

Supported by:



Federal Ministry  
for the Environment, Nature Conservation,  
Nuclear Safety and Consumer Protection



INTERNATIONAL  
CLIMATE  
INITIATIVE



ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ВОДОЙ,  
ЭНЕРГИЕЙ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕМ  
Системные решения для климатически устойчивой Центральной Азии

based on a decision of  
the German Bundestag

# ИННОВАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ: МИРОВОЙ ОПЫТ

## Часть 11

Ташкент 2025



**НИЦ МКВК**

Научно-информационный центр  
Межгосударственной координационной  
водохозяйственной комиссии  
Центральной Азии

Научно-информационный центр  
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии  
Центральной Азии

# **Инновации в энергетике: мировой опыт**

Часть 11

Ташкент 2025

НИЦ МКВК представляет вашему вниманию подборку материалов, знакомящих с мировым опытом внедрения возобновляемых источников энергии и инновационными решениями в энергетике.

Подготовлено и издано при финансовой поддержке проекта «Региональные механизмы для низкоуглеродной и климатоустойчивой трансформации взаимосвязи энергии, воды и земли в Центральной Азии», реализуемого ОЭСР, НИЦ МКВК и ЕЭК ООН за счет средств Федерального министерства окружающей среды, охраны природы, ядерной безопасности и защиты потребителей Германии (BMUV) в рамках Международной климатической инициативы (IKI)

## Содержание

<b>Возобновляемая энергетика.....</b>	<b>6</b>
<i>Ветроэнергетика .....</i>	<i>6</i>
В 2024 году в мире добавлено 117 ГВт мощностей ветроэнергетики .....	6
Представлен ветрогенератор-«звезда» с 11 лопастями.....	7
Почему все ветрогенераторы вращаются в одну сторону: случайность или неочевидная причина .....	10
Бесшумная ветряная турбина Vind Panel Wiatrowy выглядит, как забор.....	11
Ветряные электростанции «воруют» ветер друг у друга.....	12
Новый ветрогенератор-стена .....	13
Ветряки в некоторых странах станут практически бесполезными.....	14
<i>Солнечная энергетика .....</i>	<i>15</i>
Установленная мощность солнечной энергетики в мире превысила 2,2 ТВт в 2024 году .....	15
Китайские роботы-уборщики повышают эффективность ФЭС в Узбекистане .....	17
На 375% мощнее обычных: в Китае создали необычайно эффективный солнечный генератор.....	19
Мировой рекорд: китайская солнечная батарея заработала с эффективностью почти 35%.....	20
В Швейцарии заработала первая солнечная электростанция на рельсах.....	21
Пластиковые зеркала снижают стоимость солнечной тепловой энергии на 40% .....	23
Физики увеличили срок службы солнечных батарей.....	24
К вопросу качества солнечных панелей .....	27

<b>Традиционная энергетика .....</b>	<b>30</b>
Интеграция гидроэнергетики с возобновляемыми источниками энергии: вызовы, инновации и перспективы .....	30
Под тенью дамбы: как ГЭС формируют жизнь Центральной Азии .....	34
<b>Системы хранения энергии.....</b>	<b>38</b>
Жидкая батарея может принимать любые формы.....	38
Новый материал обещает сделать аккумуляторы легче и долговечнее.....	39
Новый материал обеспечит твердотельным батареям рекордную проводимость.....	40
Новый аккумулятор для электромобилей заряжается на 450 км за 5 минут .....	42
Прорыв в литий-диоксид углеродных батареях .....	43
Новая батарея выдает мощность в 400 МВт ч благодаря необычной конструкции.....	44
Новый материал для электрода увеличивает плотность энергии аккумуляторов на 40%.....	46
Новый материал для твердотельных батарей увеличивает их энергоёмкость на 50% .....	48
<b>Инновационные решения в энергетике.....</b>	<b>49</b>
Создан генератор электричества, работающий на каплях дождя .....	49
Новый цемент позволит зданиям самим вырабатывать энергию .....	50
Водород из света и отходов .....	52
Искусственный лист размером с марку превращает углекислый газ в топливо .....	54
В Австралии запустили солнечный промышленный парогенератор с аккумулятором из особых графитовых кирпичей .....	55
Как новый дизайн перовскитов подарит нам сверхстабильные солнечные батареи .....	57
Гигантские бетонные шары на дне океана позволят запасать огромные объемы энергии .....	60

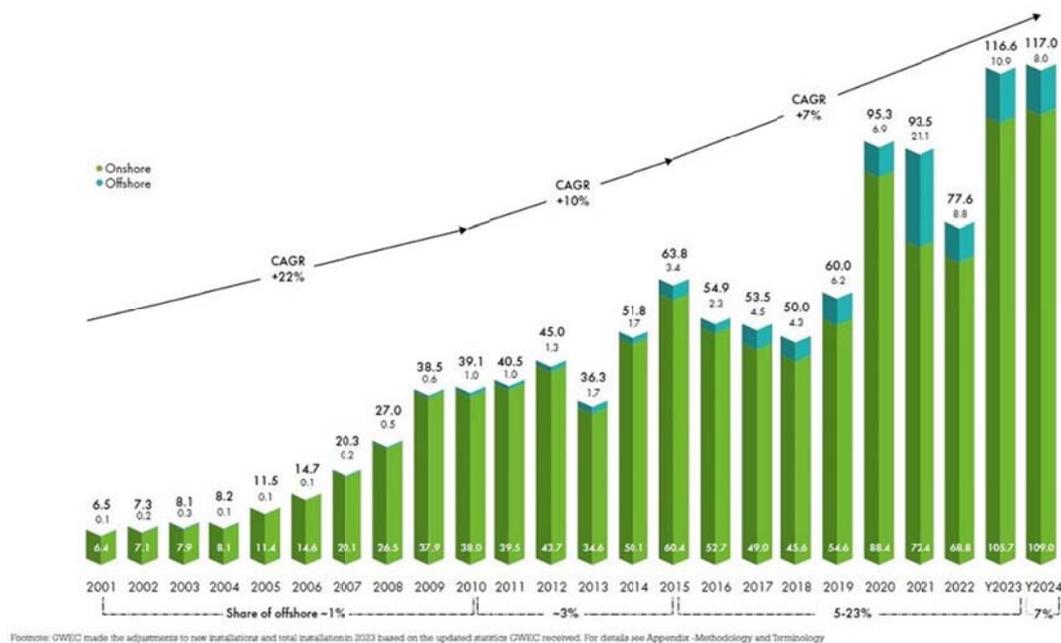
Британские инженеры создали систему для беспроводной  
передачи солнечной энергии с орбиты на Землю..... 62

# Возобновляемая энергетика

## Ветроэнергетика

**В 2024 году в мире добавлено 117 ГВт мощностей ветроэнергетики<sup>1</sup>**

Согласно новому отчету Глобального совета по ветроэнергетике (GWEC), в 2024 году мировая ветроэнергетика установила рекордные 117 ГВт новых мощностей, что чуть больше, чем в 2023 году.



### Развитие ветроэнергетики в мире в 2024 году

<sup>1</sup> Источник: <https://renen.ru/v-2024-godu-v-mire-dobavleno-117-gvt-moshhnostej-vetroenergetiki/>  
Опубликовано 24.04.2025

Согласно отчету GWEC Global Wind Report, в прошлом году было добавлено 109 ГВт мощностей наземной и 8 ГВт морской ветроэнергетики, в результате чего совокупная мощность ветроэнергетики в мире достигла 1136 ГВт.

Согласно докладу, в прошлом году новые ветряные турбины были установлены в 55 странах мира.

На Китай пришлось большая часть установок 2024 года — почти 80 ГВт новых мощностей ветроэнергетики. В первую пятерку также вошли США, Германия, Индия и Бразилия. По состоянию на конец 2024 года эти же пять стран образуют также первую пятерку по общей установленной мощности ветроэнергетики, причем Бразилия обогнала Испанию. Таким образом, три из пяти крупнейших стран по этому показателю – это страны БРИКС.

Согласно отчету, ожидается, что до 2030 года ветроэнергетика будет расти со средним темпом роста 8,8%. Прогнозируемый прирост мощностей составляет: 138 ГВт в 2025 году, 140 ГВт в 2026 году, 160 ГВт в 2027 году, 167 ГВт в 2028 году, 183 ГВт в 2029 году и 194 ГВт в 2030 году.

При этом офшорный сегмент будет расти опережающими темпами: в 2025 году ожидается прирост в 16 ГВт, а в 2030 году – уже 34 ГВт.

## **Представлен ветрогенератор-«звезда» с 11 лопастями<sup>2</sup>**

Компания Missouri General разработала ветряную турбину Freedom II мощностью 2000 Вт, которая генерирует электроэнергию при минимальном ветре.

Преимущества ветрогенератора раскрыл портал ESOticias. В издании описывают ветряную турбину в форме звезды как альтернативу традиционным солнечным панелям для дома.

---

<sup>2</sup> Источник: <https://focus.ua/digital/703459-vmesto-solnechnyh-paneley-predstavlen-vetrogenerator-zvezda-s-11-lopastyami-video> Опубликовано 24.04.2025



Missouri General Freedom II включает 11 лопастей Raptor. Турбина начинает вырабатывать энергию при скорости ветра 9 километров в час. Особая конструкция позволяет лопастям выдерживать ветер до 200 километров в час.

Благодаря горячему погружению и цинкованию ступица турбины защищена от образования ржавчины. Ветрогенератор способен работать непрерывно в течение многих лет, прежде чем потребуются капитальный ремонт или процедуры замены.

### **Особенности лопастей Raptor**

По данным Missouri Wind and Solar, турбина Freedom II использует лопасти Raptor Generation 4. Они изготовлены из революционных композитных материалов на основе углеродного волокна, используемых в авиационной промышленности. Аналогичный материал используется в истребителе F-22 Raptor.

Сообщается, что лопасти Raptor Generation 4 могут прослужить 75 лет под солнцем. Они разработаны, чтобы выдерживать экстремальную жару, отрицательные температуры и высокую скорость вращения.

«Мы протестировали множество лопастей на рынке и пришли к выводу, что наши лопасти Raptor Generation 4 являются лучшими по долговечности, производительности, эстетике и общей стоимости», — подчеркнули в компании.



*Ветряная турбина Missouri General Freedom II*

## **Почему все ветрогенераторы вращаются в одну сторону: случайность или неочевидная причина<sup>3</sup>**

Если смотреть на ветрогенератор в направлении ветра, то его пропеллер будет вращаться по часовой стрелке – это почти неизблемое правило на всех ветряных электростанциях. Правда, только северного полушария: в южном ветряки крутятся в обратную сторону.

Ветрогенераторы в северном полушарии обычно устроены так, чтобы крутиться по часовой стрелке.

По-видимому, изначально это направление было выбрано чисто по наитию, считают специалисты, заставшие начало эры альтернативной энергетики. «Это почти случайность, что ветряные турбины, которые мы видим сегодня, вращаются по часовой стрелке», – цитирует одного издания Guardian.

Примечательно, что во времена ветряных мельниц традиция была обратной: большинство мельниц вращали лопасти против часовой стрелки. Большинство людей правши, и мельникам так было удобнее работать.

### **Сила Кориолиса и сдвиг ветра**

Позже выяснилось, что выбранное направление вращения выгодно с точки зрения эффективности. Ветрогенераторы создают за собой завихрения воздуха: пропеллер, крутящийся по часовой стрелке, создает меньшие завихрения и при этом развивает бóльшую мощность, говорится в исследовании Национальной лаборатории возобновляемых источников энергии США.

Причина в том, что воздух на малой и на большой высоте движется в разном направлении, поэтому под разными углами попадает на лопасть, когда она проходит верхнюю и нижнюю точки круга. При этом ветер вблизи земли более слабый.

Это явление называется сдвигом ветра и связано с силой Кориолиса. Она вызвана вращением Земли и действует на все тела, движущиеся вдоль меридианов, в том числе молекулы воздуха.

---

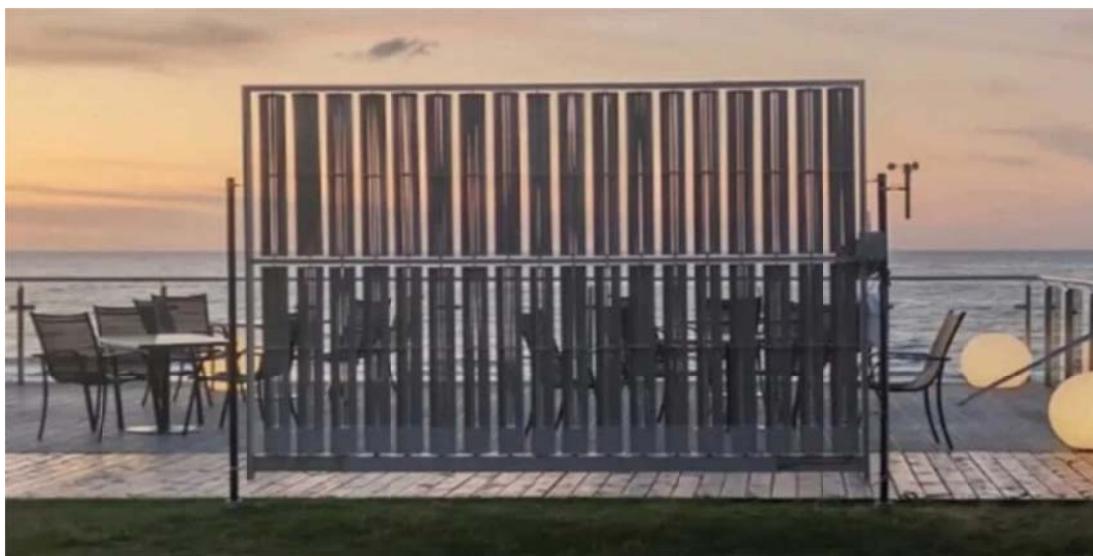
<sup>3</sup> Источник: <https://www.techinsider.ru/technologies/1689037-pochemu-vse-vetrogeneratory-vrashchayutsya-v-odnu-storonu-sluchainost-ili-neochevidnaya-prichina/> Опубликовано 30.04.2025

В южном полушарии сила Кориолиса направлена в обратную сторону и ветрякам выгодно крутиться в обратную сторону.

## **Бесшумная ветряная турбина Vind Panel Wiatrowy выглядит, как забор<sup>4</sup>**

Турбина Vind Panel может вырабатывать энергию даже в условиях слабого ветра, что делает ее подходящей для регионов, ранее считавшихся непригодными для ветроэнергетики.

Ветрогенератор можно устанавливать в различных местах, включая частные владения, сады, крыши, промышленные зоны, автомагистрали, мосты и даже аэропорты. В отличие от солнечных панелей, Vind Panel вырабатывает электроэнергию круглосуточно.



*Ветрогенератор Vind Panel Wiatrowy*

Благодаря высоте от 1 до 4 метров и регулируемой длине Vind Panel может поместиться в компактных помещениях. Десятиметровый забор

---

<sup>4</sup> Источник: <https://focus.ua/digital/704088-besshumnaya-vetryanaya-turbina-vind-panel-wiatrowy-vyglyadit-kak-zabor-cto-v-ney-eshche-osobennogo> Опубликовано 29.04.2025

может генерировать 1 кВт электроэнергии. Соответственно 1000 метров ветряных панелей могут вырабатывать до 100 кВт.

По словам производителя, турбина способна выдерживать сильные ветры без ущерба для безопасности или эффективности.

## **Ветряные электростанции «воруют» ветер друг у друга<sup>5</sup>**

Ветер — кажется, бесконечный и бесплатный источник энергии. Но по мере того как ветряные электростанции множатся по всей Европе, учёные фиксируют неожиданное явление: турбины могут снижать эффективность друг друга. Это называется эффектом следа — и он уже вызывает реальные экономические и юридические споры.

Суть проста: когда турбина вырабатывает энергию, она «забирает» часть кинетической энергии у воздуха. Ветер позади неё становится слабее и более турбулентным. Если дальше по ветру установлены другие турбины, их производительность падает. Так станции, особенно в густонаселённых районах или на морских платформах, начинают «мешать» соседям.

Исследователи предупреждают: в некоторых случаях след от одной станции может тянуться на десятки километров. И хотя это не означает, что ветра станет меньше, плотная установка турбин может серьёзно повлиять на их экономическую эффективность.

Уже сегодня разработчики ветроэнергетики в Северных морях требуют компенсаций за убытки, вызванные влиянием соседних станций. А в Великобритании рассматривается закон, освобождающий операторов от ответственности за подобные последствия.

Специалисты подчеркивают: чтобы достичь целей по снижению выбросов углерода, ветроэнергетику нужно развивать. Но это требует более точных моделей и стратегического планирования — просто ставить больше турбин уже недостаточно.

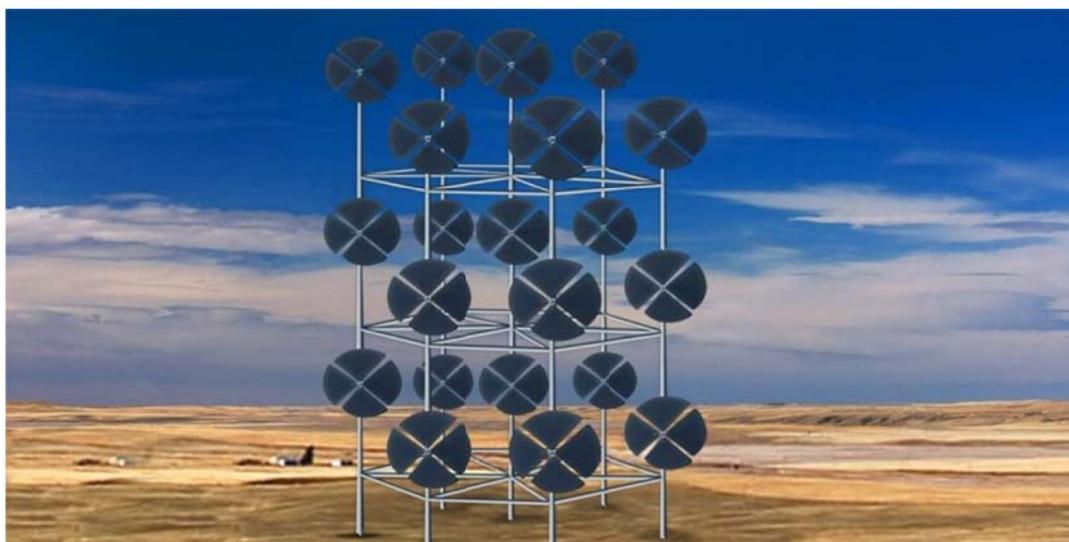
---

<sup>5</sup> Источник: <https://ecosphere.press/2025/05/27/vetryanye-elektrostanzii-voruyut-veter-drug-u-druga/>  
Опубликовано 27.05.2025

## Новый ветрогенератор-стена<sup>6</sup>

Исследователи разработали инновационную стеновую систему ветряных турбин, которая превосходит 100 стандартных ветряных турбин по выработке электроэнергии.

Об этом пишет ESOticias. В основе новой конструкции лежит метод, ориентированный на тягу. Для генерации энергии система активирует механику сопротивления, а не подъемную механику, что делает ее эффективнее стандартных ветряных турбин.



Сообщается, что мощность «стены» из ветряных турбин может сравниться со 100 обычными ветрогенераторами. Такие системы могут генерировать электроэнергию при минимальных скоростях ветра.

### Альтернатива солнечным панелям

Как отмечают в издании, за счет революционного дизайна «стена» из турбин может составить значительную конкуренцию солнечным панелям. Ветрогенераторы менее зависят от погоды и могут вырабатывать энергию в таких условиях как дождь или облачность.

---

<sup>6</sup> Источник: <https://focus.ua/digital/704539-kak-100-vetryanyh-turbin-vetrogenerator-stena-unichtozhit-solnechnye-paneli> Опубликовано 2.05.2025

Кроме того, стеновая ветряная конструкция занимает меньше места, поэтому может вырабатывать больше электроэнергии, чем солнечные панели на эквивалентной площади. Это делает ее подходящей для городских условий.

Технология также может быть полезна в удаленных местах, сельских общинах и при ликвидации последствий стихийных бедствий.

## **Ветряки в некоторых странах станут практически бесполезными<sup>7</sup>**

В то время как «зеленая» энергетика активно развивается, климатические процессы могут серьезно ослаблять ее потенциал. На Ближнем Востоке ослабление ветров может и вовсе подорвать развитие ветроэнергетики.

Побережье Красного моря — один из немногих регионов, где потенциал ветра останется высоким. Ближний Восток активно инвестирует в «зеленую» энергетику, включая ветровые электростанции. Однако новые проекты могут оказаться менее эффективными из-за изменений климата, пишет Phys.org.

Ученые из Германии и Израиля смоделировали поведение ветров в регионе до 2070 года. Выяснилось, что у поверхности земли ветры усилятся на 0,7 м/с из-за роста контраста температур между сушей и морем. На высоте турбин, около 150 м, прогнозируется ослабление ветров на большей части ближневосточного региона. Это связано с трансформацией Персидского ложа — ключевой климатической системы, определяющей летнюю погоду.

Потери энергии могут достигать 7 ГДж за шесть часов — это довольно много для ветроэнергетики. «Игнорирование разницы ветровых потоков на разных высотах ведет к ошибкам в оценке потенциала ветроэнергетики», — отмечает соавтор исследования, доктор Ассаф Хохман. Климатологи рекомендуют учитывать высотные изменения ветра при проектировании турбин, а также адаптировать энергетические стратегии к новым климатическим реалиям.

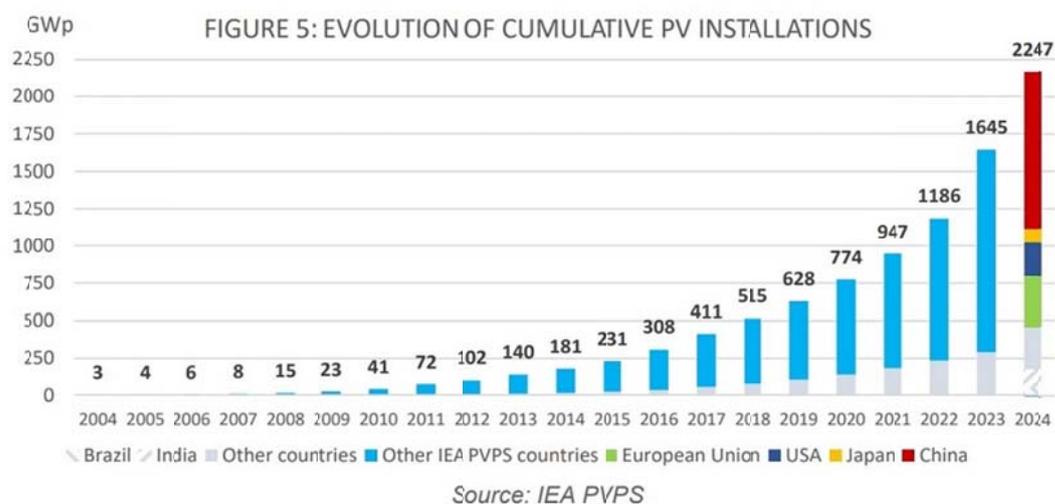
---

<sup>7</sup> Источник: <https://ecoportal.su/news/view/129201.html> Опубликовано 1.06.2025

## Солнечная энергетика

### Установленная мощность солнечной энергетики в мире превысила 2,2 ТВт в 2024 году<sup>8</sup>

IEA PVPS, программа по фотоэлектрическим системам (PVPS) Международного энергетического агентства (МЭА), опубликовала очередной ежегодный доклад о развитии солнечной энергетики “Snapshot of Global PV Markets 2025”.



### Солнечная энергетика в мире

В прошлом году в мире было установлено «как минимум» 554 ГВт (постоянного тока) новых мощностей фотоэлектрической солнечной энергетики, но эта цифра может вырасти до 601,9 ГВт. То есть IEA PVPS приводит не одну цифру прошлогодних вводов, а интервал, поскольку есть неопределенность, могут появиться новые данные, и в разных странах дан-

<sup>8</sup> Источник: <https://renew.ru/ustanovlennaya-moshhnost-solnechnoj-energetiki-v-mire-prevysila-2-2-tvt-v-2024-godu/> Опубликовано 15.04.2025

ные могут публиковаться в единицах либо переменного, либо постоянного тока, что может давать ошибки при пересчете. Напомню, по оценке BNEF, в 2024 году ввод солнечных мощностей составил 599 ГВт (постоянного тока).

Согласно новому докладу IEA PVPS, общая установленная мощность солнечной энергетики в мире превысила 2,2 ТВт по итогам 2024 года.

Китай по-прежнему остается крупнейшим рынком с большим отрывом. В 2024 году в стране было введено в строй до 357,3 ГВт солнечных мощностей (постоянного тока), что составляет примерно 60% от общемировых вводов, а установленная мощность фотоэлектрической солнечной энергетики КНР превысила 1000 ГВт.

За пределами Китая в прошлом году было добавлено 244,6 ГВт, лидерами стали Европейский союз (62,6 ГВт), США (47,1 ГВт) и Индия (31,9 ГВт).

Неожиданно Пакистан вошел в число крупнейших рынков, установив 17 ГВт солнечных мощностей, и заняв четвертое место в мире по этому показателю.

Бразилия ввела в эксплуатацию 14,3 ГВт мощностей солнечных электростанций.

В 2024 году 34 страны установили более 1 ГВт новых солнечных мощностей; и в 23 странах установленная мощность солнечной энергетики превысила 10 ГВт.

На солнечную генерацию пришлось более 75% всех новых мощностей возобновляемой энергетики, установленных в мире в 2024 году.

IEA PVPS сообщает, что фотоэлектрическая солнечная энергетика впервые покрыла 10% мирового потребления электроэнергии. Согласно ранее опубликованным данным Ember, доля солнца в мировой выработке электроэнергии составила 6,9%, что больше похоже на правду.

Авторы также сообщают, что сегодня в мире уже более 25 стран, в которых солнечная энергетика может покрывать более 10% потребления электроэнергии. В 2022 году таковых было всего девять.

Среди государств на первое место по установленной мощности солнечной энергетики на душу населения вышли Нидерланды (1547 Вт), на втором месте Австралия (1448 Вт), на третьем Германия (1198 Вт).

## Китайские роботы-уборщики повышают эффективность ФЭС в Узбекистане<sup>9</sup>

Китайская компания Dongfang Electric Group International Cooperation Co., Ltd, базирующаяся в городе Чэнду провинции Сычуань на юго-западе страны, недавно сообщила, что свыше 450 произведенных ей роботов с поддержкой искусственного интеллекта (ИИ) уже проработали более 3,6 млн часов на фотоэлектрической станции (ФЭС) в Самаркандской области Узбекистана после ее подключения к энергосистеме в апреле 2024 года, передает Синьхуа.

Эти роботы, эксплуатируемые указанным предприятием, в основном предназначены для очистки поверхностей фотоэлектрических панелей, установленных на территории вышеупомянутой ФЭС площадью 4,5 млн кв. м, в целях повышения эффективности работы панелей и их срока службы, а также для обеспечения поступления чистой энергии на местные электросети и системы накопления энергии.

Еще при анализе осуществимости данного проекта в Самаркандской области было установлено, что зимой толщина снежного покрова на территории ФЭС может достигать одного метра, а весной коэффициент покрытия песчаной пылью составляет 70%, поэтому каждый уборщик должен ежедневно пешком преодолевать расстояние в 10 км для своевременной очистки заваленных снегом или занесенных пылью панелей при ручном труде. Таким образом, для управления этой ФЭС потребовалось бы больше издержек по сравнению с управлением ФЭС в других климатических условиях, вспомнил менеджер проекта.

С учетом подобных трудностей сотрудники китайской корпорации специально для этого проекта разработали роботов с ИИ, способных к очистке фотоэлектрических панелей. С помощью модели машинного обучения, основанной на огромном количестве данных о климате и об окружающей среде Узбекистана, такой робот превратился в «умного инженера», прекрасно знакомого с местными метеорологическими особенностями.

В одну из февральских ночей 2024 года, когда бушевала сильная метель, роботы впервые приступили к расчистке снега, выпавшего на панелях этой электростанции. С их помощью скорость уборки снега увеличилась в 17 раз по сравнению с ручным трудом.

---

<sup>9</sup> Источник: <https://silkroadnews.org/ru/news/kitayskie-roboty-uborshchiki-povyshayut-effektivnost-fes-v-uzbekistane> Опубликовано 18.04.2025

Когда температура воздуха достигает определенных градусов по Цельсию, а снежный покров – определенной толщины, робот запускает процесс реагирования на аварийные ситуации и в полном автономном режиме контролирует температуру нагрева и угол наклона панелей. Применение таких роботов может заменить 12 тыс. рабочих рук по уборке снега в год, при этом энергопотребление составляет всего треть от показателя при традиционном методе уборки снега с помощью электрической системы нагрева.

Весной, когда сильный ветер вздымает пыль на территории электростанции, роботы динамически регулируют частоту очистки в зависимости от скорости ветра с низким энергопотреблением. В случае, если уровень концентрации твердых частиц PM10 в воздухе превышает заданное значение, роботы своими щетками выметают трудноочищаемые песчинки со стандартной скоростью. Посредством этих устройств эффективность выработки электроэнергии в целом поднялась на 26% по сравнению с эффективностью выработки электроэнергии, достигнутой при традиционной ручной уборке.

Примечательно, что эти роботы-уборщики умеют накапливать данные о снежных бурях и об отложениях песка, самостоятельно анализировать их и определять стратегии очистки на основе прогнозов погоды. В связи с этим суточная выработка электроэнергии этой ФЭС увеличилась на 11%, чем ожидалось.

Кроме того, роботы с ИИ могут проводить ночную обходную проверку фотоэлектрических панелей. В ходе патрулирований они способны выявлять неисправность компонентов панелей путем сопоставления с историческими параметрами и выпускать соответствующее предупреждение, благодаря чему частота внезапных повреждений сократилась на 81% за прошедшие два года.

Ссылаясь на данные, один из инженеров проекта отметил, что эти роботы-уборщики способствовали заметному росту среднегодовой рентабельности этой электростанции.

Согласно статистике, с момента ввода в эксплуатацию эта ФЭС в Самаркандской области эффективно удовлетворила потребности 260 тыс. домохозяйств в Узбекистане в электроэнергии и сократила выбросы углекислого газа примерно на 230 тыс. тонн в год.

## На 375% мощнее обычных: в Китае создали необычайно эффективный солнечный генератор<sup>10</sup>

Ученые из Наньчанского университета, Университета Сучжоу и Нанкинского университета в Китае разработали новый класс органических фототермических сокристаллов, которые значительно повышают эффективность солнечных термоэлектрических генераторов (СТЭГ).

Об этом пишет Interesting Engineering. Как отмечают в издании, фототермические материалы, такие как соединения на основе углерода, оксиды металлов, полимеры и материалы с фазовым переходом, считаются перспективными решениями для создания температурных градиентов, необходимых для эффективного преобразования энергии.

Китайские исследователи совершили прорыв в этой области, используя радикал с открытой оболочкой Br<sub>2</sub>NDA в качестве акцептора электронов для разработки и синтеза сокристалла с фототермическим переносом заряда — коронена-Br<sub>2</sub>NDA (CBC).

При смешивании коронен и Br<sub>2</sub>NDA самоорганизуются в игольчатые микроотверстия с помощью простого метода на основе раствора, образуя высококристаллическую структуру с исключительными возможностями поглощения света и преобразования тепла.

По словам аспиранта Шэн Чжо, сокристалл CBC достиг температуры 86 градусов по Цельсию за считанные секунды под воздействием 808-нанометрового ближнего инфракрасного света. Он также достиг эффективности фототермического преобразования (PCE) 67,2%, что превосходит многие другие материалы.

Для проверки возможностей технологии в реальных условиях ученые внедрили сокристалл CBC в прозрачную смолу, чтобы сформировать фототермические чернила, которые затем были нанесены на поверхность термоэлектрического генератора.

При имитации солнечного облучения генератор с покрытием CBC достиг температуры 70,3 градуса по Цельсию и выдал выходное напряжение 209 мВ, что на 375% больше по сравнению с генератором без покрытия.

Исследователи также продемонстрировали возможность отправлять закодированные сигналы, такие как код Морзе, через ближний инфракрас-

---

<sup>10</sup> Источник: <https://focus.ua/digital/703310-na-375-moshchnee-obychnyh-v-kitae-sozdali-neobychno-effektivnyy-solnechnyy-generator> Опубликовано 23.04.2025

ный (БИК) свет. Это значит, что технологию можно использовать в бесконтактной передаче данных, носимых системах шифрования и адаптивной электронике.

## **Мировой рекорд: китайская солнечная батарея заработала с эффективностью почти 35%<sup>11</sup>**

Двухтерминальный кристаллический кремний-перовскитный тандемный солнечный элемент, разработанный китайской компанией Longi, достиг эффективности преобразования 34,85%. Национальная лаборатория возобновляемой энергии Министерства энергетики США (NREL) подтвердила это.

Об этом сообщает СМИ [interestingengineering.com](https://interestingengineering.com).

Кристаллические кремний-перовскитные тандемные солнечные панели могут похвастаться теоретическим пределом эффективности 43%, что намного превышает предел Шокли-Квайссера (SQ) для однопереходных солнечных батарей — 33,7%.

Благодаря недавнему прорыву Longi побила собственные рекорды как в однопереходных кристаллических кремниевых солнечных элементах, так и в тандемных кристаллических кремниевых-перовскитных солнечных элементах. Компания утверждает, что достигла нового уровня эффективности в 34,85%.

Новая ячейка основана на стратегии пассивации двухслойного интерфейса, которая максимизирует как перенос электронов, так и блокировку дырок. Это достигается за счет включения тонкого слоя фторида лития (LiF) и осаждения молекул этилендиаммонийдиодида с короткой цепью (EDA1).

Более толстый слой LiF может помочь улучшить пассивацию, но сопровождается значительными нежелательными потерями сопротивления. А молекула EDA1 может химически пассивировать непассивированные области, которые не контактируют со слоем LiF, образуя наномасштабные

---

<sup>11</sup> Источник: <https://focus.ua/digital/703153-mirovoy-rekord-kitayskaya-solnechnaya-batareya-zarabotala-s-effektivnostyu-pochti-35290> Опубликовано 22.04.2025

локализованные контакты на границе перовскита/С60, что может обеспечить оптимальный компромисс между пассивацией и извлечением заряда.

Компания значительно снизила стоимость вытягивания кристаллов за счет использования новых процессов, таких как большой заряд, высокая скорость вытягивания и многократное вытягивание кристаллов, поддерживающих технологию улучшения оборудования, а также внедрение новых материалов и автоматической системы управления.

Теперь с помощью автоматизации производства можно повысить эффективную производственную мощность, улучшив последовательность процесса выращивания кристаллов. Для управления монокристаллической печью используются интеллектуальные средства автоматизации, что снижает вмешательство человека в процесс выращивания кристаллов.

## **В Швейцарии заработала первая солнечная электростанция на рельсах<sup>12</sup>**

Стартап Sunways ввел в эксплуатацию съемные солнечные панели на 100-метровом участке действующей железнодорожной линии в западной Швейцарии. Между рельсами расположены 48 фотоэлектрических модулей общей мощностью 18 кВт. Ожидается, что панели будут вырабатывать в год 16 МВт ч чистой электроэнергии, не занимая лишнего места. С 28 апреля над солнечными модулями начали ходить поезда.

В октябре прошлого года Федеральное управление транспорта Швейцарии выдало компания Sunways разрешение на установку и испытание между рельсами железнодорожных путей съемных фотоэлектрических панелей. Эксперименты с опытной установкой должны продлиться три года, за которые эксперты оценят производительность панелей, загрязнение поверхности, воздействие проходящих сверху поездов на фотоэлементы и всей системы — на инфраструктуру железной дороги.

48 солнечных панелей, каждая из которых вырабатывает 385 Вт энергии, установили в коммуне Валь-де-Траверс кантона Невшатель. Электрические соединения интегрированы в панели, а система очистки

---

<sup>12</sup> Источник: <https://hightech.plus/2025/04/28/v-shveicarii-zarabotala-pervaya-solnechnaya-elektrostantsiya-na-reisah> Опубликовано 28.04.2025

цилиндрическими щетками в конце поезда поддерживает панели в чистоте. Для установки панелей механическим способом компанией Scheuchzer была разработана специальная машина. Она кладет около 1000 м<sup>2</sup> солнечных панелей всего за несколько часов, что делает процесс быстрым и экономически эффективным.



Как сообщает IЕ, международная исследовательская группа провела недавно техническую и экономическую экспертизу жизнеспособности установки фотоэлектрических систем между или вдоль железнодорожных путей в сельской местности. Их выводы показывают, что, несмотря на скептицизм, такие проекты не только технически осуществимы, но и могут иметь большой коммерческий потенциал.

Однако нельзя упускать из виду и две основные проблемы, которые могут ограничить производительность солнечных панелей, установленных на железнодорожных путях или вблизи них: сильное загрязнение и интенсивное механическое напряжение, вызванное проходящим над ними поездом. Оба фактора могут значительно снизить выработку энергии и сократить общий срок службы системы, что ставит под сомнение жизнеспособность таких установок в долгосрочной перспективе.

Тем не менее, основатель Sunways Йозеф Скудери уверен в огромном потенциале системы. По его мнению, в будущем солнечные модули смогут почти на 100% обеспечивать железнодорожный транспорт электричеством в дневное время суток. С одного километра железных дорог страны можно получать до 180 кВт, до 1 ТВт ч — в масштабе всей Швейцарии.

Скудери собирается распространить эту модель как минимум за пределы Альп, планируя в ближайшие годы нацелиться на Германию, Австрию, Италию, США и Азию.

## Пластиковые зеркала снижают стоимость солнечной тепловой энергии на 40%<sup>13</sup>

Австралийские исследователи нашли способ удешевить солнечную тепловую энергию на 40% с помощью пластиковых зеркал, изначально созданных для автомобилей. Благодаря особому отражающему покрытию они не отличаются от стеклянных. Технология подойдет для процессов, требующих температур от 100 до 400°C: сушки урожая, пищевого производства, текстильной и химической промышленности. Пилотный проект с двумя установками по 16 зеркал уже готов к тестированию на винодельческом предприятии.



Солнечная тепловая (концентрированная) и обычная (фотоэлектрическая) энергия получают энергию от солнца, но делают это по-разному. Тепловые системы улавливают солнечное тепло, а не свет. Они используют зеркала, чтобы сфокусировать солнечные лучи на приемнике и превратить солнечное излучение сразу в тепло — для отопления домов, воды или в промышленности.

Команда из Университета Южной Австралии разработала пластиковые зеркала, предназначенные для автомобилей. Они не бьются, на 50% легче стеклянных, и проще в проектировании и сборке. В основе — обычный пластик, но с особым покрытием, которое делает его таким же отражающим, как обычное зеркало.

В рамках пилотного проекта будут протестированы две установки, каждая из которых состоит из 16 зеркальных панелей с многослойным

---

<sup>13</sup> Источник: <https://hightech.plus/2025/05/20/plastikovie--zerkala-snizhayut-stoimost-solnechnoi-teplovoy-energii-na-40> Опубликовано 20.05.2025

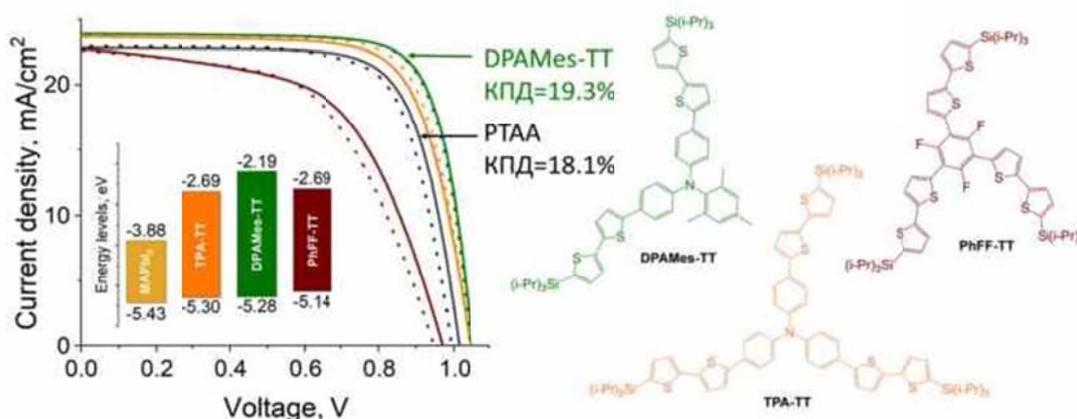
алюминиево-кремниевым покрытием. Система будет генерировать тепловую энергию при высоких температурах. Испытания пройдут в австралийском центре инноваций в винодельческом производстве.

Тепло в промышленных процессах потребляет 25% мировой энергии и генерирует 20% глобальных выбросов CO<sub>2</sub>. Подобные разработки могут удовлетворить эти потребности без большой нагрузки на окружающую среду.

В прошлом году похожий проект реализовали в Китае. Там вокруг двух башен концентрическим кругами установили 30 000 зеркал. Эти зеркала могли следить за солнцем и направлять свет на любую из башен, что повысило эффективность на 24%.

## Физики увеличили срок службы солнечных батарей<sup>14</sup>

Группа ученых, куда вошли исследователи МФТИ, изучила молекулы на основе амина для перовскитных солнечных элементов. Работа открывает новые возможности для создания долговечных и эффективных солнечных батарей, пишет Naked Science.



<sup>14</sup> Источник: <https://eenergy.media/news/32028> Опубликовано 5.06.2025

Характерные J-V кривые для устройств на основе разработанных молекул ДТС. (вставка: энергетическая диаграмма ВЗМО и НСМО в соответствии с применяемым перовскитом MAPbI<sub>3</sub>). Молекулярные структуры разработанных материалов (справа) / © Предоставлено авторами, пресс-служба МФТИ

Результаты опубликованы в журнале RSC Advances. Перовскитные солнечные элементы с архитектурой n-i-p имеют слоистую структуру: прозрачный электрод, выполняющий роль катода; слой, который транспортирует электроны к катоду — электрон-транспортный слой. Чаще всего состоит из оксидов металлов TiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub> или ZnO.

Далее идет перовскитный слой, в котором происходит поглощение света. Затем слой, который транспортирует дырки к аноду — дырочно-транспортный слой. Чаще всего он состоит из органических молекул, например, РГАА — молекула из семейства поли(триарил)аминов. И, наконец, металлический электрод, который выполняет функцию анода.

При поглощении света перовскиты создают электронно-дырочные пары (экситоны). Под действием внешнего электрического поля эти пары разделяются на электроны и дырки. Электроны движутся к электрон-транспортному слою, который эффективно собирает электроны и доставляет к катоду. Дырки движутся к дырочно-транспортному слою, который направляет их к аноду. Электроны на катоде и дырки на аноде формируют электрический ток, который передается во внешнюю цепь. Коэффициент полезного действия перовскитных солнечных элементов достигает 26%. Такой высокий показатель эффективности получается за счет добавления допантов, что ухудшает стабильность работы дырочно-транспортного слоя.

«Часто в качестве дырочно-транспортных материалов используются полимеры, например, РГАА или малые молекулы Spiro-OMeTAD, но для их эффективной работы требуется дополнительное легирование. К сожалению, это негативно отражается на сроке службы солнечных батарей. В данной работе мы попытались найти такие структуры материалов, которые не требуют дополнительного легирования для эффективной работы», — рассказал Илья Мартынов, старший научный сотрудник лаборатории двумерных материалов и наноустройств Центра фотоники и двумерных материалов МФТИ.

Ученые поставили перед собой цель разработать долговечные и эффективные материалы для транспортировки дырок в перовскитных солнечных элементах.

Для этого физики синтезировали молекулы, обеспечивающие стабильную транспортировку. Проблема заключалась в оптимизации молеку-

лярной структуры для улучшения подвижности носителей и уменьшения дефектов на границе слоев.

Физики получили три звездообразные малые молекулы DPAMes-TT, TPA-TT (на основе трифениламина) и PhFF-TT (на основе трифторбензола). Эффективность полученных молекул сравнивалась с параметрами PTAА, широко применяемого в перовскитных солнечных элементах.

«Молекулярный дизайн звездообразных молекул позволил получить ряд преимуществ по сравнению с линейными. Например, увеличенный транспорт заряда за счет улучшенного  $\pi$ - $\pi$  взаимодействия и увеличенной кристалличности пленки», — объяснил Илья Мартынов.

Ученые исследовали физико-химические свойства созданных молекул, такие как уровни энергии высшей занятой молекулярной орбитали и низшей свободной молекулярной орбитали, термическую стабильность, подвижность дырок. Результаты исследования показали, что молекулы DPAMes-TT и TPA-TT имеют глубоко лежащие уровни ВЗМО, которые хорошо соответствуют зоне проводимости перовскитного материала, узкие запрещенные зоны, они склонны к самоупорядочению в растворах и высокой кристалличности в пленках, что обеспечивает высокую подвижность носителей зарядов. Все молекулы стабильны при температурах выше 470°C, что превосходит PTAА (300–400°C). Все синтезированные материалы показали подвижность дырок почти на порядок выше, чем у PTAА.

«Такая рекордная стабильность обуславливается высокой термической стабильностью молекул, низкой дефектностью и высоким качеством формируемого интерфейса, в том числе за счет пассивации границы перовскитного слоя», — пояснила Марина Теплякова, старший научный сотрудник Сколтеха.

Физики использовали новые молекулы в изготовлении перовскитных солнечных элементов и измерили их фотоэлектрические параметры и стабильность. В результате ученые выделили две молекулы DPAMes-TT и TPA-TT. Они обеспечили высокую эффективность более 19% без добавления допантов и стабильность более 90% начальной эффективности после 1200 ч испытания солнечной ячейки, превосходя традиционную с PTAА, показавшую КПД всего 18,1% и менее 40% от начальной эффективности при тех же условиях эксперимента.

Ученые предполагают, что использование молекулы DPAMes-TT в перовскитных солнечных батареях приблизит их коммерциализацию и позволит создавать эффективные солнечные панели для энергоснабжения зданий. Кроме того, разработанные молекулы перспективны для возможного использования их в органических светодиодах и датчиках освещенности или фотодетекторах.

«Мы планируем продолжать работы по оптимизации молекулярной структуры для достижения еще лучших параметров как в эффективности устройств, так и их эксплуатационной стабильности. Кроме того, коллеги оптимизируют методы синтеза для масштабирования объемов производства органических полупроводниковых материалов», — поделился Александр Аккуратов, заведующий лаборатории фоточувствительных и электроактивных материалов, ФИЦ ПХФимХ РАН.

В работе участвовали ученые из Центра фотоники и двумерных материалов МФТИ, Сколтеха, Федерального исследовательского центра проблем химической физики и медицинской химии РАН, Исследовательского центра новых технологий XPRANCEO (ОАЭ) и Ереванского государственного университета (Армения).

## **К вопросу качества солнечных панелей<sup>15</sup>**

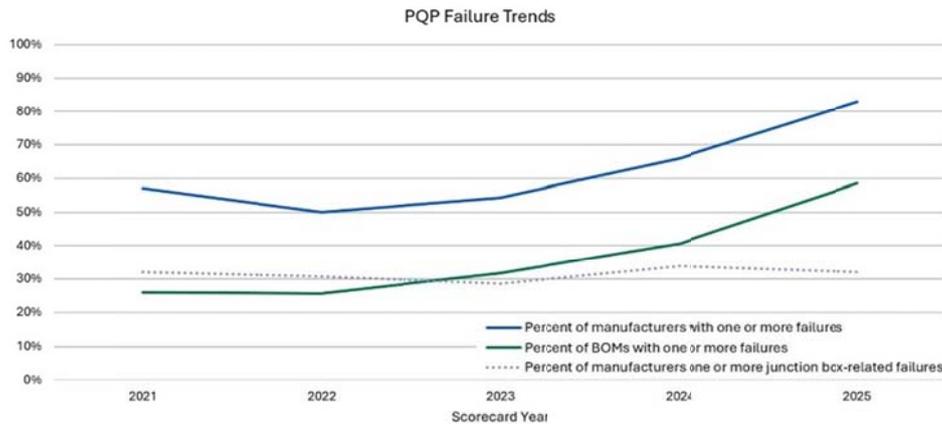
Независимая лаборатория Kiwa PVEL опубликовала свою 11-ю карту надежности фотоэлектрических модулей (PV Module Reliability Scorecard 2025).

Система оценок Kiwa PVEL основана на результатах строгой Программы квалификации продукции (PQP) — всеобъемлющего набора ускоренных стресс-тестов, имитирующих работу в полевых условиях в течение десятилетий, включая термоциклирование, влажное тепло, последовательность механических напряжений и деградацию, вызванную потенциалом (PID).

В отчете 50 производителей названы «показавшими лучшие результаты» (Top Performers) в одной или нескольких категориях испытаний (более 300 моделей солнечных панелей).

---

<sup>15</sup> Источник: <https://renew.ru/k-voprosu-kachestva-solnechnyh-panelej/> Опубликовано 4.06.2025



PQP failure rates as reported in past Scorecards.

Тем не менее, исследование 2025 года также выявило тревожную тенденцию: у 83% производителей протестированных модулей был зафиксирован как минимум один отказ при испытаниях, что является самым высоким показателем за всю историю. В прошлогоднем отчете таких было 66%.

Кроме того, в разрезе «спецификации материалов» (bill of materials — BOM) 59% спецификаций не прошли как минимум 1 тест (в прошлом году 41%).

Основными причинами были отказы во время тестов последовательности механических напряжений (MSS) и на устойчивость к граду (HSS). Согласно отчету, потери мощности после этих тестов продолжают оставаться минимальными, но частота поломок модулей как в случае MSS, так и HSS возросла [не исключая, что это может быть вызвано увеличением размеров (площади) солнечных панелей].

Основные поломки связаны именно с MSS и HSS (то есть с механическими воздействиями), однако сохраняются и другие факторы, такие как расслоение, потеря мощности и проблемы, связанные с распределительной коробкой.

По данным Kiwa PVEL, в карте 2025 года только 21 модель (из более чем 300) получила наивысший рейтинг по всем тестам на надежность, а именно: термоциклированию (TC), влажному теплу (DH), MSS и HSS, PID и светоиндуцированной деградации (LID) + деградации под воздействием света и повышенной температуры (LETID).

Из этой 21 модели только 3 показали наилучшие результаты в PAN-тестировании, результаты которого основаны на данных высокоточных

измерений, моделирующих работу фотоэлектрических модулей при различных температурах, освещенности и углах падения света.

Лучшими производителями (показали лучшие результаты в 7 тестах) стали JinkoSolar, Phono, ZNShine Solar, Talesun, VSUN, Jolywood, Waare (Индия), NE Solar, Tongwei.

«Быстрые темпы инноваций в области фотоэлектрических модулей обнадеживают, и здорово видеть, что всё больше продуктов получают статус Top Performer», — сообщил вице-президент по продажам и маркетингу Kiwa PVEL Тристан Эрион-Лорико. «Однако мы продолжаем предостерегать покупателей от предположения, что все модули созданы равными. Наши испытания продолжают выявлять значительную изменчивость в производительности и долгосрочной надёжности. Scorecard остаётся важным инструментом для навигации по этим различиям, помогая группам закупок принимать разумные решения, учитывающие риски».

# Традиционная энергетика

## Интеграция гидроэнергетики с возобновляемыми источниками энергии: вызовы, инновации и перспективы<sup>16</sup>

Атле Харби

Сегодня гидроэнергетика является крупнейшим источником возобновляемой энергии в мире, обеспечивая больше электроэнергии, чем солнечная и ветровая генерация вместе взятые. Согласно прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА), к 2050 г. объем производства гидроэнергии может удвоиться. Главная роль гидроэнергетики в будущем — способствовать интеграции переменных возобновляемых источников, таких как ветер и солнце, в энергосистему.

Массовый переход от ископаемого топлива к возобновляемым источникам требует эффективных решений для балансировки и хранения энергии — от секундных масштабов до дней, недель и даже сезонов. Эти решения должны быть основаны на системных потребностях, учитывать рыночные условия и опираться на оптимальное планирование производства.

### Уникальная гибкость гидроэнергетики

Одним из наиболее существенных преимуществ гидроэнергетики является ее гибкость, которая позволяет быстро реагировать на изменения спроса и имеет важное значение для поддержания надежности системы. Эта способность позволяет гидроэнергетике компенсировать колебания в подаче электроэнергии, что приводит к более стабильной сети.

Одним из важнейших преимуществ гидроэнергетики является её высокая гибкость, позволяющая оперативно реагировать на изменения в энергопотреблении. Эта особенность играет ключевую роль в обеспечении надёжности энергосистемы. Гидроэлектростанции способны быстро уве-

---

<sup>16</sup> Источник: Atle Harby. Integrating renewables with hydropower: challenges, innovation and the path ahead / <https://www.waterpowermagazine.com/analysis/integrating-renewables-with-hydropower-challenges-innovation-and-the-path-ahead/> Опубликовано 8.04.2025

личивать производство электроэнергии в периоды повышенного спроса, а также компенсировать снижение генерации из переменных источников — например, при слабом ветре или ночью, когда солнечная генерация отсутствует. Такая оперативность позволяет стабилизировать энергоснабжение, предотвращать отключения и эффективно интегрировать возобновляемые источники в сеть без риска для её устойчивости.

Кроме того, гидроэнергетика предоставляет уникальные возможности для долгосрочного хранения энергии. В отличие от аккумуляторных батарей, которые в основном предназначены для краткосрочной балансировки энергосистемы, гидроэнергетические системы способны аккумулировать энергию в течение нескольких недель или даже месяцев, что делает их незаменимыми для решения задач сезонной балансировки. Это особенно важно для регионов, где наблюдаются значительные сезонные колебания выработки энергии из возобновляемых источников, таких как ветер и солнце. В таких условиях водохранилища могут служить эффективными долгосрочными энергетическими хранилищами. На сегодняшний день гидроаккумулирующие электростанции составляют более 90% всех систем хранения энергии, подключённых к электросетям.

Основной неиспользованный потенциал гидроэнергетики в мире сосредоточен в Азии, Латинской Америке и Африке, хотя определённые возможности остаются и в Европе, и в Северной Америке. При этом в Европе и Северной Америке значительная часть гидроэлектростанций уже устарела и требует обновления — путём реконструкции, расширения и модернизации. Важно воспользоваться этой возможностью, чтобы адаптировать гидроэнергетику к будущим рыночным условиям, сделать её более устойчивой и повысить уровень общественного одобрения.

### **Проблема экологической устойчивости**

Несмотря на многочисленные преимущества, развитие гидроэнергетики сталкивается с рядом проблем. Одной из наиболее острых является её влияние на речные экосистемы, биоразнообразие и местные сообщества. Плотины и водохранилища могут изменять естественные потоки воды, влиять на миграцию рыб и изменять схемы переноса осадков, что приводит к долгосрочным экологическим последствиям.

Во многих странах были внедрены экологические нормы, направленные на смягчение этих воздействий, при этом позволяя гидроэнергетике продолжать вносить вклад в энергетический переход. Например, в Норвегии действуют нормы, согласно которым определённое количество воды всегда должно оставаться в реках для сохранения биоразнообразия. Хотя

такие меры способствуют защите водных экосистем, они могут снизить гибкость гидроэлектростанций в управлении выработкой электроэнергии. В свою очередь, новые требования по обеспечению миграции рыб привели к необходимости инвестировать в рыбоходы и обводные каналы, чтобы обеспечить безопасный проход рыб мимо гидроэнергетических сооружений.

В Европе Директива о водных рамочных соглашениях устанавливает строгие требования к управлению водными ресурсами, влияя на процесс разработки и эксплуатации гидроэнергетических проектов. Аналогичные экологические стандарты в США и Канаде направлены на обеспечение баланса между производством энергии и сохранением природных ресурсов. Эти нормы подчеркивают важность устойчивой эксплуатации гидроэлектростанций при сохранении энергетической безопасности.

### **Достижение правильного баланса**

Одним из ключевых вопросов, стоящих перед гидроэнергетикой, является поиск способов производства гидроэнергии высокой мощности при минимальном воздействии на окружающую среду. Решение этого вопроса заключается в применении инновационных подходов и использовании новых технологий.

Более точные оценки экологического воздействия могут помочь определить оптимальные места для новых гидроэнергетических объектов, обеспечив минимальное нарушение экосистем. Модернизация существующих гидроэлектростанций также открывает значительные возможности для повышения эффективности без необходимости строительства новых крупных плотин. Обновление турбин, улучшение методов управления водными ресурсами и интеграция цифровых систем мониторинга могут значительно повысить производственные мощности, сохраняя при этом экологическую целостность.

Критически важным фактором для будущего гидроэнергетики является предсказуемость экологических норм и условий для инвестирования. Проекты в сфере гидроэнергетики являются долгосрочными инвестициями, часто с эксплуатационными сроками более 50 лет. Неопределённые или часто меняющиеся правила могут создать трудности для операторов и инвесторов, что в свою очередь может замедлить переход к более возобновляемой системе электроснабжения.

Чёткая и предсказуемая экологическая политика на национальном уровне имеет решающее значение для обеспечения устойчивого развития. Такая политика должна определять пути расширения гидроэнергетики с

сохранением экологического баланса и предлагать стабильные условия для долгосрочных инвестиций как в новые проекты, так и в модернизацию существующих объектов.

### **Будущее гидроэнергетики**

Заглядывая в будущее, можно уверенно сказать, что гидроэнергетика останется краеугольным камнем перехода к чистой энергии, однако её успех будет зависеть от способности сбалансировать производство электроэнергии с заботой об окружающей среде. Несколько ключевых факторов сформируют будущее гидроэнергетики на международной арене:

- Расширение сотрудничества между политиками, учеными и заинтересованными сторонами отрасли: общее понимание преимуществ и проблем гидроэнергетики поможет создать эффективные нормы и правила, которые поддержат как энергетическую безопасность, так и экологическую устойчивость.
- Инвестиции в модернизацию: обновление существующих гидроэлектростанций с использованием более эффективных турбин, улучшенных систем управления водными ресурсами и внедрения цифровых технологий управления позволит повысить производство энергии при минимизации воздействия на окружающую среду.
- Гибридные решения в области возобновляемой энергии: интеграция гидроэнергетики с другими возобновляемыми источниками энергии, такими как плавучие солнечные панели на водохранилищах, может значительно повысить общее производство энергии, при этом эффективно используя уже существующую инфраструктуру.

Используя такие инновации, гидроэнергетика может сохранить свою ключевую роль в переходе к зеленой энергетике, обеспечивая надежное, гибкое и устойчивое энергоснабжение, которое способствует расширению ветровой и солнечной энергетики по всему миру.

## Под тенью дамбы: как ГЭС формируют жизнь Центральной Азии<sup>17</sup>

Гидроэлектростанции (ГЭС) в Центральной Азии, играют ключевую роль в энергоснабжении региона, обеспечивая значительную долю электроэнергии в Таджикистане, Кыргызстане, Узбекистане и Казахстане. Однако жизнь вблизи дамб и плотин сопряжена с вызовами, связанными с безопасностью, экологией и социальными последствиями.

Гидроэнергетика в Центральной Азии имеет глубокие исторические корни. В Таджикистане Нурекская ГЭС, введенная в эксплуатацию в 1972 году, остается крупнейшей в регионе с установленной мощностью 3000 МВт. Она производит около 70% электроэнергии страны, обеспечивая энергоснабжение для 7.5 млн человек. В Кыргызстане Токтогульская ГЭС с мощностью 1200 МВт покрывает примерно 40% национального энергопотребления. В Узбекистане ГЭС составляют 12% генерирующих мощностей, а в Казахстане, где доминируют угольные ТЭС, гидроэнергия обеспечивает около 8% электроэнергии. Эти цифры подчеркивают зависимость региона от гидроэнергетики, особенно в горных странах, таких как Таджикистан и Кыргызстан, где гидропотенциал оценивается в 527 млрд кВт·ч и 142 млрд кВт·ч соответственно.

Жизнь вблизи ГЭС формирует уникальный социальный и экологический контекст. В Таджикистане около 150000 человек проживают в непосредственной близости от Нурекской ГЭС и ее водохранилища, объем которого составляет 10.5 км<sup>3</sup>. Жители окрестных сел, таких как Чоргул и Каратегин, сообщают о постоянной тревоге, связанной с возможным прорывом плотины. Сейсмическая активность в регионе, где землетрясения силой до 7 баллов происходят раз в 10-15 лет, усиливает эти опасения. В 2009 году авария на Нурекской ГЭС, вызванная самопроизвольной остановкой агрегатов, привела к отключению электроэнергии на юге Таджикистана и в части Узбекистана на 24 часа. Хотя жертв удалось избежать, инцидент подчеркнул уязвимость инфраструктуры.

В Кыргызстане жители сел у Токтогульского водохранилища, вмещающего 19.5 км<sup>3</sup> воды, сталкиваются с аналогичными рисками. В 2021 году уровень воды в водохранилище упал до критических 8.7 км<sup>3</sup> из-за засухи и интенсивной эксплуатации ГЭС. Это вызвало перебои в энергоснабжении, затронувшие 2.5 млн человек, и усилило социальное напря-

---

<sup>17</sup> Источник: <https://stanradar.com/news/full/57448-pod-tenju-damby-kak-ges-formirujut-zhizn-tsentralnoj-azii.html> Опубликовано 21.05.2025

жение. Местные жители, такие как Айгуль М., 45-летняя жительница села Кара-Куль, отмечают, что низкий уровень воды угрожает не только энергетике, но и сельскому хозяйству, зависящему от ирригации. В Узбекистане, где ГЭС менее значимы, жители районов близ Чарвакской ГЭС (600 МВт) сообщают о сезонных ограничениях доступа к воде, что влияет на 30 000 местных фермеров.

Безопасность плотин остается критической проблемой. По данным Всемирного банка, в Центральной Азии около 60% гидротехнических сооружений эксплуатируются более 40 лет и требуют модернизации. В Таджикистане Рогунская ГЭС, строительство которой началось в 1976 году и продолжается по сей день, вызывает особое беспокойство. Проект мощностью 3600 МВт и плотиной высотой 335 м предполагает создание водохранилища объемом 13.3 км<sup>3</sup>. Около 42 000 человек из 70 сел подлежат переселению, что уже вызвало протесты. В 2018 году около 200 жителей села Чорбо проводили митинги, требуя компенсаций и прозрачности в процессе переселения. К 2024 году лишь 60% переселенцев получили обещанные дома, что усиливает социальное недовольство.

Экологические последствия ГЭС оказывают долгосрочное воздействие на регион. Строительство плотин изменяет речные экосистемы, нарушая миграцию рыб и сокращая биоразнообразие. В бассейне реки Вахш, где расположена Нурекская ГЭС, популяция осетровых сократилась на 80% с 1970-х годов из-за перекрытия путей миграции. В Кыргызстане Токтогульская ГЭС привела к деградации земель на 12000 га из-за изменения уровня грунтовых вод. В Узбекистане Чарвакская ГЭС вызвала эрозию почв на 5000 га, что снизило урожайность сельскохозяйственных культур на 15% в прилегающих районах. Кроме того, таяние ледников, обеспечивающих 70% стока рек в Таджикистане и Кыргызстане, создает угрозу сокращения водных ресурсов к 2050 году на 20-30%, что может снизить выработку ГЭС на 15-25%.

Международные проекты, такие как CASA-1000, направлены на экспорт излишков гидроэнергии из Таджикистана и Кыргызстана в Афганистан и Пакистан. Проект стоимостью 1.16 млрд долларов включает 1387 км линий электропередачи и конверторные подстанции мощностью 1300 МВт. В 2024 году работы в Таджикистане и Кыргызстане завершены, но задержки в Пакистане откладывают полное внедрение до 2026 года. Для местных жителей это означает потенциальный рост доходов от экспорта энергии, но также усиление нагрузки на водохранилища, что может усугубить дефицит воды для ирригации.

Истории жителей подчеркивают человеческий аспект проблемы. В Таджикистане 62-летний фермер Абдулло Р., проживающий в 5 км от Нурекской ГЭС, рассказывает, что его семья потеряла 2 га пахотных земель

из-за повышения уровня грунтовых вод после заполнения водохранилища. Компенсации в размере 5000 сомони (около 450 долларов) не хватило для восстановления хозяйства. В Кыргызстане 38-летняя учительница Гульнара Т. из села Шамалды-Сай жалуется на регулярные отключения электроэнергии зимой, несмотря на близость к Токтогульской ГЭС. По ее словам, местные жители чувствуют себя заложниками энергетической политики, когда приоритет отдается экспорту энергии, а не местным нуждам.

Региональные конфликты, связанные с водными ресурсами, усложняют ситуацию. Таджикистан и Кыргызстан, контролирующие верховья рек, сталкиваются с недовольством Узбекистана и Казахстана, зависящих от стока для ирригации. В 2009 году Узбекистан вышел из единой энергосистемы Центральной Азии, протестуя против планов строительства Рогунской и Камбаратинской ГЭС (1860 МВт). Это решение привело к перебоям в энергоснабжении, затронувшим 10 млн человек в регионе. В 2024 году переговоры о восстановлении единой системы возобновились, но прогресс остается ограниченным из-за политических разногласий.

Инвестиции в возобновляемые источники энергии (ВИЭ) рассматриваются как способ снизить зависимость от ГЭС. По данным Международного агентства по ВИЭ (IRENA), в 2024 году суммарная мощность ВИЭ в Центральной Азии достигла 19583 МВт, что на 47% больше, чем в 2015 году. Казахстан лидирует с 5419 МВт, из которых 1336 МВт приходятся на ветровые станции и 1139 МВт — на солнечные. Узбекистан ввел в строй солнечную станцию Nur Navoi мощностью 100 МВт, а в разработке находятся проекты на 8000 МВт. Таджикистан и Кыргызстан отстают, но пилотные проекты, такие как солнечная станция в Оше (20 МВт), демонстрируют потенциал. Тем не менее, ВИЭ пока составляют лишь 24.4% энергобаланса региона, а уголь и газ продолжают доминировать в Казахстане и Узбекистане.

Модернизация ГЭС и усиление мер безопасности требуют значительных средств. По оценкам Всемирного банка, на обновление гидротехнической инфраструктуры в регионе необходимо 5 млрд долларов до 2035 года. Европейский союз инвестирует в проекты модернизации, включая 10 млн евро на реконструкцию Кайраккумской ГЭС в Таджикистане. Однако местные жители редко ощущают прямую выгоду от таких инициатив. Например, в районе Кайраккума 70% домохозяйств по-прежнему сталкиваются с перебоями в энергоснабжении зимой.

Жизнь под ГЭС в Центральной Азии — это баланс между доступом к электроэнергии и постоянной угрозой экологических и социальных рисков. Истории жителей, таких как Абдулло и Гульнара, иллюстрируют, что выгоды от гидроэнергетики часто распределяются неравномерно. Для устойчивого развития региона необходимы инвестиции в модернизацию

инфраструктуры, диверсификацию энергетики и усиление трансграничного сотрудничества. Без этого дамбы и плотины продолжают оставаться не только источником энергии, но и символом нерешенных проблем.

## Системы хранения энергии

### Жидкая батарея может принимать любые формы<sup>18</sup>

Ученые из Университета Линчёпинга разработали гибкую батарею с жидкими электродами. Материал, по текстуре напоминающий зубную пасту, можно использовать в 3D-принтере для создания батарей нужной формы. Аккумулятор сохраняет свою эффективность после более 500 циклов зарядки и разрядки, а также может растягиваться в два раза. В отличие от традиционных жестких батарей, такие элементы питания подойдут для гибких устройств, например, нейроимплантов.

По прогнозам, в течение следующего десятилетия к интернету будет подключено более 1 трлн устройств. Помимо привычных смартфонов, умных часов и компьютеров, это будут медицинские гаджеты нового поколения: инсулиновые помпы, кардиостимуляторы, слуховые аппараты и различные датчики мониторинга здоровья. В перспективе к ним добавятся мягкая робототехника, электронный текстиль и даже нейроимпланты с сетевым подключением.

Для комфортного использования такого количества устройств требуется принципиально новый подход к созданию источников питания. Современные аккумуляторы жесткие и объемные. Если сделать их мягкими и гибкими, это позволит адаптировать форму устройств под анатомию пользователя и встраивать элементы питания прямо в конструкцию гаджетов.

До сих пор создание гибких аккумуляторов сводилось к механическим ухищрениям — растяжимым композитам или подвижным соединениям. Но ключевая проблема оставалась: увеличение ёмкости требует больше активного материала, что приводит к утолщению электродов и неизбежно повышает жесткость конструкции.

Эксперименты с жидкостными электродами, в частности с использованием жидких металлов вроде галлия, не увенчались успехом. Хотя такой материал мог функционировать в качестве анода, он был склонен к затвердеванию в процессе заряда-разряда, что нивелировало его текучесть. Кро-

---

<sup>18</sup> Источник: <https://hightech.plus/2025/04/14/zhidkaya-batareya-mozhet-prinimat-lyubie-formi>  
Опубликовано 14.04.2025

ме того, многие растягивающиеся батареи использовали редкие материалы, добыча и обработка которых пагубно влияет на окружающую среду.

Теперь исследователи разработали мягкий и пластичный аккумулятор на основе проводящего пластика (сопряженных полимеров) и лигнина, побочного продукта производства бумаги. Ключевым новшеством стал перевод электродов из твердой в жидкую форму. Аккумулятор можно перезаряжать и разряжать более 500 раз, и он сохранит свою производительность. Его также можно растянуть вдвое без потери эффективности.

Прототип демонстрирует стабильную работу при 0,9 В, но ученые признают, что для реального применения этого недостаточно. Основное направление дальнейших исследований — модификация химического состава с применением доступных металлов вроде цинка и марганца для повышения напряжения.

## **Новый материал обещает сделать аккумуляторы легче и долговечнее<sup>19</sup>**

Ученые из Университета Донгук в Сеуле представили новый анодный материал для литий-ионных аккумуляторов, который сочетает проводимость оксида графена с энергоемкостью соединений никеля и железа. Такая синергия компонентов позволила добиться удельной ёмкости 1687,6 мА·ч/г при плотности тока 100 мА/г после 580 циклов — результат, значительно превосходящий традиционные материалы. Разработка может привести к созданию более долговечных и быстро заряжающихся аккумуляторов в течение 5–10 лет.

Идея ученых заключается в разработке новых, более эффективных способов хранения энергии с помощью материалов на наноуровне. Они создали композит, где оптимальное взаимодействие компонентов обеспечивает синергетический эффект, многократно улучшая характеристики. Исследователи подчеркивают, что именно такие решения лежат в основе будущего технологий хранения энергии.

---

<sup>19</sup> Источник: <https://hightech.plus/2025/04/17/novii-material-obeshaet-sdelat-akkumulyatori-legche-i-dolgovечнее> Опубликовано 17.04.2025

Новый материал — это иерархическая структура, объединяющая восстановленный оксид графена (rGO) и слоистые двойные гидроксиды никеля-железа (NiFe-LDH). rGO выступает как проводник для быстрого движения электронов, а NiFe-LDH обеспечивает быстрое накопление энергии за счет особого псевдоемкостного механизма (то есть с использованием химических реакций).

Для создания композита исследователи использовали «технику послойной самосборки». Они покрыли полистирольные сферы прекурсорами оксида графена и гидроксидов никеля-железа. Затем шаблоны удалялись, оставляя сферическую полую архитектуру. После материал нагревали, в результате чего происходило два ключевых процесса: преобразование никель-железистых гидроксидов в нанокристаллический оксид никеля-железа ( $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ ) и аморфный оксид никеля ( $\alpha\text{-NiO}$ ), параллельно с восстановлением оксида графена до проводящей формы (rGO).

Исследователи проанализировали композит с помощью рентгеновской дифракции и просвечивающей электронной микроскопии. Электрохимические тесты подтвердили, что он может использоваться в качестве анода литий-ионных батарей. В ходе испытаний анод продемонстрировал удельную ёмкость 1687,6  $\text{mA}\cdot\text{ч/г}$  при плотности тока 100  $\text{mA/г}$  после 580 циклов, что превосходит показатели традиционных материалов.

Для внедрения нового материала в повседневную жизнь потребуются дополнительные испытания. Тем не менее, разработка может привести к появлению в течение 5-10 лет аккумуляторов нового поколения — более легких, долговечных и способных к сверхбыстрой зарядке.

## **Новый материал обеспечит твердотельным батареям рекордную проводимость<sup>20</sup>**

Твердотельные батареи считаются ключевой технологией будущего: они могут хранить больше энергии и не содержат горючих веществ, как современные литий-ионные аккумуляторы. Исследователи из Германии сделали важный шаг к улучшению твердотельных батарей. Они разработали новый

---

<sup>20</sup> Источник: <https://hightech.plus/2025/05/12/novii-material-obespechit-tverdotelnim-batareyam-rekordnuyu-provodimost> Опубликовано 12.05.2025

материал из лития, сурьмы и скандия, который проводит ионы лития более чем на 30% быстрее, чем какой-либо известный науке материал.

Команда ученых из Технического университета Мюнхена частично заменила литий металлическим скандием в соединении антимонида лития, в результате чего в кристаллической решетке материала проводника возникли так называемые вакансии. С их помощью ионы лития двигаются легче и быстрее — настолько, что ученые зафиксировали новый мировой рекорд ионной проводимости.

Хотя ученым еще нужно провести множество испытаний, они видят в своем открытии большой потенциал. Материалы, которые проводят как ионы, так и электроны, особенно хорошо подходят для производства электродов. К тому же, помимо более высокой проводимости, материал обладает высокой теплоустойчивостью и может изготавливаться с использованием хорошо зарекомендовавших себя химических методов. Исследователи уже запатентовали свое изобретение, сообщает Science Daily.

Вдобавок, в ходе исследования ученые открыли совершенно новый класс веществ. «Наша комбинация состоит из лития-сурьмы, но ту же концепцию можно легко применить к системам литий-фосфор, — о тметил Цзян Цзинвэнь, первый автор статьи. — Тогда как предыдущий рекордсмен был основан на литии-сере и требовал для оптимизации пять дополнительных элементов, нам нужен в качестве дополнительного компонента только скандий. Мы считаем, что наше открытие может иметь намного больший потенциал в области повышения проводимости в широком спектре других веществ».

Stellantis, материнская компания Jeep, Dodge и Ram, совместно со стартапом Factorial разработала твердотельные аккумуляторы с плотностью энергии 375 Вт·ч/кг. Они уже прошли проверку для использования в автомобилях и будут установлены в демонстрационный парк в 2026 году.

## Новый аккумулятор для электромобилей заряжается на 450 км за 5 минут<sup>21</sup>

Китайская компания SEVB представила первую в мире батарею на 1400 А, способную обеспечить электромобилю более 150 км пробега всего за одну минуту зарядки. Аккумулятор работает даже при  $-40^{\circ}\text{C}$ , а специальная система охлаждения и термоизоляция делают её безопасной. Благодаря этой разработке электромобили смогут заряжаться так же быстро, как управляются бензиновые автомобили.

Заправка машины с ДВС занимает около пяти минут. А вот зарядка электромобиля до сравнимого запаса хода длится намного дольше. Производители аккумуляторов для электрокаров хотят это изменить и стремятся увеличить скорость зарядки, которую измеряют в С. При  $4^{\circ}\text{C}$  батарея заряжается за 15 минут. Новая разработка SEVB поднимает планку: она заряжает аккумулятор при  $12^{\circ}\text{C}$ , то есть полная зарядка занимает всего пять минут.

В основе технологии — собственная архитектура компании Tianqing, которая обеспечивает высокую плотность энергии и использует термоэлектрическое разделение. Быстрая зарядка стала возможной благодаря встроенному жидкостному охлаждению и применению гибких печатных плат внутри аккумуляторов, что позволило сэкономить место и повысить безопасность.

Еще одна разработка — Xinxingchi 2.0 Kiloamp Extreme Charging Edition. Это решение предназначено для станций быстрой зарядки. Оно позволяет заряжать аккумулятор током до 1400 А, используя в автомобиле систему на 1000 В. Благодаря этому мощность зарядки достигает 1,4 МВт. Этого достаточно, чтобы по скорости зарядки электромобили сравнялись с бензиновыми.

Также есть версия Star Chaser 2.0 с увеличенным запасом хода. При скорости  $6^{\circ}\text{C}$  она обеспечивает пробег более 800 км — рекордный показатель.

Компания решила проблемы безопасности аккумуляторов — риск перегрева и возгорания при зарядке. Система многослойного охлаждения увеличила эффективность теплоотвода на 50%, а применение аэрокосмических изоляционных материалов обеспечило дополнительную защиту. Быстро зарядиться можно будет даже в сильные морозы. Компания заявля-

---

<sup>21</sup> Источник: <https://hightech.plus/2025/05/20/novii-akkumulyator-dlya-elektromobilei-zaryazhaetsya-na-450-km-za-5-minut> Опубликовано 20.05.2025

ет, что при  $-20^{\circ}\text{C}$  аккумулятор сохраняет 90% энергии и нормально работает при  $-40^{\circ}\text{C}$ .

SEVB намерена сделать электромобили выгоднее машин с ДВС. В компании заявляют, что их новые батареи обеспечат более низкую стоимость владения за три года по сравнению с традиционными авто.

## Прорыв в литий-диоксид углеродных батареях<sup>22</sup>

Литий-диоксид углеродные батареи ( $\text{Li-CO}_2$ ) славятся высокой плотностью энергии, но быстро изнашиваются, плохо заряжаются и содержат дорогие и редкие материалы. Команда ученых из Британии нашла способ преодолеть эти проблемы, используя недорогой катализатор на основе цезия. Новый элемент питания накапливает значительно больше энергии, заряжается с гораздо меньшей мощностью и выдерживает свыше сотни циклов. К тому же, «дышащая» батарея вырабатывает энергию, поглощая углекислый газ.

Одна из самых больших трудностей в разработке батарей  $\text{Li-CO}_2$  — то, что называется «перенапряжением», то есть, дополнительная энергия, необходимая для запуска реакции, сообщает Science Daily. Авторы исследования, ученые из Университета Суррея, сравнивают ее с подъемом на велосипеде в гору, который предшествует быстрому спуску с горы по инерции. Они показали, что катализатор фосфомолибдат цезия сглаживает этот подъем, то есть батарея теряет гораздо меньше энергии во время каждого цикла зарядки и разрядки.

Последующий анализ прототипа показал, что аккумулятор обладает важной характеристикой, делающей его пригодным для долгосрочного использования: карбонат лития, соединение, образующееся при поглощении аккумулятором углекислого газа, может накапливаться и выводиться. А компьютерное моделирование позволило ученым понять, что стабильная пористая структура катализатора обеспечивает идеальную поверхность для ключевых химических реакций.

---

<sup>22</sup> Источник: <https://hightech.plus/2025/05/21/proriv-v-litii---dioksid-uglerodnih-batareyah> Опубликовано 21.05.2025

«Интересно в этом открытии то, что оно сочетает в себе высокую производительность и простоту. Мы показали, что можно создавать эффективные литий — диоксид углеродные аккумуляторы с использованием доступных масштабируемых материалов — без необходимости использования редких металлов. Наши результаты также открывают двери для разработки еще более совершенных катализаторов в будущем», — сказал Дэниел Коммандер, один из авторов исследования.

В случае коммерческого использования эти батареи могли бы помочь сократить выбросы углекислого газа. Более того, их можно будет применять на Марсе, где атмосфера на 95% состоит из CO<sub>2</sub>.

Команда ученых из Китая разработала новый гелеобразный полимерный электролит с локализованной высококонцентрированной сольватационной структурой. Он продемонстрировал исключительную стойкость к окислению и высокую ионную проводимость при комнатной температуре, а также работоспособность при низких температурах и устойчивость к механическому давлению.

## **Новая батарея выдает мощность в 400 МВт ч благодаря необычной конструкции<sup>23</sup>**

Первая гибридная литий-натриевая станция хранения энергии Баочи (BESS) начала свою работу в провинции Юньнань на юго-западе Китая. Она собрала воедино преимущества литий-ионных и натрий-ионных аккумуляторов.

Новая система обеспечивает более длительный срок службы, более быстрое реагирование и стабильную работу в диапазоне температур от -20 °C до 45 °C. Она расположилась на площади около трех гектаров.

Установленная мощность объекта – 400 мегаватт-часов. Он может совершать два полных цикла заряда-разряда ежедневно, поставляя до 580 миллионов киловатт-часов электроэнергии в год. Этого количества достаточно для годового обеспечения электроэнергией почти 270 тыс. домохозяйств.

---

<sup>23</sup> Источник: <https://focus.ua/digital/707893-novaya-batareya-vydaet-moshchnost-v-400-mvt-ch-blagodarya-neobychnoy-konstrukcii> Опубликовано 27.05.2025

К тому же, как отмечает издание, тутгодились богатые китайские запасы натрия. Почти 98% энергии поступает из возобновляемых источников.

### **Как работает новая батарея**

В основе BESS лежит первая в Китае система натрий-ионных аккумуляторов большой емкости, которая реагирует в шесть раз быстрее обычных моделей. Объединяя эти передовые натриевые аккумуляторы с литиевой технологией, станция улучшает регулирование сети и обеспечивает более плавную интеграцию ветровой и солнечной энергии.

Гибридная система обслуживает более 30 электростанций на возобновляемых источниках энергии по всей провинции Юньнань, где чистая энергия составляет почти 70% поставок электроэнергии. При такой высокой доле возобновляемых источников энергии стабильность сети становится серьезной проблемой. Поэтому и нужны такие инновации, как BESS, необходимые для балансировки спроса и предложения.

Система может гибко регулировать режимы зарядки и разрядки в зависимости от доступности новой энергии, помогая сбалансировать нестабильность возобновляемых источников энергии.

Исследователи говорят, что такая батарея может понадобиться в регионах с высокой долей возобновляемой энергии – таких, как Тибет, Синьцзян, провинциях Ганьсу и Нинся на севере Китая.

### **Натрий против лития**

Поскольку спрос на литий во всем мире возрастает, растет и обеспокоенность по поводу ограниченности ресурсов и зависимости от импорта. В настоящее время Китай импортирует около 70% материалов для литиевых батарей.

Зато натрий, добываемый из соленых озер, морской воды и шахт, гораздо более доступен на внутреннем рынке и обладает более благоприятными свойствами, включая стабильную работу в диапазоне температур 45 °С.

## Новый материал для электрода увеличивает плотность энергии аккумуляторов на 40%<sup>24</sup>

Исследователи из Института Макса Планка разработали новый тип аккумуляторных электродов, в которых вместо традиционной металлической фольги используются тончайшие металлические ворсинки. Такой контактный материал ускоряет движение ионов лития в 56 раз, позволяя создавать электроды в десять раз толще обычных без потери скорости зарядки. Это снижает производственные затраты, уменьшает потребление сырья и увеличивает плотность энергии самих электродов на 85%, а всей аккумуляторной батареи — примерно на 40%.

Электрод в аккумуляторе состоит из двух основных частей: контактного и активного материалов. Контактный материал проводит электрический ток. Обычно это медная фольга для отрицательного электрода и алюминиевая — для положительного. Она не участвует в запасании энергии, а лишь обеспечивает передачу тока. Активный материал — это то, что накапливает и отдает ионы лития в процессе зарядки и разрядки аккумулятора. В литий-ионных батареях в отрицательных электродах чаще всего используют графит, а в положительных — неорганические соединения, содержащие литий. Эти материалы делают пористыми, чтобы жидкий электролит мог проникать внутрь и участвовать в процессе зарядки.

Хотя современные активные материалы способны накапливать много заряда, они плохо проводят ионы. Ионам приходится перемещаться через жидкий электролит внутрь активного материала. Поскольку каждый ион окружен молекулами электролита, он становится довольно большим и начинает вязнуть в электролите. К тому же, и в самом активном материале ионы продвигаются с трудом. Это создает проблему для производителей аккумуляторов: либо делать толстые электроды для большей емкости, но тогда батареи будут медленно заряжаться и разряжаться, либо делать очень тонкие электроды, жертвуя емкостью ради быстрой зарядки и разрядки. Сегодня разработчики идут на компромисс, создавая электроды толщиной около десятой доли миллиметра — примерно с толщину человеческого волоса.

---

<sup>24</sup> Источник: <https://hightech.plus/2025/05/27/novii-material-dlya-elektroda-uvlichivaet-plotnost-energii-akkumulyatorov-na-40> Опубликовано 27.05.2025

Ученые нашли способ создавать из меди электроды, которые как минимум в десять раз толще обычных, но при этом быстро заряжаются и разряжаются.

Они обнаружили, что на медной поверхности ионы лития теряют свою сольватную оболочку, оседают и образуют на границе с металлом двойной электрический слой (слой Гельмгольца). С помощью специально разработанной установки и расчетов исследователи выяснили, что ионы лития перемещаются через этот слой примерно в 56 раз быстрее, чем через электролит. Это означает, что металлические поверхности сильно ускоряют движение ионов лития.

Быстрое перемещение ионов металла по металлическим поверхностям наводит на мысль о создании внутри активного материала сети «металлических автострад» для ионов. Ученые так и поступили: они изготовили тончайшие (в несколько сотых миллиметра) металлические волокна и сформировали из них подобие ворса. Затем в этот металлический «ворс» внедрили активный материал.

Такой подход позволил вдвое сократить количество необходимой меди по сравнению с обычными фольговыми электродами.

Даже если электрод получается в десять раз толще, ионы лития все равно быстро попадают в активный материал и выходят из него через металлический «ворс». Этой скорости достаточно, например, для использования в электромобилях. В результате плотность энергии такого электрода, по сравнению с обычными фольговыми, может возрасти на 85%.

Новые электроды не только мощнее, но и дешевле в производстве. Вместо сложного нанесения слоев активного материала с растворителями его можно просто добавить в «ворс» в виде порошка. По словам авторов разработки, это удешевляет производство на 30-40% и требует на треть меньше места. Исследователи уже основали стартап для вывода этой аккумуляторной технологии на рынок.

## Новый материал для твердотельных батарей увеличивает их энергоёмкость на 50%<sup>25</sup>

Американская компания Ampcera начала глобальные поставки наносульфидных твердотельных электролитных порошков, которые повышают энергоёмкость твердотельных аккумуляторов примерно на 50% по сравнению с традиционными литий-ионными батареями. Прототипы на их основе демонстрируют плотность энергии свыше 400 Вт·ч/кг и сохраняют более 80% ёмкости после 5000 циклов быстрой зарядки.

В основе продукта Ampcera — порошки с высокой ионной проводимостью и сверхмелким размером частиц, достигающим сотен нанометров. Ampcera отмечает, что такие характеристики позволяют устранить ключевые узкие места в разработке твердотельных аккумуляторов, улучшая плотность энергии как катодов, так и анодов. Кроме того, технология позволяет создавать ультратонкие слои твёрдого электролита толщиной менее 10 микрон.

На основе этой технологии Ampcera разработала сульфидный твёрдый электролит, обеспечивающий быструю миграцию ионов лития, что критично для скоростной зарядки и повышения производительности аккумуляторов. Производство материалов осуществляется по собственной пятиступенчатой технологии, гарантирующей высокую чистоту и стабильность.

Прототипы ячеек Ampcera показывают энергетическую плотность более 400 Вт·ч/кг и ёмкость до 100 А·ч при масштабировании. Твердотельные ячейки также выдерживает более 5000 циклов зарядки с удержанием ёмкости выше 80%, что превышает отраслевые стандарты.

Ampcera отмечает, что её решения соответствуют требованиям не только для электромобилей, но и для потребительской электроники, аэрокосмической отрасли и обороны. Технология обеспечивает повышенную безопасность, устойчивость к тепловому разрыву и высокую производительность.

---

<sup>25</sup> Источник: <https://hightech.plus/2025/06/05/novii-material-dlya-tverdotelnih-batarei-uvlichivaet-ih-energoemkost-na-50> Опубликовано 5.06.2025

# Инновационные решения в энергетике

## Создан генератор электричества, работающий на каплях дождя<sup>26</sup>

Сингапурские физики разработали устройство, способное извлекать электрическую энергию из падающих капель дождя с рекордно высоким уровнем эффективности, порядка 10%, при помощи микроскопических трубок из фторсодержащих полимеров. Каждый кв. м этого устройства способен вырабатывать порядка 100 ватт энергии, сообщила пресс-служба Американского химического общества (ACS).

«Вода, падающая вниз через вертикальные трубки, может вырабатывать существенное количество электрической энергии, если она движется через них не непрерывно, а небольшими порциями. Это позволяет извлекать энергию из капель дождя и вырабатывать «зеленое» и возобновляемое электричество», - пояснил доцент Национального университета Сингапура Су Сиовлин, чьи слова приводит пресс-служба ACS.

Как отмечают ученые, в последние годы физики активно разрабатывают технологии, позволяющие извлекать электрическую энергию из движущейся воды путем разделения положительных и отрицательных зарядов, присутствующих в ее толще или на поверхности. Все подобные технологии значительным образом уступают по КПД классическим ГЭС и другим методам генерации электричества, из-за чего они не применяются на практике.

Как отмечают ученые, неэффективность этих установок во многом связана с тем, что для повышения эффективности сбора электричества их разработчики пытались максимальным образом увеличить площадь поверхности, с которой контактируют электрические заряды на поверхности воды. В результате этого они создавали максимально небольшие и узкие каналы толщиной в несколько десятков или сотен нанометров, через которые вода движется очень медленно или даже требует использования систем прокачки.

---

<sup>26</sup> Источник: <https://nauka.tass.ru/nauka/23700379> Опубликовано 16.04.2025

Сингапурские физики предположили, что КПД подобных систем можно повысить на несколько порядков, если не уменьшить, а увеличить размеры каналов, и при этом пропускать через них воду не непрерывным потоком, а в формате отдельных капель или небольших блоков, разделенных воздухом. Руководствуясь этой идеей, ученые подготовили набор трубок из смеси двух полимеров - гексафторпропилена и тетрафторэтилена - и проследили за их взаимодействиями с каплями воды, падающими на них с высоты примерно в метр.

Эти опыты неожиданно показали, что такая простая конструкция позволяет преобразовать до 10% энергии падающих капель в электрический ток, что на несколько порядков выше КПД ранее созданных «дождевых» электрогенераторов. Столь высокая эффективность разработки, как выяснили физики, была связана с тем, что капли приобретают лишь положительный заряд при столкновениях со стенками трубок. Данное открытие, как надеются ученые, позволит создать дешевые и достаточно мощные генераторы электричества для тех регионов Земли, где часто выпадают осадки и где нет других источников тока.

## **Новый цемент позволит зданиям самим вырабатывать энергию<sup>27</sup>**

Цемент может преобразовывать тепловую энергию в электричество за счет разной подвижности ионов в своей пористой структуре. Однако из-за высокой плотности материала ионы перемещаются слишком медленно, что ограничивает эффективность такого преобразования. Вдохновившись слоистой структурой стеблей растений, китайские инженеры создали многослойный композит с чередующимися слоями цемента и гидрогеля. Гидрогель ускоряет движение ионов, усиливая термоэлектрический эффект. Новый цемент можно использовать при строительстве «умных» дорог, тротуаров, мостов и зданий, способных питать электронику.

Цемент обладает естественной способностью генерировать электричество благодаря ионному термоэлектрическому эффекту. Как поясняют исследователи, разница в скорости диффузии катионов и анионов в порах

---

<sup>27</sup> Источник: <https://hightech.plus/2025/04/16/novii-cement-pozvolit-zdaniyam-samim-virabativat-energiyu> Опубликовано 16.04.2025

цемента, обусловленная их неодинаковым взаимодействием со стенками пор, создает естественные термоэлектрические свойства. Однако этот способ преобразования тепла в электричество пока не подходит для реального использования. Из-за плотной структуры цемента ионы движутся слишком медленно, что снижает эффективность процесса.

Чтобы решить проблему, ученые разработали многослойный материал, чередуя обычный цемент и гидрогель из поливинилового спирта. Такая структура решает проблему с движением ионов. Слои гидрогеля обеспечивают быстрый путь для гидроксид-ионов ( $\text{OH}^-$ ). При этом границы между цементом и гидрогелем специально созданы так, чтобы прочно связываться с ионами кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и слабее — с  $\text{OH}^-$ . Эта разница помогает усилить термоэлектрический эффект, поскольку ускоряет одни ионы и замедляет другие, создавая большой перепад в их подвижности.

Многослойное строение создает множество границ между слоями. Эти границы обеспечивают большее количество точек взаимодействия, что усиливает влияние ионов цемента на преобразование тепла в электричество.

Новый цемент демонстрирует коэффициент Зеебека  $-40,5$  мВ/К и термоэлектрический коэффициент эффективности  $6,6 \times 10^{-2}$ . Эти значения в 10 и 6 раз соответственно превышают достижения предыдущих цементных термоэлектриков. Коэффициент Зеебека — это показатель, который характеризует способность материала преобразовывать разницу температур в электрическое напряжение.

Главное преимущество заключается в двойной функции материала: он не только генерирует, но и накапливает энергию. Многослойная структура сочетает высокую механическую прочность с возможностями энергохранения. Из этого цемента можно будет создавать «умные» строительные конструкции — здания, дороги и мосты, способные автономно питать встроенные датчики и системы беспроводной связи.

## Водород из света и отходов<sup>28</sup>

Южнокорейские исследователи разработали новый метод производства водорода из сахарного тростника, — топлива, которое называют энергией следующего поколения.

Об этом пишет Nature Communications..

Исследование описывает новую фотоэлектрохимическую систему с использованием фурфурола, ценного химиката из отходов сахарного тростника. Инновационный метод использует биомассу, полученную из отходов сахарного тростника, и кремниевые фотоэлектроды для производства  $H_2$  исключительно с использованием солнечного света, достигая производительности в четыре раза выше контрольного показателя коммерциализации, установленного Министерством энергетики США (DOE).

Водород ( $H_2$ ) считается топливом следующего поколения, поскольку он сгорает, не производя парниковых газов. Более того, он имеет высокую плотность хранения энергии, которая, по оценкам, в 2,7 раза выше, чем у бензина. Однако большая часть производимого  $H_2$  поступает из природного газа, который выделяет большое количество углекислого газа, нагревающего планету.

Чтобы преодолеть эти проблемы, команда ученых создала экологичную фотоэлектрохимическую (ПЭК) систему производства  $H_2$ , где задействован солнечный свет. На одном медном электроде фурфурол окисляется с образованием водорода. Интересно, что эта реакция также производит фурановую кислоту, ценный побочный продукт. Одновременно вода расщепляется на другом кремниевом фотоэлектроде, генерируя водород. Этот двойной механизм производства является ключом к их невероятной эффективности. Система достигает скорости производства водорода 1,4 ммоль на квадратный сантиметр в час.

---

<sup>28</sup> Источник: <https://focus.ua/digital/703470-vodorod-iz-sveta-i-othodov-chto-pridumali-uchenye-chtoby-poluchit-v-4-raza-bolshe-topliva>96 Опубликовано 24.04.2025



*Схема производства ФЭП  $H_2$  с использованием фотокатода PtC/Ni/c-Si*

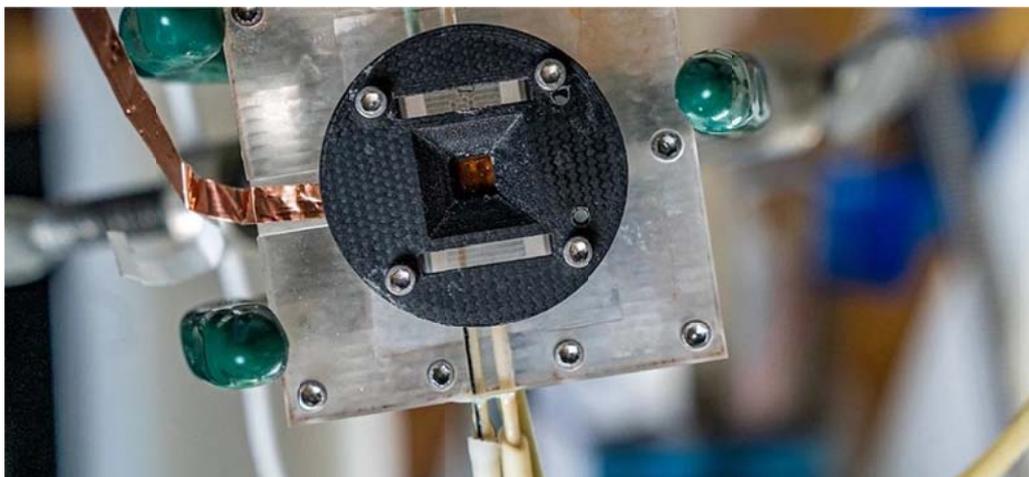
Эффективность системы заключается в том, как она управляет энергией. Когда солнечный свет попадает на кремниевый фотоэлектрод, он генерирует электроны. Процесс производства  $H_2$  начинается, когда фотоэлектрод поглощает солнечный свет и генерирует электроны. Команда утверждает, что кристаллический кремний идеально подходит для производства большого количества электронов.

Однако есть одна проблема. Генерируемое напряжение обычно низкое, что затрудняет начало производства водорода без внешнего источника питания. Ученые преодолели эту проблему, введя реакцию окисления фурфурола на противоположном электроде. Эта реакция уравнивает напряжение системы. Они также заключили электрод в защитную никелевую фольгу и стеклянные слои для долгосрочной стабильности системы в электролите. Интересно, что кремниевый фотоэлектрод имеет «погруженную конструкцию», которая естественным образом охлаждает его, что приводит к повышению эффективности всей системы.

Эта новая разработка знаменует собой важный шаг на пути к устойчивой водородной экономике, использующей обильную биомассу и солнечную энергию. Она может приблизить страны к производству более чистого и дешевого водородного топлива.

## Искусственный лист размером с марку превращает углекислый газ в топливо<sup>29</sup>

Команда исследователей из США продвинулась в области искусственного фотосинтеза. Ученые разработали устройство, превращающее углекислый газ в жидкое топливо и другие ценные химические вещества исключительно энергией солнечного света. Соединив медный катализатор с перовскитовым фотоэлементом, они получили автономную систему, которая улавливает солнечный свет и преобразует углекислый газ в молекулы диоксида углерода, которые широко применяются в различных отраслях промышленности.



Вместо хлорофилла команда ученых из Национальной лаборатории им. Лоуренса Беркли и ряда других научных организаций использовала при создании искусственного листочка свинцово-галогенидный перовскитовый материал. Из него были изготовлены листья искусственного растения, поглощающие солнечный свет, пишет ИЕ. А запускают химическую реакцию медные электрокатализаторы в форме крошечных цветов.

Как доказали предыдущие исследования, искусственного фотосинтеза можно достичь и с использованием биологических материалов, однако команда профессора Яна Пэйдуна выбрала медь. Несмотря на пониженную селективность, по сравнению с биологическими катализаторами, этот неорганический материал обеспечивает значительные преимущества: боль-

<sup>29</sup> Источник: <https://hightech.plus/2025/04/30/iskusstvennii-list-razmerom-s-marku-prevrashaet-uglekislui-gaz-v-toplivo> Опубликовано 30.04.2025

шую прочность, стабильность и более длительный срок эксплуатации. Для практического применения эти качества имеют решающее значение.

В ходе лабораторных испытаний под искусственным освещением, имитирующим непрерывный солнечный свет, система размером с почтовую марку доказала способность эффективно преобразовывать  $\text{CO}_2$  в молекулы диоксида углерода.

Команда заявила, что способность искусственного листа производить диоксид углерода может пригодиться в важнейших отраслях промышленности, например, в производстве полимеров или топлива для тяжелого транспорта. В дальнейшем Ян и его команда надеются повысить эффективность системы и увеличить размер устройства, приблизив технологии к практическому использованию.

Эффективное преобразование солнечной энергии в химическую с возможностью последующего хранения — мечта многих инженеров. Природа уже нашла отличное решение миллиарды лет назад, придумав фотосинтез. Солнечный свет в растениях превращается в химическую энергию моментально и почти без потерь. Новое исследование показывает, что ведущую роль в этом процессе играет квантовая механика.

## **В Австралии запустили солнечный промышленный парогенератор с аккумулятором из особых графитовых кирпичей<sup>30</sup>**

Австралийский стартап MGA Thermal завершил производство демонстрационной теплоаккумулирующей установки ёмкостью 5 МВт ч, сообщает 3ДНьюс. Уникальное для отрасли решение позволяет не просто запасать энергию солнца и ветра в тепловом аккумуляторе — оно открывает путь к повсеместной замене парогенерирующих мощностей на ископаемом топливе в промышленности и системах центрального отопления.

Проект MGA Thermal частично финансируется Австралийским агентством по возобновляемым источникам энергии (ARENA). Средства в

---

<sup>30</sup> Источник: <https://eenergy.media/news/31869> Опубликовано 5.05.2025

объёме \$1,27 млн были получены компанией в августе 2022 года. Всего на создание пилотной установки в штаб-квартире компании в Томаго требовалось собрать \$2,85 млн. На днях MGA Thermal сообщила об успешном запуске опытной установки мощностью 500 кВт, доказав практическую осуществимость концепции.

Экспериментальный тепловой аккумулятор состоит из 3700 «кирпичей» — чуть больше строительных по размеру. Каждый из них представляет собой своего рода графитовый каркас, в который помещён легкоплавкий металл. В процессе нагрева «кирпичей» электричеством от возобновляемых источников металл в каркасе плавится и остаётся жидким до остывания.

Поскольку на переход вещества из одного агрегатного состояния в другое затрачивается больше всего энергии, это даёт возможность запасать её в большем объёме и, следовательно, дольше и эффективнее отдавать при затвердевании металла. По оценкам компании, таким образом можно хранить на 200–300 % больше энергии, чем в случае альтернативных тепловых аккумуляторов. Пилотная система способна отдавать пар в течение 24 часов после полного нагрева со стабильной мощностью 500 кВт.

Созданная MGA Thermal установка рассчитана на отдачу энергии в виде перегретого водяного пара температурой от 150 до 550 °С. Это необходимо для многих промышленных процессов, а также для центрального отопления жилых зданий. Наконец, пар можно направить на обычные паровые турбины для выработки электроэнергии. Установка способна одновременно заряжаться и разряжаться, генерируя пар, что также делает её отличной от аналогичных решений в отрасли.

Генеральный директор MGA Thermal Марк Краудейс (Mark Croudace) заявил, что представленная технология предлагает масштабируемое средство преобразования нестабильной возобновляемой генерации в «высоконадёжные и универсальные» источники технологического тепла и электроэнергии для промышленности.

«Это недостающий элемент головоломки для декарбонизации тяжёлой промышленности, — сказал он. — Мы решили проблему непрерывной подачи пара из непостоянных возобновляемых источников, что делает её технически и коммерчески привлекательной».

Предложенное компанией решение занимает в 24 раза меньше земли по сравнению с другими тепловыми аккумулирующими системами и характеризуется модульным подходом. Систему легко масштабировать хоть до 1 ГВт, уверяют в компании, и заявляют о готовности сотрудничать с любыми заказчиками.

## Как новый дизайн перовскитов подарит нам сверхстабильные солнечные батареи<sup>31</sup>

Солнечная энергетика — это уже не просто модный тренд, а насущная необходимость. И пока кремниевые панели верой и правдой служат человечеству, учёные всего мира ищут им более лёгкую, дешёвую и, что немало важно, эффективную замену. Одним из главных кандидатов на эту роль уже добрый десяток лет считаются перовскиты. Звучит экзотично, не правда ли? На деле же это целый класс материалов с уникальной кристаллической структурой, способных удивительно эффективно преобразовывать солнечный свет в электричество. Лёгкие, потенциально дешёвые в производстве — казалось бы, вот она, революция! Но, как это часто бывает в науке, на пути к светлому будущему встала одна коварная проблема: стабильность.

### Хрупкая красота: почему перовскиты так недолговечны?

Чтобы понять суть проблемы, давайте заглянем внутрь этих самых перовскитов. Представьте себе трёхмерную конструкцию, состоящую из микроскопических «клеток» на основе галогенидов металлов. Эти клетки, словно детали конструктора, соединены между собой по углам, а внутри каждой из них уютно располагаются небольшие положительно заряженные молекулы — катионы. Такая структура и обеспечивает перовскитам их замечательные фотоэлектрические свойства.

Однако у этой красоты есть и обратная сторона. По своей природе большинство 3D-перовскитов напоминают обычную соль — они имеют ионно-кристаллическую структуру. А что происходит с солью под дождём или на жаре? Правильно, она не очень-то хорошо себя чувствует. Так и перовскиты: они чувствительны к влаге, теплу и, по иронии судьбы, даже к тому самому солнечному свету, который должны улавливать. Это делает их коммерческое применение, мягко говоря, затруднительным. Ну кому нужна солнечная панель, которая выйдет из строя через несколько месяцев?

---

<sup>31</sup> Источник: <https://www.ixbt.com/live/science/kak-novyj-dizayn-perovskitov-podarit-nam-sverhstabilnye-solnechnye-batarei-i-v-chem-ih-princip.html> Опубликовано 19.05.2025

## В поисках «бронезилета»: первые попытки защиты

Учёные, конечно, не сидели сложа руки. Идея пришла довольно быстро: если сам материал уязвим, нужно накрыть его чем-то вроде защитного слоя. Идеальным кандидатом на роль такого «бронезилета» оказались двумерные (2D) перовскиты — более плоские и потенциально более устойчивые структуры.

Первые попытки были связаны с использованием в этом защитном 2D-слое катиона под названием метиламмоний (сокращённо МА). И сначала всё выглядело неплохо: эффективность преобразования энергии оставалась высокой, заряд хорошо переносился. Но, увы, сам метиламмоний оказался тем ещё неженкой — он начинал буквально испаряться под солнечными лучами. Солнечные элементы на такой основе деградировали всего за несколько сотен часов работы. Согласитесь, не самый впечатляющий результат.

Тогда исследователи обратили взор на другой катион — формамидиний (ФА). Он был известен своей большей стабильностью. Но и тут возникла загвоздка. Формамидиний крупнее метиламмония, и при попытке встроить его в 2D-структуру возникало слишком сильное напряжение в кристаллической решётке. Представьте, что вы пытаетесь втиснуть слишком большой предмет в маленькую коробку — рано или поздно коробка деформируется или порвётся. Так и здесь: стабильные 2D-решётки с формамидинием просто не хотели образовываться. Тупик?

И вот здесь на сцену выходят исследователи из Корнеллского университета с поистине изящным решением. Их осенила идея «согласования кристаллических решёток». Если говорить по-простому, они решили подобрать компоненты 2D-слоя так, чтобы его атомная структура идеально «стыковалась» со структурой основного 3D-перовскита, словно два идеально подогнанных элемента пазла. Или, как образно выразились сами учёные, добиться «идеального атомного рукопожатия».

Ключом к успеху стал подбор специальных органических молекул — лигандов. Эти лиганды должны были, с одной стороны, «дружить» с крупным катионом формамидиния (ФА), а с другой — обеспечивать правильное формирование всей 2D-структуры. Как объяснил ведущий автор исследования Шрипати Рамакришнан, возникла своего рода игра на противоположностях: «Лиганд в 2D-перовските стремится сжать решётку, в то время как катион ФА в «клетке» работает на её расширение». Учёным удалось подобрать такой лиганд, который не слишком сильно «давил» на «клетку», позволяя ей немного расшириться и комфортно вместить более крупный ФА. Это было настоящее искусство баланса на наноуровне!

## **Что получилось в итоге? Впечатляющие цифры и не только**

Результаты превзошли ожидания. Новая комбинация из 3D-перовскита, покрытого специально разработанным 2D-слоем на основе формамидиния, продемонстрировала выдающуюся стабильность. Она успешно противостояла совместному воздействию света, высокой температуры и влажности, значительно превзойдя предыдущие аналоги на основе метиламмония.

Но и это ещё не всё! Оказалось, что такой защитный слой не просто предохраняет основной материал от разрушения, но и улучшает его электрические характеристики. Перенос зарядов между 3D и 2D слоями стал более плавным, что положительно сказалось на общей эффективности. Итоговые цифры впечатляют: КПД преобразования солнечного света в электричество достиг 25,3%, а потеря производительности за почти 50 дней интенсивных испытаний в жёстких условиях (свет и жара одновременно) составила всего 5%. Это действительно прорыв на пути к созданию долговечных перовскитных солнечных элементов!

## **От лаборатории к крыше дома: долгий путь к солнечному будущему**

Конечно, путь от лабораторного образца до массового производства солнечных панелей, которые можно установить на крыше любого дома, ещё неблизкий. Как справедливо заметил профессор Цюмин Ю, один из руководителей проекта, «кремнию потребовалось около 50 лет, чтобы достичь того уровня развития... У перовскитов ещё не было этих 50 лет». Но последние достижения, основанные на глубоком понимании процессов на молекулярном уровне, позволяют значительно ускорить этот прогресс.

Интересно, что один из авторов работы, Шрипати Рамакришнан, во время стажировки в Национальной лаборатории возобновляемых источников энергии смог увидеть, как лабораторные разработки проходят испытания в реальных уличных условиях, бок о бок с промышленными солнечными панелями. Это, по его словам, очень вдохновляет и подчёркивает не только научную, но и огромную технологическую значимость таких исследований.

Так что же, мы стоим на пороге новой эры в солнечной энергетике? Пожалуй, ещё рано говорить о полной победе. Но каждый такой шаг, каждое «идеальное рукопожатие» атомов приближает нас к будущему, где чи-

стая и доступная энергия солнца станет реальностью для всех. И кто знает, возможно, уже через несколько лет именно такие, усовершенствованные и «усмирённые» перовскиты будут питать наши дома и города. А пока учёные продолжают свою кропотливую работу, слой за слоем, атом за атомом выстраивая это солнечное будущее.

## **Гигантские бетонные шары на дне океана позволяют запастись огромными объемами энергии<sup>32</sup>**

Ученые из института Фраунгофера успешно протестировали на Боденском озере прототип нового накопителя энергии подводного типа. И теперь готовятся к созданию и испытанию совместно с американскими коллегами уже полномасштабной модели. Испытания назначены на 2026 год, место проведения – Лонг-Бич возле Лос-Анджелеса.

Концепция проста и известна: вода под собственным весом заполняет сферу из бетона, вращая во время движения внутрь турбину генератора. При избытке энергии в сети включаются насосы, которые откачивают воду из сферы — и так раз за разом. Отличительная особенность этого проекта, который получил название «StEnSea», в выборе места расположения накопителей.

Сферы предполагается разместить на глубинах 600-800 м, чтобы они никак не мешали судоходству и не влияли на хрупкую экосистему мелководья. Пространство на суше для постройки установок возобновляемой энергии ограничено, место для накопителей тоже, а вот побережье на таких глубинах почти везде пустует. Остается только проложить кабели и менять сферы примерно раз в 50 лет по мере их износа.

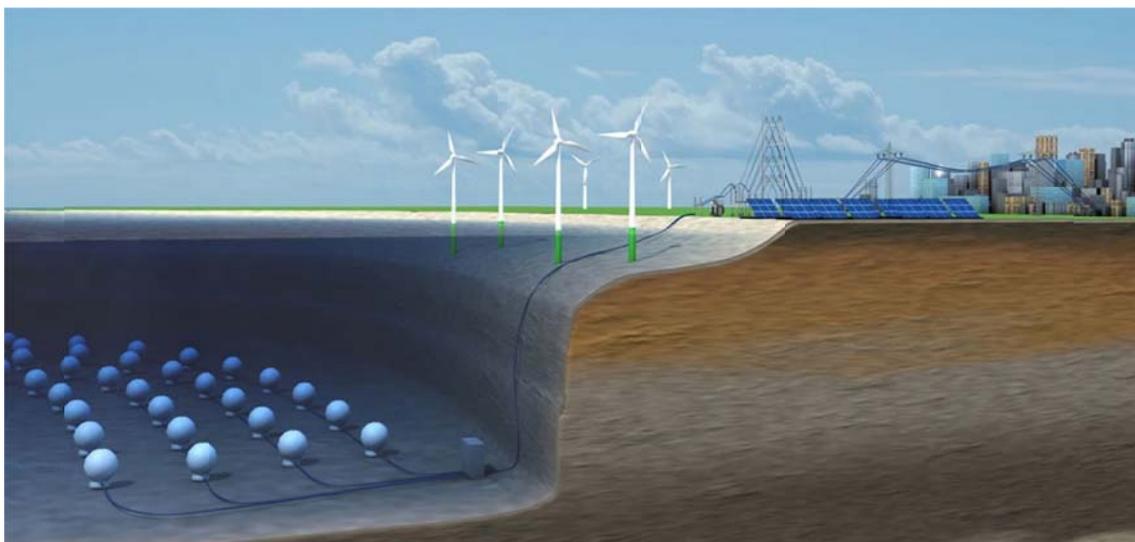
В будущем испытании будет использована сфера диаметром 9 м, которая может генерировать 0,5 МВт и хранить 0,4 МВт ч энергии. В дальнейшем предполагается создавать сферы диаметром уже 30 м. Если разместить их во всех доступных для этого местах, они смогут хранить до 817 000 ГВт ч. Этого хватит, чтобы компенсировать дефицит энергии при

---

<sup>32</sup> Источник: <https://www.techcult.ru/technology/15167-betonnye-shary-na-dne-okeana> Опубликовано 20.05.2025

остановке ветряков и солнечных батарей в Германии, Франции и Великобритании вместе взятых в течение целого года.





Проектом заинтересовалось Министерство энергетики США, которое уже вложило в него \$4 млн. У этой страны протяженная береговая линия и множество крупных городов и производств на побережье, которые нуждаются в энергии.

## **Британские инженеры создали систему для беспроводной передачи солнечной энергии с орбиты на Землю<sup>33</sup>**

Британский стартап Space Solar завершил испытания инновационной технологии, которая обеспечивает беспроводную передачу солнечной энергии с орбиты на Землю. Разработанные солнечные панели, размещённые в космосе, в 13 раз превосходят по эффективности наземные аналоги, что делает их перспективным решением для круглосуточного энергоснабжения. Проект, получивший название «Cassidi», был реализован за 18 месяцев при поддержке Космического агентства Великобритании и Министерства энергетической безопасности с бюджетом 2,26 миллиона долларов.

---

<sup>33</sup> Источник: <https://www.ixbt.com/news/2025/05/19/britanskie-inzhenery-sozdali-sistemu-dlja-besprovodnoj-peredachi-solnechnoj-jenergii-s-orbity-na-zemlju--i-jeto-rabotaet.html> Опубликовано 19.05.2025

Технология Space Solar основана на использовании модульного спутника «Cassiopeia», оснащённого тысячами компактных фотоэлектрических модулей и отражателями солнечного света. В отличие от земных солнечных панелей, орбитальные установки работают без перерывов, не зависят от погодных условий и атмосферных помех. «В космосе нет ночи или облаков, что позволяет панелям генерировать в 13 раз больше энергии», — пояснили представители компании.

В рамках проекта «Cassidi» были протестированы все ключевые компоненты системы: сбор солнечной энергии, её беспроводная передача с помощью высокочастотных радиоволн и приём на наземных станциях. Уникальная особенность технологии — возможность управления энергетическим лучом на 360 градусов без использования механических деталей, что повышает надёжность системы. Испытания демонстратора Harrier подтвердили эффективность разработок.

Space Solar представила детальный проект спутника и объявила о планах по масштабированию технологии. В течение пяти лет компания намерена создать коммерческую систему мощностью в мегаватты, а в перспективе 12 лет — увеличить её до десятков мегаватт и гигаватт. Запуск первых спутников запланирован на 2030 год.

Верстка и дизайн: Беглов И.Ф., Дегтярева А.С.

Подготовлено к печати  
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,  
г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11А

**[sic.icwc-aral.uz](http://sic.icwc-aral.uz)**