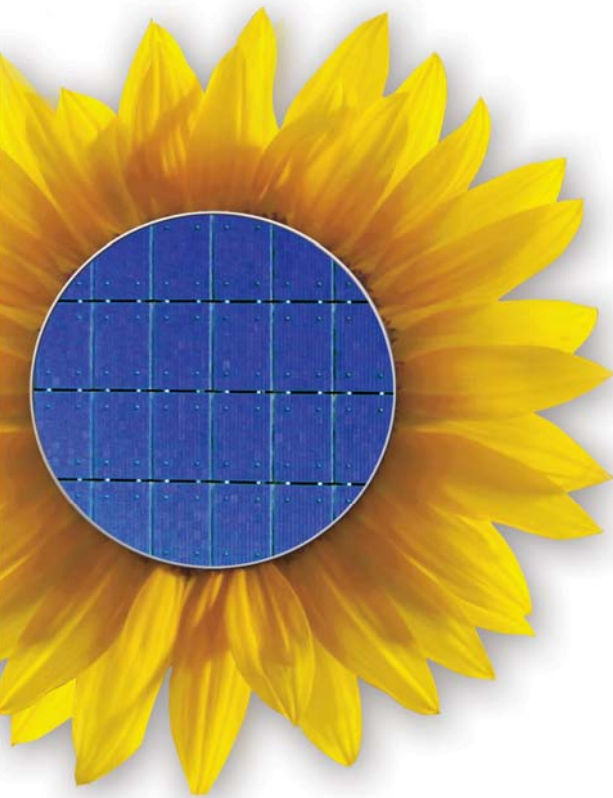


СТРЕБКОВ Дмитрий Семенович — действительный член РАСХН, доктор технических наук, директор Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства (Москва), председатель Российской секции Международного общества солнечной энергии, член правления Российской ассоциации электромобилей. Автор и соавтор 360 публикаций и изобретений, включая 25 патентов в США, Великобритании, Франции, Японии и других странах

ПОД ЗНАКОМ ГЕЛИОСА

Перспективы развития солнечной энергетики

Солнце — щедрое животворящее светило — с незапамятных времен обожествлялось и служило объектом поклонения у многих народов. По большому счету, все мы — дети Солнца. Солнечная энергия не только циркулирует по пищевым цепям биосферы, она струится по нефте- и газопроводам, поддерживает пламя костров и котлов ТЭЦ, вертит турбины гидростанций и лопасти ветряков. И каждый раз между Солнцем и человеком встают посредники — деревья, уголь, нефть, ветер... Прямой «диалог» между звездой и человечеством — насколько он реален сегодня?



Энергетические ресурсы, заключенные в потоках солнечного света, огромны, «бесплатны» и доступны всем. Количество солнечной энергии, поступающее на территорию только России, превышает энергию всех отечественных запасов нефти, газа, угля и урана.

Однако непосредственно солнечная энергия в мире практически не используется, более того — предпочтение отдается ее невозобновляемым ресурсам в виде угля, нефти, газа. Например, в России и Европе доля возобновляемых видов солнечной энергии (в виде биомассы и гидроэнергии) составляет всего 6% от общего потребления энергии. И хотя в некоторых развивающихся странах она достигает до 80%, в этом случае речь зачастую идет о «первобытном» использовании дров и солнечного света для отопления и освещения.

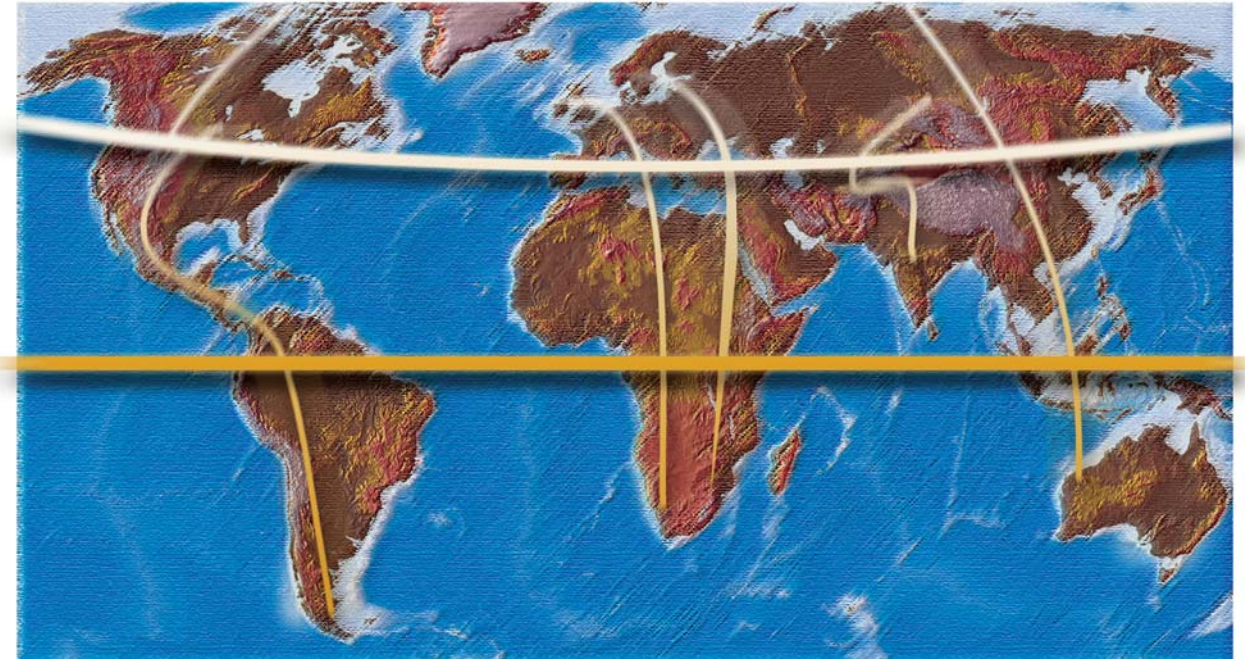
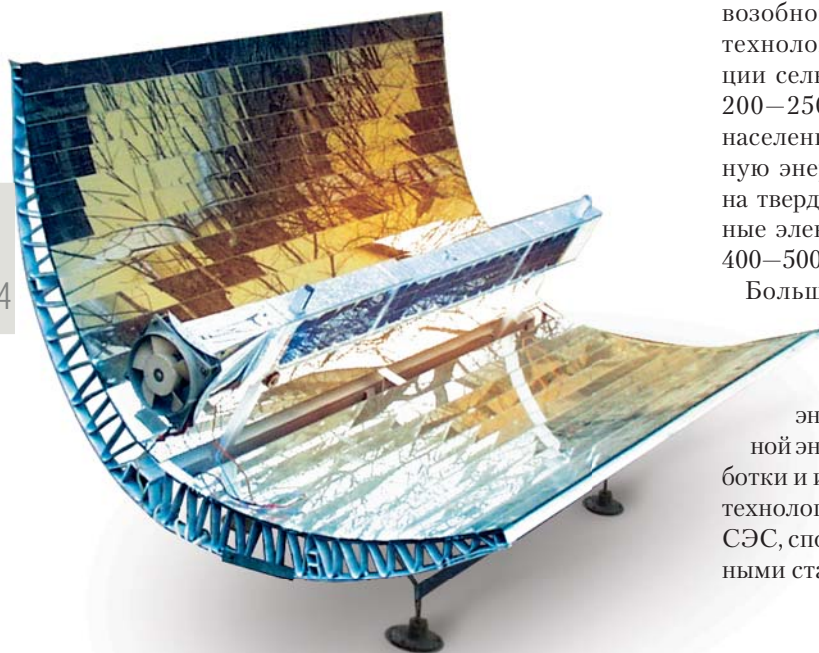
Очевидно, что будущее быстро умножающегося человечества будет напрямую зависеть от того, сможет ли оно заместить возобновляемыми источниками энергии уголь, нефть, газ и уран в промышленном производстве электроэнергии, теплоты и жидкого топлива.

В XXI веке СЭС придут на смену керосиновым лампам

Еще в 2000 г. лидеры стран «большой восьмерки» поставили задачу за десять лет обеспечить два миллиарда человек из развивающихся стран энергией из возобновляемых источников на основе передовых технологий. Был предложен проект электрификации сельского хозяйства этих регионов стоимостью 200–250 млрд долларов. Для сравнения: затраты населения этих стран на собственную неэффективную энергетику — свечи, керосиновые лампы, печи на твердом и жидком топливе, бензиновые и дизельные электростанции — составят за эти 10 лет около 400–500 млрд долларов!

Большая роль в энергетике будущего отводится солнечной энергии, точнее — солнечным энергетическим системам (СЭС) на основе фотоэлектрического метода преобразования энергии. Перспективы развития мировой солнечной энергетики определяются возможностями разработки и использования новых физических принципов, технологий, материалов и конструкций для создания СЭС, способных конкурировать с топливными и атомными станциями.

Солнечный модуль со стационарным коцентратором. Фото из архива ВНИИЭСХ



В XXI веке намечается создание единой системы, объединяющей транспортные и энергетические потоки Евразийского и Американского континентов (проект «Великое сокращение континентов»). Широтные транспортно-энергетические магистрали опояжут Земной шар дважды: первая соединит Владивосток и Лиссабон, пройдя через Тихий и Атлантический океаны; вторая пройдет по экватору. Меридиональные линии протянутся от Австралии до США, из Южной Америки — в Северную, свяжут ЮАР и Норвегию, пройдут по Великому шелковому пути (из Индии на Север Западной Сибири) и объединят энергетические системы Западной Африки и Великобритании

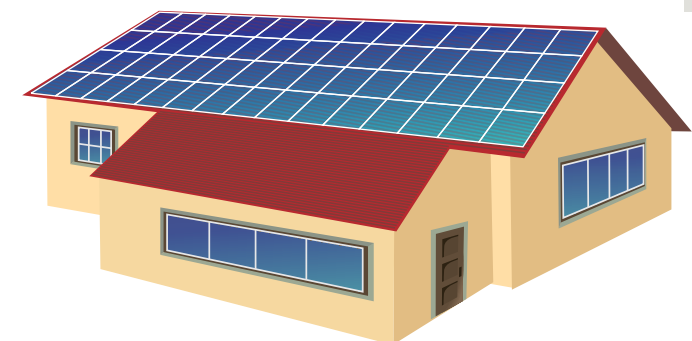
Солнечная энергетика — какой она должна быть

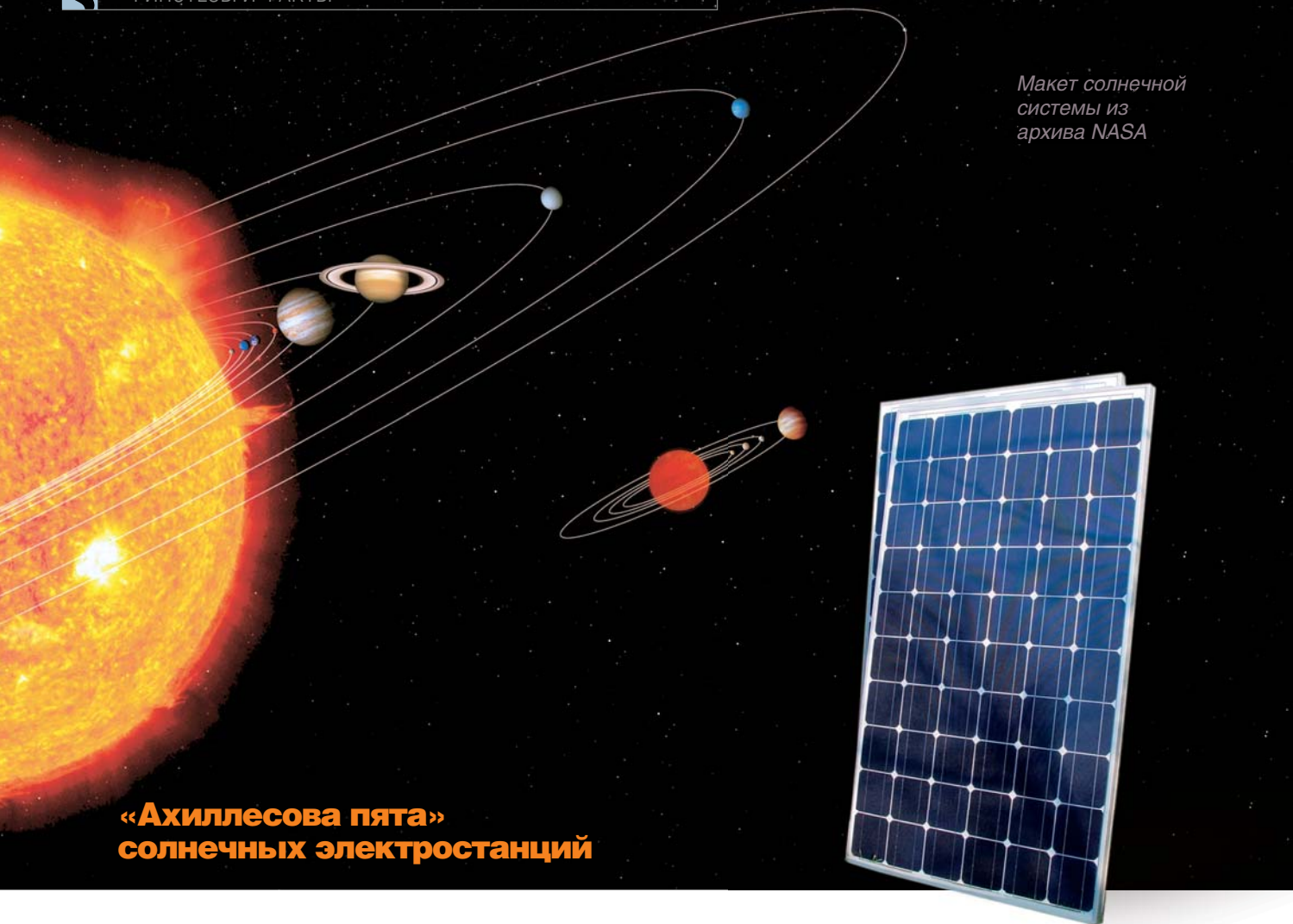
Чтобы стать конкурентоспособной, солнечная энергетика должна удовлетворять ряду критериев.

- Коэффициент полезного действия (КПД) электростанций — не менее 20%.
- Электроэнергия генерируется 24 часа в сутки круглый год.
- Срок службы электростанций — не менее 50 лет.
- Стоимость установленного киловатта пиковой мощности солнечной электростанции не более 1000 долл. США.
- Производство полупроводникового материала для СЭС — не менее 1 млн тонн при цене не более 15 долл. США/кг.
- Материалы и технологии — экологически чистые и безопасные.

А теперь рассмотрим современное состояние дел в солнечной энергетике — прямо по пунктам.

Первое и важное — КПД. На сегодняшний день максимальный КПД солнечных элементов (СЭ), достигнутый в лаборатории, составляет 24–37%. КПД же большинства выпускаемых промышленностью солнечных элементов не достигает требуемых 20%. Однако уже разрабатывается новое поколение СЭ с КПД до 90%! Все это позволит уже в ближайшие пять лет увеличить КПД реально используемых СЭ до 22–30%.





Макет солнечной системы из архива NASA

«Ахиллесова пята» солнечных электростанций

Самая большая проблема стационарных солнечных электростанций очевидна и неспециалисту. Количество вырабатываемой ими энергии зависит от времени суток, сезона и погодных условий. До сих пор для уменьшения этой зависимости предлагалось аккумулировать солнечную энергию путем электролиза воды и накопления водорода. Но существует более простой и перспективный путь. Значительно уменьшить суточную и сезонную неравномерность выработки электроэнергии можно за счет рационального размещения самих генераторов энергии.

Речь идет о создании глобальной солнечной энергосистемы. При этом электростанции следует распределить в широтном направлении так, чтобы окончание освещения фотоактивной поверхности одной станции совпадало с началом освещения панелей другой, ближайшей по ходу Солнца. Тогда потоки электроэнергии в направлении запад – восток дадут возможность компенсировать суточные изменения в выработке энергии. Размещение же солнечных электростанций по обе стороны экватора позволит компенсировать сезонные колебания. Просто — как все гениальное.

Для осуществления таких крупномасштабных проектов нужна сеть высоковольтных линий электропередач, соединяющая страны и континенты. И это уже почти реальность: разрабатываются проекты энергосистем 10 южноамериканских стран, арабских государств, Балтийского и Черноморского энергетического кольца, линии электропередач Сибирь—Китай. В конкуренцию с привычными для нас системами передачи на переменном и постоянном токе может вступить новый резонансный волноводный метод передачи электрической энергии, предложенный известным изобретателем Н. Тесла еще в 1897 г.

Бесполимерное будущее

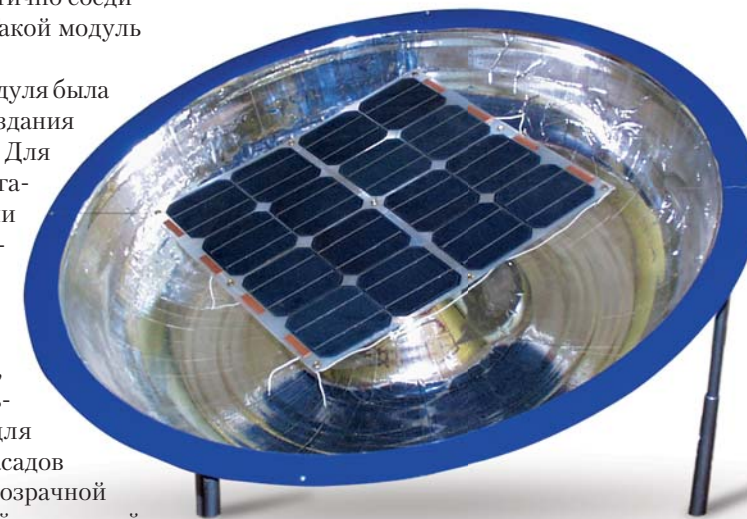
Срок службы обычных топливных и атомных электростанций не превышает 30–40 лет. В этом смысле полупроводниковые солнечные элементы имеют преимущество — срок их «жизни» больше полувека.

Однако сами солнечные модули служат не более 20 лет в тропическом климате, и 25 лет — в умеренном климате. Причина проста: старение полимерных составляющих. Напрашивается решение — исключить из конструкции модуля полимерные материалы! И действительно, в новой конструкции модуля солнечные элементы помещены в стеклопакет, герметично соединенный по торцам пайкой или сваркой. Такой модуль может служить не менее 50 лет.

Новая технология сборки солнечного модуля была использована и в других целях — для создания эффективной прозрачной теплоизоляции. Для этого солнечные элементы и кремнийорганическая жидкость между стеклами были заменены вакуумным зазором, а на внутреннюю поверхность стекол нанесено инфракрасное покрытие.

Солнечные установки с таким остеклением нагревают воду уже не до 60, а до 90 °С. Их можно использовать не только для горячего водоснабжения, но и для отопления зданий. Облицовка южных фасадов зданий такими плитами с вакуумной прозрачной теплоизоляцией превратит их в гигантский солнечный коллектор.

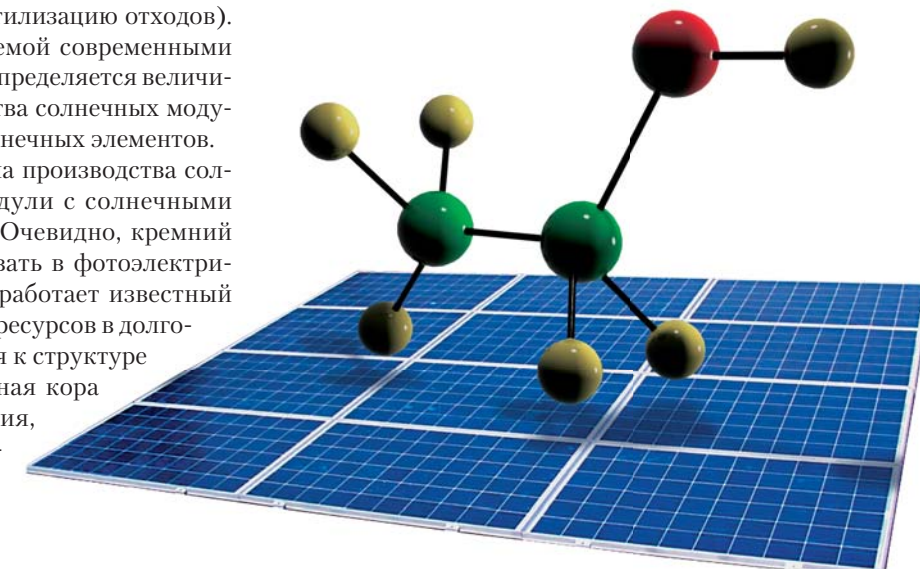
Солнечный фотоэлектрический модуль. Фото из архива ВНИИЭСХ



Солнечный кремний и этиловый спирт — что общего?

В наше время самую дешевую энергию вырабатывают станции на ископаемом топливе, самую дорогую — атомные (с учетом расходов на утилизацию отходов). Стоимость энергии, вырабатываемой современными солнечными электростанциями, определяется величиной их КПД, объемом производства солнечных модулей, но главное — стоимостью солнечных элементов.

Более 85% современного объема производства солнечных модулей составляют модули с солнечными элементами на основе кремния. Очевидно, кремний и в дальнейшем будет доминировать в фотоэлектрической промышленности. Здесь работает известный принцип: структура потребления ресурсов в долгосрочной перспективе стремится к структуре их запасов на Земле, а ведь земная кора почти на 30% состоит из кремния, занимающего второе место по запасам после кислорода.

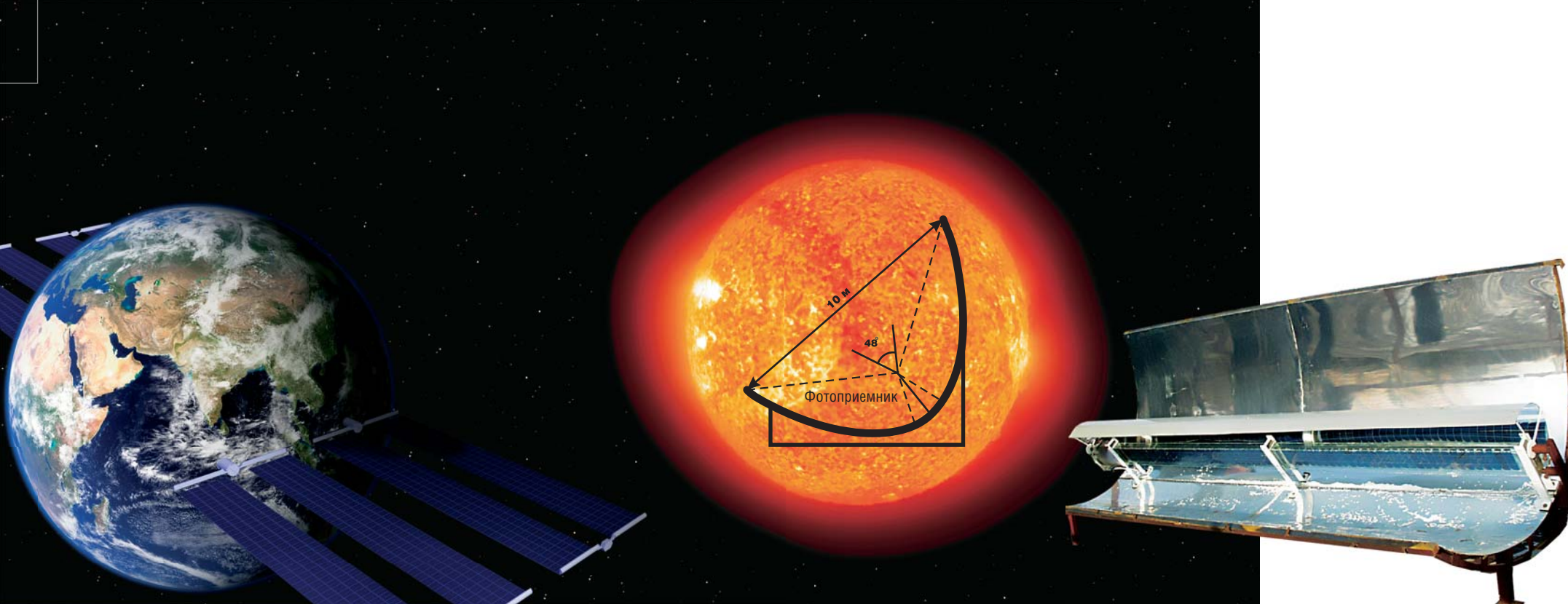


«Солнечный» кремний пока дорог. В России создана новая, бесхлорная технология производства солнечного поликристаллического кремния стоимостью 15 долл. США/кг — в два раза дешевле, чем на европейском рынке. В новой технологии в качестве исходных материалов используются металлургический кремний и этиловый спирт (вместо соляной кислоты). В результате удалось значительно улучшить не только экологические характеристики производства, но и качество самого кремния. Улучшить настолько, что его можно использовать в электронной промышленности. Уже через 3–5 лет объем производства такого кремния достигнет 1000–5000 т в год. Кроме того, разрабатываются технологии производства солнечного кремния из особо чистых кварцитов с помощью плазмотронов, получения кремния в виде тонких листов, лент, пленок с лазерным раскроем и т. д.

Один из быстрых путей снижения стоимости энергии, вырабатываемой солнечными электростанциями, — использование специальных концентраторов солнечного излучения. Стоимость 1 м² площади стеклянного зеркального концентратора в 10 раз меньше стоимости 1 м² площади солнечного модуля. Такие электростанции обеспечат не только электрической энергией, но и горячей водой и теплом. На основе концентраторных модулей уже разрабатываются солнечные микро-ТЭЦ для жилых и промышленных зданий, а также большие стационарные СЭС для городов, поселков, промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Пусть всегда будет Солнце!

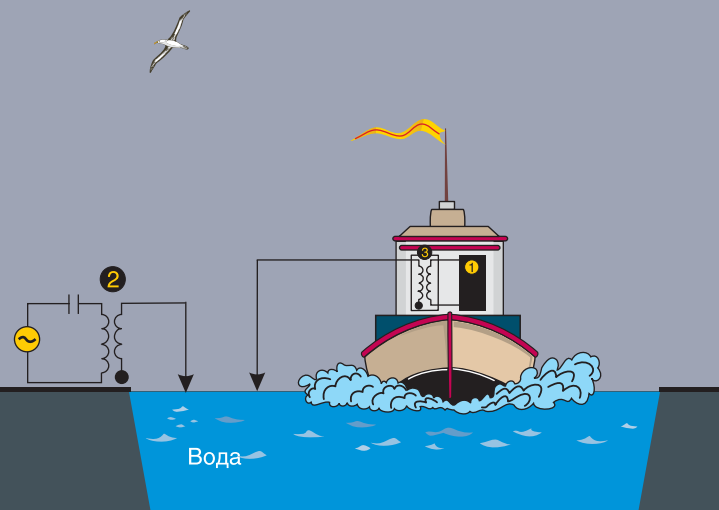
Освоив технологии использования солнечной энергии, человечество избавится от угрозы энер-



Электрическую энергию можно передать на водный транспорт беспроводным способом, используя водный проводящий канал. В лаборатории ВНИИЭСХ прошли испытания макета электрического речного судна с использованием водопроводной воды в качестве однопроводного волновода. Передающий блок имеет электрическую мощность 100 Вт, напряжение 1 кВ.

1 — преобразователь частоты,
2 и 3 — резонансные высокочастотные трансформаторы Tesla.

Фото из архива ВНИИЭСХ



Оптическая схема симметричного стационарного солнечного концентратора. Фото солнечного диска из архива Big Bear Solar Observatory (США)

Солнечная электростанция со стационарными концентраторами пиковой мощностью 1 кВт. Фото из архива ВНИИЭСХ

гетического кризиса, связанного с истощением запасов ископаемого топлива. СЭС будут производить экологически чистую энергию в течение миллионов лет. Они бесшумны, способны работать в автоматическом режиме, а обслуживать их так же просто, как обычные трансформаторные подстанции.

Будут решены и проблемы загрязнения среды обитания выбросами электростанций и транспорта, а человечество избавится от угрозы нового «Чернобыля». Солнечные энергетические станции смогут органично сочетаться с природными ландшафтами, образуя «футуристические» пространственно-архитектурные композиции — солнечные фасады или крыши зданий, ферм, теплиц, торговых центров, складов, крытых автостоянок.

До XVII в. человечество пользовалось почти исключительно возобновляемыми ресурсами той же солнечной энергии. Энергией, получаемой при сжигании дре-

весины, в которой солнечная энергия аккумулирована благодаря фотосинтезу, энергией рек, ветровой энергией... Сейчас только около 20% мирового производства энергии основано на этих источниках. Однако к концу нынешнего столетия доля эта в результате развития солнечной энергетики должна возрасти в несколько раз, составив 60–90%. И можно надеяться, что уже в недалеком XXII в. люди с полным правом назовут себя «детьми Солнца».



Фотография экспоната из Музея Солнца (Новосибирск)