



Federal Ministry
for the Environment, Climate Action,
Nature Conservation and Nuclear Safety

IKI



INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE



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

ИННОВАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ: мировой опыт

Часть 20

Ташкент 2026



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 20

Ташкент 2026

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, борьбы с изменением климата, охраны природы и ядерной безопасности (BMUKN) в рамках Международной климатической инициативы (IKI)

Содержание

Рейтинг: какие страны потребляют больше всего энергии в расчете на одного человека	7
Рейтинг крупнейших стран – потребителей электроэнергии в мире.....	9
Возобновляемая энергетика.....	13
<i>Ветроэнергетика</i>	<i>13</i>
Китайский аэростат-ветрогенератор успешно прошел испытания	13
Китай запустил первую в мире плавучую солнечную электростанцию мощностью 100 киловатт с бамбуковым каркасом	14
Персональная ветряная турбина Ventyra R1 уместится в рюкзаке	16
Морские ветроэлектростанции могут менять погоду	18
<i>Солнечная энергетика</i>	<i>19</i>
Разработаны прозрачные солнечные батареи рекордной площади и КПД	19
Стартап собирается разгонять дронами облака над солнечными фермами	21
Немецкие учёные установили мировой рекорд эффективности нового поколения солнечных элементов.....	22
Новая молекулярная архитектура увеличила КПД перовскитового фотоэлемента до 27,39%.....	23
Нестабильность зеленой энергетики может усугубить проблему загрязнения воздуха	25
Переработка старых солнечных панелей может принести до \$1 трлн к 2060 году	26
Перовскитные панели обогнали кремний по выработке энергии в полевых испытаниях	28

Компания выпустила солнечную пленку с КПД 24,4% для изогнутых поверхностей.....	30
Традиционная энергетика	32
ГАЭС и дата-центры: новые драйверы роста мировой гидроэнергетики	32
Всемирный банк представил стратегию развития гидроэнергетики.....	34
Гидроэнергетика в 2025 году: снижение капзатрат и рост себестоимости энергии	35
Китай приблизился к запуску крупнейшей в мире импульсной ГЭС на 500 МВт: ключевой узел прошёл испытания.....	37
Диктатура плотин: ГЭС как новый рычаг геополитики	39
Глобальный аудит малых ГЭС и ГАЭС: ученые оценят экологический ущерб.....	41
Электрические сети сдерживают развитие мировой энергетики.....	42
Системы хранения энергии.....	44
Аккумуляторы и суперконденсаторы соединили в гибрид для стабилизации электросети.....	44
Проточные батареи могут ускорить переход к чистой энергетике	45
В США создают маховиковый накопитель энергии на 200 кВт·ч – замену литий-ионным батареям	46
Разработан доступный катализатор для аккумуляторов будущего	48
Новые натрий-ионные аккумуляторы обходятся без активного охлаждения	49
Создан трехслойный твердотельный электролит для аккумуляторов	50
Инновационные решения в энергетике.....	52
100-тонный буй получил первый в мире международный сертификат безопасности для волновой энергетики	52
Окна научили вырабатывать электричество	54
Полимерные ловушки продлевают срок службы цинк-йодных батарей до 60 000 циклов	56

Водная цинк-ионная батарея выдерживает 1000 циклов благодаря гидрогелю из бамбука.....	57
Установка Voya Energy превратит алюминиевый лом в чистую энергию.....	59

Рейтинг: какие страны потребляют больше всего энергии в расчете на одного человека¹

Объем энергопотребления в расчете на одного человека зависит от климата страны, структуры ее промышленности, транспортных потребностей и общего устройства экономики.

На инфографике представлены 40 стран с самым высоким показателем общего энергоснабжения на душу населения в 2025 году. Данные взяты из Statistical Review of World Energy 2026 Института энергетики.

Под общим энергоснабжением понимается весь объем энергии, поступающий в экономику страны, – включая топливо для промышленности, производства электроэнергии и транспорта, – до учета потерь при преобразовании. Таким образом, показатель характеризует энергопотребление всей экономики, а не расход энергии домохозяйствами или личный энергетический след отдельных людей.

Первое место занимает Исландия – 745 гигаджоулей на человека. Электроэнергия в стране почти полностью производится за счет собственных гидро- и геотермальных ресурсов. При этом значительную долю спроса на энергию формируют энергоемкие отрасли, прежде всего производство алюминия.

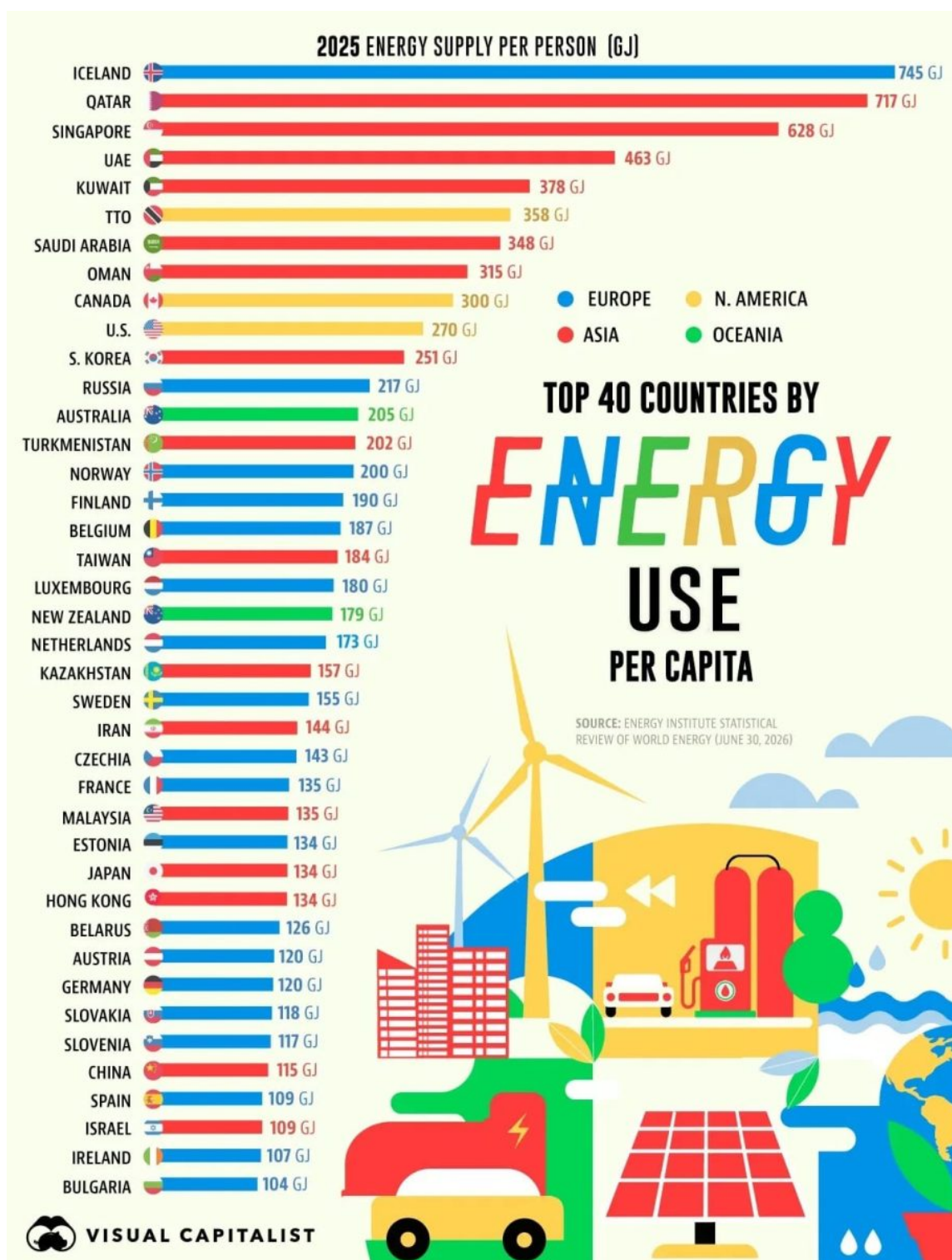
Второе и третье места занимают Катар (717 гигаджоулей) и Сингапур (628 гигаджоулей). Обе страны сочетают энергоемкое производство и переработку с небольшой численностью населения. Катар в огромных масштабах перерабатывает, сжижает и экспортирует природный газ, а Сингапур располагает одними из крупнейших в мире нефтеперерабатывающих и нефтехимических комплексов.

В первой восьмерке прослеживается закономерность. За исключением Исландии и Сингапура, остальные шесть стран – крупные производители нефти и газа с относительно небольшим населением. Среди них Кувейт (378 гигаджоулей), Тринидад и Тобаго (358 гигаджоулей), Саудовская Аравия (348 гигаджоулей) и Оман (315 гигаджоулей).

Примечателен и географический состав рейтинга. Ни одна страна Африки или Южной Америки не вошла в первую 40-ку: список полностью сформирован государствами Европы, Азии, Северной Америки и Океании.

Россия находится на 12-й строчке рейтинга с показателем 216,6 гигаджоулей на человека.

¹ Источник: <https://naked-science.ru/community/1209774> Опубликовано 18.08.2026



Китай демонстрирует несколько иную картину. При показателе 115 гигаджоулей на человека крупнейший в мире потребитель угля занимает более высокую позицию, чем Испания (109 гигаджоулей). В то же время Великобритания (90 гигаджоулей), Италия (94 гигаджоулей) и Швейцария (98 гигаджоулей) не попадают в первую 40-ку. Граница рей-

тинга проходит на уровне 104 гигаджоулей, который приходится на Болгарию.

В конечном счете этот показатель отражает энергопотребление экономики в целом, а не повседневное поведение населения. Нефтеперерабатывающие центры и страны – крупные экспортеры топлива, такие как Сингапур и Катар, – расходуют значительные объемы энергии на производство товаров и топлива, которые затем потребляются в других государствах. Именно поэтому небольшие торгово-промышленные экономики могут оказаться выше в рейтинге, чем крупнейшие в мире потребители энергии по абсолютному объему.

Рейтинг крупнейших стран – потребителей электроэнергии в мире²

Спрос на электроэнергию становится одной из ключевых экономических тем десятилетия. Его рост подпитывают промышленное развитие, распространение электромобилей, увеличение использования кондиционеров, а также стремительное расширение центров обработки данных для искусственного интеллекта.

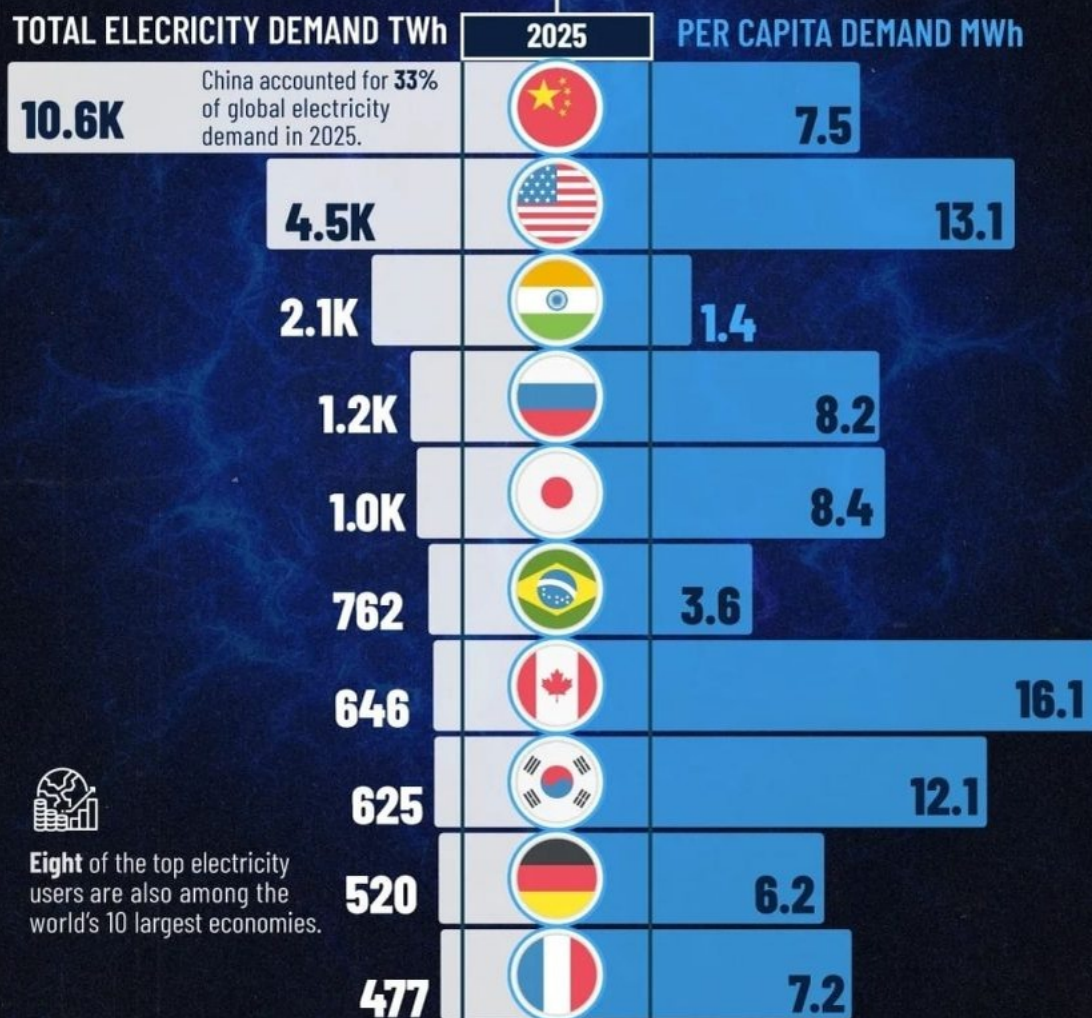
Новая инфографика ранжирует крупнейших потребителей электроэнергии в мире в 2025 году на основе данных исследования Ember's Global Electricity Review 2026. В ней сравниваются общий объем потребления электроэнергии в тераватт-часах и потребление на душу населения в мегаватт-часах.

Сегодня потребление электроэнергии все теснее связано с объемами промышленного производства, развитием ИИ-инфраструктуры, распространением электромобилей и ростом уровня жизни в крупнейших экономиках мира.

² Источник: <https://dzen.ru/a/ahfTTBUdvlFXsAxO> Опубликовано 28.05.2026

ELECTRICITY DEMAND

The 10 biggest electricity using countries by total demand and per person demand.



Китай уверенно лидирует в мире, ежегодно потребляя более 10 500 миллионов мегаватт-часов электроэнергии. На втором месте находятся Соединенные Штаты с показателем около 4500 миллионов мегаватт-часов, а Индия занимает третью позицию – чуть более 2000 миллионов мегаватт-часов. Россия находится на четвертом месте в мире с показателем 1200 миллионов мегаватт-часов.

Рост Китая кардинально изменил глобальную структуру энергопотребления. В начале 2000-х годов страна использовала менее 10% всей мировой электроэнергии. Сегодня на Китай приходится примерно треть мирового спроса. Одним из главных факторов остается промышленное производство, особенно такие энергоемкие отрасли, как металлургия, цементная промышленность и химическое производство. Однако сейчас появляются и новые источники роста потребления. Стремительное развитие китайской индустрии электромобилей, активное строительство дата-центров для искусственного интеллекта и все более широкое использование кондиционеров создают дополнительную нагрузку на энергетическую систему страны.

Новая инфографика ранжирует крупнейших потребителей электроэнергии в мире в 2025 году на основе данных исследования Ember's Global Electricity Review 2026. В ней сравниваются общий объем потребления электроэнергии в тераватт-часах и потребление на душу населения в мегаватт-часах.

Сегодня потребление электроэнергии все теснее связано с объемами промышленного производства, развитием ИИ-инфраструктуры, распространением электромобилей и ростом уровня жизни в крупнейших экономиках мира.

Китай уверенно лидирует в мире, ежегодно потребляя более 10500 миллионов мегаватт-часов электроэнергии. На втором месте находятся Соединенные Штаты с показателем около 4500 миллионов мегаватт-часов, а Индия занимает третью позицию – чуть более 2000 миллионов мегаватт-часов. Россия находится на четвертом месте в мире с показателем 1200 миллионов мегаватт-часов.

Рост Китая кардинально изменил глобальную структуру энергопотребления. В начале 2000-х годов страна использовала менее 10% всей мировой электроэнергии. Сегодня на Китай приходится примерно треть мирового спроса. Одним из главных факторов остается промышленное производство, особенно такие энергоемкие отрасли, как металлургия, цементная промышленность и химическое производство. Однако сейчас появляются и новые источники роста потребления. Стремительное развитие китайской индустрии электромобилей, активное строительство дата-центров для искусственного интеллекта и все более широкое использование конди-

ционеров создают дополнительную нагрузку на энергетическую систему страны.

Хотя Китай занимает первое место по общему объему потребления, Канада и США являются мировыми лидерами по расходу электроэнергии на одного человека.

Среднестатистический житель Канады ежегодно потребляет около 16,1 мегаватт-часа электроэнергии, тогда как показатель США составляет 13,1 мегаватт-часа. Такой высокий уровень объясняется несколькими причинами: большими жилыми домами, широким использованием систем отопления и кондиционирования, а также высоким уровнем оснащенности бытовой техникой. В Канаде дополнительную роль играют суровые зимы, увеличивающие потребность в отоплении, а также энергоемкие отрасли – например, добыча полезных ископаемых и нефтяная промышленность.

Индия уже занимает третье место в мире по общему объему потребления электроэнергии, однако средний житель страны все еще использует значительно меньше энергии, чем население развитых государств. На одного человека в Индии приходится лишь около 1,4 мегаватт-часа в год – это существенно ниже среднемирового уровня.

Возобновляемая энергетика

Ветроэнергетика

Китайский аэростат-ветрогенератор успешно прошел испытания³

Китайская компания SAWES успешно протестировала высотную версию аэростата для получения энергии ветра. Летательный аппарат S4000 поднялся на тросе на высоту 4000 метров, где скорость ветра больше и не зависит от погодных условий, выработал электроэнергию и вернулся обратно. Успешное завершение летных испытаний знаменует переход технологии от стадии разработки к инженерному внедрению.



SAWES уже несколько лет разрабатывает аэростаты-ветрогенераторы, рассчитывая рано или поздно запускать их в стратосферу. В прошлом году она испытала установку S1500, беспилотный летательный аппарат, наполненный гелием, который с помощью троса поднимается на высоту 1500 метров. Ветер обтекает его крылья, создавая подъемную силу и одновременно вращая встроенные генераторы. По кабелю выработанная электроэнергия поступает на землю. Система может рабо-

³ Источник: <https://hightech.plus/2026/08/24/kitaiskii-aerostat-vetrogenerator-uspeshno-proshel-ispitaniya> Опубликовано 24.08.2026

тать в автоматическом режиме, корректируя положение относительно направления ветра для максимальной выработки электроэнергии.

Нынешний вариант – S4000 – предназначен для работы на 4000 м и отличается улучшенными аэродинамическими характеристиками и более высокой энергоэффективностью. В ходе испытаний были отработаны все этапы: подъем, удержание позиции, проверка системы энергоснабжения и штатный возврат аппарата; все показатели соответствовали установленным нормам, что полностью подтвердило надежность системы в сложных условиях больших высот, сообщает Global Times.

Наземные ветряки ограничены высотой мачты – чем выше, тем дороже и сложнее строить. На высоте 4000 метров средняя скорость ветра значительно выше, а турбулентность меньше, что дает более стабильную и предсказуемую выработку энергии. Кроме того, аэростат не занимает места на поверхности, не требует массивного фундамента и дорогостоящей установки – систему управления с тросом можно развернуть где угодно, включая горы, пустыни и даже морские платформы.

Система вырабатывает переменный ток, который может быть напрямую интегрирован в электрические сети. Это упрощает подключение и снижает потери. Поскольку аппарат не требует наземной инфраструктуры, кроме троса и лебедки, его можно быстро развернуть в удаленных районах или временно задействовать для энергоснабжения строительных площадок, военных объектов и спасательных операций. Заявленный срок службы – до 20 лет.

Китай запустил первую в мире плавучую солнечную электростанцию мощностью 100 киловатт с бамбуковым каркасом⁴

Китай ввел в эксплуатацию первую в мире плавучую солнечную электростанцию мощностью 100 киловатт, конструкция которой выполнена с использованием бамбуковых элементов. Экспериментальная платформа стала частью более масштабного проекта по замене стали и пластика экологичными материалами в морской энергетике.

Плавучая солнечная платформа получила название Jilin-2. Ее каркас изготовлен из композитных бамбуковых труб и профилей. Установка раз-

⁴ Источник: <https://naked-science.ru/community/1211505> Опубликовано 27.08.2026

мещена на демонстрационной площадке в море у побережья города Яньтай в восточной китайской провинции Шаньдун.



Как сообщила компания Yantai CIMC Raffles Ocean Technology Group, вырабатываемая платформой электроэнергия будет использоваться в рамках комплексного проекта по производству водорода, аммиака и метанола.

«По сравнению с традиционными конструкциями из стали или полиэтилена высокой плотности бамбуковая конструкция значительно снижает воздействие на морскую окружающую среду», – заявили в CIMC Raffles.

Jilin-2 стала развитием более раннего экспериментального образца Jilin-1, построенного в 2023 году. Его мощность составляла 10 киловатт.

Новая 100-киловаттная платформа разработана Институтом исследований морского инжиниринга CIMC – научно-исследовательским подразделением CIMC Raffles – совместно с China Forestry Group Corporation и Пекинским лесотехническим университетом.

Персональная ветряная турбина Ventyra R1 уместится в рюкзаке⁵

Компания DIY Electronics из Денвера представила портативный ветрогенератор Ventyra R1, который за считанные дни собрал сотни сторонников на Kickstarter. Людям очень понравилась идея носить с собой полноценный ветрогенератор для выработки бесплатного электричества при ветреной погоде. Это точно такая же турбина, как и огромные наземные установки, только маленькая и персональная – идеальный вариант для подзарядки гаджетов. Она работает хоть на природе, хоть в городе – лишь бы дул ветер.

Для ветряных турбин критически важны высота мачты и размах лопастей – чем они больше, тем эффективнее ловится ветер. Но тогда турбина перестает быть мобильной, поэтому создатели Ventyra R1 пошли другим путем – они сделали устройство складным и легким (всего 1 кг). Такой ветряк без проблем можно носить с собой и использовать практически везде, надо лишь обеспечить ему устойчивое положение, закрепив треногу колышками, как палатку.



Для выработки энергии достаточно ветра скоростью всего 3 м/с. У турбины есть хвостовое оперение, поэтому она сама разворачивается по

⁵ Источник: <https://www.techcult.ru/gadgets/16828-personalnaya-vetryanaya-turbina-ventyra-r1>
Опубликовано 27.08.2026

ветру для оптимального угла атаки. Номинальная мощность 50 Вт, при сильном ветре она вырастает до 75 Вт, напряжение 12 В. Электричество подается на пауэр-хаб, к которому для подзарядки можно подключить любое устройство с портом USB-C. И да, можно без проблем собрать свой личный ветровой парк из нескольких Ventyra R1, которые будут подавать энергию в единый пауэр-хаб для подзарядки еще большего количества гаджетов.



Стоимость Ventyra R1 заявлена в \$179, что на фоне постоянно растущих цен на энергию и энергоносители выглядит весьма привлекательно.

Морские ветроэлектростанции могут менять погоду⁶

Морские ветроэлектростанции производят энергию без прямых выбросов углекислого газа. Но если таких установок станет очень много, они могут начать влиять на атмосферу – и даже менять распределение осадков. К такому выводу пришли исследователи, смоделировавшие возможное развитие морской ветроэнергетики в Северном и Балтийском морях. Работа опубликована в журнале *Communications Earth & Environment*.

Учёные использовали региональную климатическую модель и проанализировали различные сценарии развития ветроэнергетики на основе погодных данных за десять лет – с 2008 по 2017 год. Они сравнили современные ветропарки, планы их расширения и экстремальный сценарий, при котором все выделенные для строительства морские зоны используются с максимально возможной интенсивностью. Оказалось, что крупные скопления ветряных турбин способны заметно менять движение воздуха.

Каждая турбина отбирает часть кинетической энергии ветра и создаёт турбулентность. Когда таких турбин тысячи, меняется перемешивание воздуха и перенос влаги. В результате осадки могут перераспределяться.

В наиболее масштабном сценарии количество осадков непосредственно над районами ветроэлектростанций увеличивалось. Одновременно некоторые участки побережья становились суше.

Согласно расчётам, в отдельных прибрежных районах Германии, Нидерландов и Великобритании количество осадков могло снизиться на 10–12%, а в некоторых районах датского полуострова Ютландия – более чем на 15%. Над самими районами размещения крупных морских ветропарков, напротив, осадков становилось больше.

Важно, что речь не идёт о прогнозе погоды на ближайшие десятилетия. Исследователи специально рассмотрели крайний сценарий – максимальное технически возможное освоение всех обозначенных зон для морской ветроэнергетики. Это скорее проверка того, насколько сильно огром-

⁶ Источник: <https://ecosphere.press/2026/08/27/morskie-vetroelektrostantszii-mogut-menyat-pogodu/>
Опубликовано 27.08.2026

ная инфраструктура в море в принципе способна воздействовать на атмосферу.

Современные и запланированные на ближайшие годы ветропарки, согласно моделированию, оказывают гораздо меньший эффект, в основном ограниченный морскими районами. Но результаты показывают, что при масштабном развитии отрасли морские электростанции стоит рассматривать не только как источник энергии.

Оказывается, тысячи ветряков могут стать новым фактором регионального климата – наряду с температурой моря, ветрами и особенностями побережья.

Авторы работы подчёркивают, что результаты необходимо проверить с помощью других климатических моделей. Но уже сейчас исследование ставит интересный вопрос для будущего: переход на чистую энергетику меняет не только состав атмосферы, сокращая выбросы, – сама инфраструктура нового энергетического мира тоже может стать частью климатической системы.

Солнечная энергетика

Разработаны прозрачные солнечные батареи рекордной площади и КПД⁷

Нет сомнений, что за солнечной энергетикой будущее. Самым прорывным ее направлением считаются органические фотоэлектрические модули. Но широкому их внедрению препятствуют, во-первых, скромный КПД, а во-вторых, и это важнее, трудности с масштабированием.

Исследователям из Фрайбургского университета и Института солнечной энергетики имени Фраунгофера удалось решить обе проблемы. Разработка, ставшая рекордной по части сочетания в себе этих двух параметров, описана в журнале *Joule*.

⁷ Источник:

https://naukatv.ru/news/razrabotany_prozrachnye_solnechnye_batarei_rekordnoj_ploschadi_i_kpd
Опубликовано 25.08.2026

«Одна из главных проблем в органической фотовольтаике – переход к большим площадям. Хорошие лабораторные результаты, полученные на маленьких образцах, изготовленных вручную, зачастую невозможно перенести в промышленное производство, поскольку технология их изготовления не работает на больших поверхностях. Нам впервые удалось нанести все слои солнечных элементов методом щелевого нанесения практически без потерь в эффективности, – это большой прорыв», – говорит физик Ули Вюрфель, руководивший исследованием.

Результатом стали полупрозрачные органические фотоэлектрические модули площадью 210,25 см² с КПД до 9,26%. Сама по себе площадь не рекордная – есть и больше, но с такой эффективностью равных им нет.



Еще одна проблема, которую приходится решать разработчикам органической фотовольтаики – прозрачность. И здесь они тоже достигли впечатляющих результатов: их детище пропускает до 43,2% света в видимом диапазоне.

«Теперь, когда мы освоили технологический процесс, мы с оптимизмом смотрим на возможность значительно повысить прозрачность без потери эффективности», – добавляет Вюрфель.

Органические солнечные модули со светопропусканием значительно выше 50% можно использовать вместо оконного стекла в фасадах зданий или теплицах. В тех случаях, где нужно тонированное стекло – например, в автомобильных люках или фасадных элементах, – низкую прозрачность можно считать даже преимуществом.

В каждом модуле с помощью лазерной структуризации последовательно соединено более ста солнечных элементов. Элементы состоят из тыльного электрода, отражающего ближний инфракрасный свет (наносится на стеклянную подложку магнетронным распылением), поглощающего слоя из органических полупроводников и безметаллического верхнего электрода из полимера PEDOT:PSS, который наносится в несколько слоев методом щелевого покрытия.

Технология щелевого нанесения совместима с рулонными процессами – то есть модули можно сделать на гибкой подложке. Авторы изготовили и протестировали прототипы размером 14,5×14,5 см.

«Они сохранили 100% исходной эффективности после 1274 циклов изгиба вокруг стержня диаметром 15 мм», – уточняет физик Матиас Лист, один из авторов исследования.

По его словам, в дальнейшем предполагается «добиться таких же результатов на еще больших площадях»; это касается и жестких модулей. Масштабирование вполне реально, потому что применяемые в их изготовлении методы хорошо отработаны в промышленности.

Стартап собирается разгонять дронами облака над солнечными фермами⁸

Солнечные электростанции зависят от погоды: когда над ними нависают облака, выработка падает примерно на 80%. Американский стартап Meteoric предлагает не ждать милостей от природы и рассеивать облака беспилотниками. Дроны будут механически изменять капли воды внутри облаков, снижая их отражающую способность и пропуская больше солнечного света. По расчетам компании, это может увеличить годовую выработку существующих солнечных ферм на 10–30% без строительства новой инфраструктуры.

Подробности своей технологии Meteoric держит в тайне, но компания утверждает, что прототип уже рассеял искусственное облако на 13% в камерных испытаниях. Известные методы управления облаками включают распыление сухого льда или йодида серебра, чтобы капли сливались и выпадали в осадок, или механическое смешивание – например, полет вертолета через насыщенный влагой воздух для смешивания с более сухим воз-

⁸ Источник: <https://hightech.plus/2026/08/24/startup-sobiraetsya-razgonyat-dronami-oblaka-nad-solnechnimi-fermami> Опубликовано 24.08.2026

духом. Но аренда вертолета стоит более \$2000 в час, тогда как электрические дроны Meteoric – всего \$30–60. Это делает их использование экономически оправданным для регулярных операций.

По данным компании, увеличение выработки на 10–30% в основных энергосистемах США может принести операторам солнечных ферм дополнительный доход в размере \$5000–28 000 на мегаватт установленной мощности. Для крупной станции мощностью 100 МВт это означает дополнительные \$0,5–2,8 млн в год – без дополнительных инвестиций в панели или землю.

Есть у Meteoric и более амбициозная цель – ослаблять при помощи дронов интенсивность ураганов и штормов. Эксперты из Всемирной метеорологической организации заявляют: «Технологии активного воздействия на погоду, которые, как утверждается, способны вызывать столь масштабные или значительные эффекты, не имеют под собой надежного научного обоснования, и к ним следует относиться с недоверием».

Тем не менее, план стартапа по увеличению выработки солнечной энергии за счет уменьшения облачности может представлять интерес для операторов солнечных электростанций, стремящихся максимизировать производительность своих объектов, пишет Tom's Hardware.

Немецкие учёные установили мировой рекорд эффективности нового поколения солнечных элементов⁹

Исследователи Центра имени Гельмгольца в Берлине (HZB) и Центра материаловедения Берлинского университета имени Гумбольдта разработали тандемный солнечный элемент нового поколения с рекордным коэффициентом полезного действия 25,5%. Результат официально подтверждён и включён в международные таблицы эффективности солнечных элементов (Solar Cell Efficiency Tables), публикуемые в журнале Joule.

Новый рекорд установлен для тандемной конструкции, сочетающей два полупроводниковых материала – тонкоплёночный CIGS (медь-индий-галлий-селенид) и перовскит. Такая архитектура позволяет более эффективно использовать различные участки солнечного спектра и получать

⁹ Источник: <https://nia.eco/2026/07/02/116446/> Опубликовано 2.07.2026

больше электроэнергии по сравнению с традиционными кремниевыми солнечными батареями.

Предыдущий мировой рекорд для солнечных элементов такого типа составлял 24,6%. Новая разработка позволила повысить эффективность преобразования солнечного света до 25,5% на элементе площадью более одного квадратного сантиметра, что считается важным критерием для оценки перспектив промышленного применения.

Для достижения нового результата исследователи оптимизировали сразу несколько компонентов конструкции, включая транспортные слои для переноса электронов и дырок, толщину функциональных покрытий и межслойные интерфейсы. Это позволило снизить внутренние потери энергии и одновременно повысить стабильность работы элемента.

Параллельно в рамках европейского проекта SOLMATES разработчики изготовили мини-модуль площадью 2,25 см², который продемонстрировал эффективность 19,7%. По словам авторов работы, это важный шаг на пути от лабораторных образцов к промышленным солнечным панелям.

При этом исследователи считают, что потенциал технологии ещё далеко не исчерпан. В ходе внутренних испытаний аналогичные конструкции уже демонстрировали эффективность около 27,5%, что позволяет рассчитывать на дальнейшее повышение характеристик.

Развитие тандемных солнечных элементов рассматривается как одно из наиболее перспективных направлений современной фотоэлектрики. Повышение эффективности солнечных панелей позволяет получать больше электроэнергии с той же площади, снижая потребность в материалах, земле и затраты на производство электроэнергии, что делает солнечную энергетику ещё более конкурентоспособной.

Новая молекулярная архитектура увеличила КПД перовскитового фотоэлемента до 27,39%¹⁰

Китайские исследователи применили в разработке перовскитовых солнечных элементов молекулярный дизайн, который одновременно уменьшает дефекты и не препятствует транспорту зарядов. Такой подход позволил

¹⁰ Источник: <https://hightech.plus/2026/09/04/novaya-molekulyarnaya-arhitektura-uvulichila-kpd-perovskitovogo-fotoelementa-do-2739> Опубликовано 4.09.2026

достичь рекордной эффективности преобразования энергии – 27,39% при сохранении 99,6% исходной мощности после более чем 5000 часов непрерывной работы.

Перовскитовые фотоэлементы стремительно приближаются по эффективности к кремниевым, но их коммерциализация сдерживается нестабильностью и дефектами материала. При быстрой кристаллизации пленки возникают на поверхностях, границах и в местах соединений возникают микроскопические изъяны. Эти дефекты становятся центрами рекомбинации носителей заряда, снижая эффективность и ускоряя деградацию элемента. Добавление органических молекул может исправлять такие дефекты, но дорогой ценой: избыточная молекулярная защита создает изолирующие прослойки, которые мешают движению тока.

Команда из Хэбэйского технологического университета, Цзясиньского университета Наньху и Тяньцзиньского университета предложила элегантное решение – стратегию стерического двухсайтового хелирования (SGDC). Молекула ADA-DA состоит из жесткого каркаса, к которому присоединены две карбоксиметил-группы. Эти две группы связывают ионы свинца на поверхности кристаллов, а каркас регулирует упаковку молекул так, чтобы они не создавали плотный изолирующий слой. Другими словами, молекула работает как «двурукий клещ»: удерживает дефекты, но не мешает соседним молекулам двигаться, обеспечивая хороший транспорт зарядов.

Когда эту добавку ввели в перовскитовую пленку, кристаллы выросли более крупными и гладкими. Электрические измерения подтвердили значительное снижение плотности дефектов как для электронов, так и для дырок.

Солнечный элемент на основе инвертированной р-і-п-структуры достиг КПД 27,39%. Это больше, чем у эталонного элемента (26,24%). Результат сертифицирован независимой сторонней лабораторией, сообщает PV Magazine.

Затем исследователи масштабировали технологию до бифокальных мини-модулей, на которые свет может падать с обеих сторон. Модуль с 13 ячейками и площадью 164 см² показал КПД 22,21% и 22,33%, в зависимости от стороны.

Но самое впечатляющее – стабильность: в течение 5000 часов непрерывного освещения белыми светодиодами модуль потерял всего 0,4% мощности, сохранив 99,6% исходной производительности. Это один из лучших показателей долговременной стабильности для перовскитовых модулей такого размера.

Нестабильность зеленой энергетики может усугубить проблему загрязнения воздуха¹¹

Китайские и американские экологи и физики выяснили, что активное внедрение ветряных и солнечных электростанций в Китае приведет к 40-100% учащению эпизодов экстремально сильного загрязнения воздуха из-за нестабильности зеленых источников электроэнергии. Об этом говорится в исследовании, опубликованном в научном журнале Nature Geoscience.

«Проведенные в прошлом расчеты указывали на то, что замена части текущей угольной генерации на солнечные и ветряные электростанции приведет к существенному снижению загрязнения воздуха в Китае. Эти прогнозы не учитывают того, как на выбросы влияют простои в работе зеленой энергетики, что в особенности касается тех периодов времени, когда на суше устанавливается безветренная погода», – пишут исследователи.

Как объяснил доцент Пекинского университета Шэнь Лу, сейчас власти Китая активно развивают возобновляемую энергетику и строят большое число солнечных и ветряных электростанций. Эти меры, как надеются в Пекине, позволят к 2060 году сократить долю угольных электростанций с текущих 62% до 20% от общего объема генерирующих мощностей, что предположительно сильно улучшит качество воздуха в большинстве регионов Китая. Однако эти прогнозы не учитывают того, что выработка тока солнечными и ветряными электростанциями может резко сокращаться при наступлении пасмурной погоды или штиля. Подобные инциденты вынуждают энергетиков компенсировать эти потери путем повышения мощности угольных ТЭС или других электростанций, сжигающих ископаемое топливо и выбрасывающих частицы пепла и оксиды азота и серы в воздух.

Для оценки влияния этих эпизодов на экологию ученые создали компьютерную модель энергетической системы Китая, которая позволяет оценивать как средний, так и пиковый уровень выбросов тепловых электростанций, а также характер их распространения в разную погоду. Используя эту модель, исследователи просчитали две дюжины сценариев, в которых угольные ТЭС были вынуждены компенсировать резкие снижения в выработке зеленой энергии, продолжавшиеся от нескольких часов до трех суток.

Оказалось, что частые эпизоды дефицита зеленой энергии будут приводить к резким всплескам концентрации загрязнителей в атмосфере при очень активном и масштабном внедрении ветряков и солнечных пане-

¹¹ Источник: <https://tass.ru/nauka/28003521> Опубликовано 11.08.2026

лей. Частота таких эпизодов вырастет на 40-100% для разных сценариев развития зеленой энергетики, что существенным образом повысит нагрузку на систему здравоохранения за счет учащения респираторных и кардиологических заболеваний. Это необходимо учитывать при разработке планов по внедрению и развитию зеленых технологий.

Переработка старых солнечных панелей может принести до \$1 трлн к 2060 году¹²

Быстрый рост солнечной энергетики создаёт новую проблему – что делать с панелями после окончания срока службы. По оценке международной группы исследователей, к 2060 году в мире может накопиться 297-402 млн тонн отходов фотоэлектрических модулей.

Однако при развитии переработки этот массив отходов может превратиться в значимый сырьевой ресурс. Авторы исследования, опубликованного в Nature, оценили потенциальный совокупный экономический эффект почти в \$1 трлн.

Фотоэлектрические модули содержат кремний, серебро, медь, алюминий, теллур и другие материалы, часть которых можно возвращать в промышленный оборот.

Одновременно в конструкции отдельных типов панелей могут присутствовать свинец, кадмий и другие вещества, способные создавать экологические риски при неправильном обращении с отходами.

Поэтому проблема заключается не только в объёме будущего мусора, но и в том, будут ли панели разбираться и перерабатываться или отправляться на полигоны.

Исследователи подчёркивают, что солнечную энергетику необходимо оценивать по всему жизненному циклу оборудования – от производства и эксплуатации до демонтажа и извлечения материалов.

Авторы разработали модель, охватывающую 32 региона мира и 1708 вариантов переработки.

В расчётах учитывались доступные технологии, стоимость вторичных материалов, международная перевозка отходов и государственные субсидии.

¹² Источник: <https://nia.eco/2026/08/14/119041/> Опубликовано 14.08.2026

Наиболее выгодным оказался вариант, при котором регионы используют собственные подходящие технологии, но при необходимости часть панелей отправляют на переработку туда, где это можно сделать дешевле и эффективнее.

По оценке исследователей, такая модель способна обеспечить сотни миллиардов долларов чистого экономического эффекта и одновременно избежать значительного объёма выбросов парниковых газов за счёт повторного использования материалов.

Экономически наиболее эффективная система не обязательно окажется справедливой для всех регионов.

Если перерабатывающие предприятия будут сосредоточены главным образом в технологически развитых странах, именно они получат основную часть доходов от извлечённого сырья.

Страны с низкими доходами, напротив, могут столкнуться с отходами солнечной энергетики, не располагая ни достаточной инфраструктурой, ни технологиями для их переработки.

Даже при более широком распространении перерабатывающих технологий доля таких регионов в общем экономическом эффекте, согласно моделированию, остаётся небольшой.

Одним из решений авторы называют снижающиеся со временем субсидии.

Вместо постоянного государственного финансирования переработка получает поддержку на первоначальном этапе, когда технология ещё недостаточно рентабельна. Затем размер помощи постепенно сокращается по мере развития рынка и снижения затрат.

По расчётам исследователей, такой механизм способен улучшить распределение экономических выгод между регионами и при этом потребует существенно меньше бюджетных средств, чем бессрочные субсидии.

Рентабельность переработки будет сильно зависеть от цен на материалы.

Рост стоимости серебра, алюминия, кремния и других компонентов увеличивает экономический смысл их извлечения из старых панелей. Одновременно совершенствование технологий должно снижать затраты на демонтаж, разделение и очистку материалов.

Поэтому нынешние оценки в сотни миллиардов долларов или около \$1 трлн – не прогноз гарантированной прибыли, а результат моделирования различных сценариев до 2060 года.

Реальный эффект будет зависеть от цен на сырьё, технологий, законодательства, объёмов солнечной генерации и того, насколько быстро страны начнут создавать инфраструктуру переработки.

Главный вывод работы заключается в том, что проблему отходов солнечной энергетики выгоднее решать заранее. К моменту массового списания нынешнего поколения панелей система сбора и переработки уже должна быть готова принять десятки и сотни миллионов тонн оборудования.

Перовскитные панели обогнали кремний по выработке энергии в полевых испытаниях¹³

Китайские исследователи разработали защитное покрытие для перовскитных солнечных панелей, которое повышает их стабильность и помогает сохранить высокую эффективность на больших площадях. На панели размером с обеденный стол удалось получить КПД 22% и мощность 158,4 Вт – рекордный показатель для перовскитных модулей такого масштаба. Технология также прошла испытания в реальных условиях и показала более высокую выработку, чем соседняя кремниевая установка.

Перовскиты считаются одним из главных кандидатов на замену или дополнение кремнию в солнечной энергетике. В отличие от кремниевых элементов, их можно наносить тонким слоем на большие поверхности, в том числе печатным способом, что потенциально делает производство дешевле, а сами панели – легче и гибче. Однако при увеличении размера модулей эффективность перовскита снижается, а материал быстрее деградирует под воздействием влаги, жары и солнечного излучения.

Одна из причин потерь – мельчайшие дефекты на поверхности перовскитного слоя. Исследователи Нанкинского университета и их коллеги из Канады разработали для них новое защитное покрытие. По мере формирования перовскита йодсодержащая соль естественным образом концентрируется на его поверхности, после чего на эту поверхность наносят дополнительный слой из карбоксилатов свинца. Это покрытие образует устойчивые химические связи с материалом и более равномерно закрывает дефекты на больших поверхностях.

¹³ Источник: <https://hightech.plus/2026/08/19/perovskitnie-paneli-obognali-kremnii-po-virabotke-energii-v-polevih-ispitaniyah> Опубликовано 19.08.2026

В результате панели лучше сохраняют электрические характеристики и становятся устойчивее к внешним воздействиям.

После 1300 часов лабораторных испытаний при температуре 85°C и влажности 85% панели с новым покрытием потеряли всего 2% первоначальной эффективности, тогда как элементы с традиционной защитой – 39%. В другом испытании панели практически не потеряли эффективность после 300 циклов нагрева и охлаждения от –40 до 85°C.

Исследователи проверили технологию и за пределами лаборатории. На солнечной электростанции они установили перовскитную систему мощностью 1 МВт рядом с кремниевой установкой мощностью 3,5 МВт и сравнили их работу в течение трех месяцев. При одинаковой установленной мощности перовскитная система стабильно производила больше электроэнергии: в марте преимущество составило 3,42%, в апреле – 3,79%, а в мае – 5,81%.

Солнечная энергетика уже стала крупнейшим источником новых генерирующих мощностей в мире. В прошлом году она обеспечила более 8% мировой выработки электроэнергии, при этом 80% производственных мощностей солнечных панелей сосредоточено в Китае. Почти все существующие панели используют кремний, производство которого требует энергоемкой очистки и обработки, а сами модули получаются тяжелыми и жесткими.

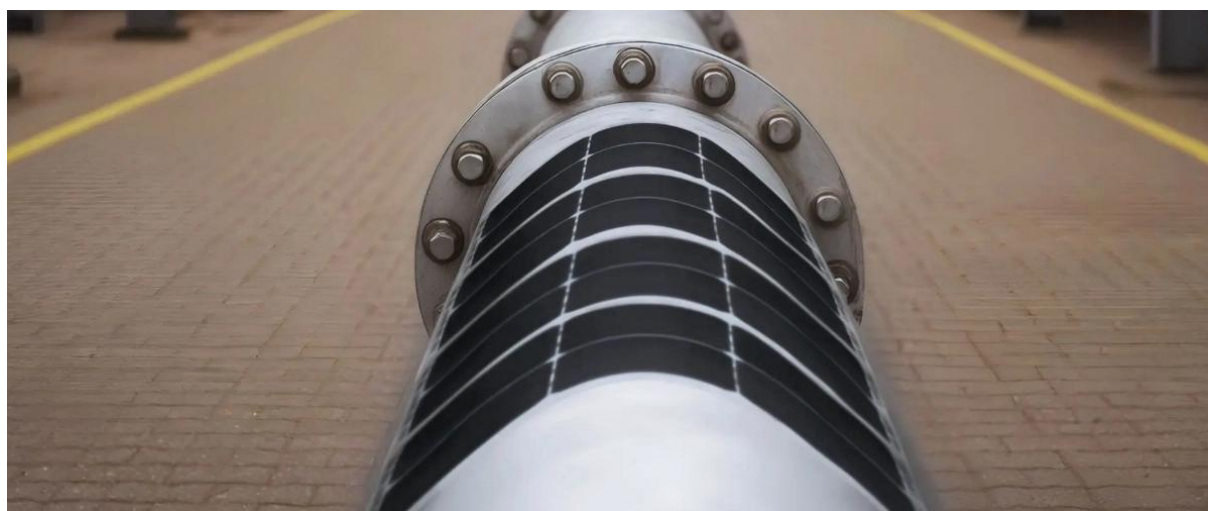
Новое покрытие позволяет одновременно решить три проблемы крупных перовскитных модулей – эффективность, долговечность и пригодность к промышленному производству. Пока остается открытым вопрос, удастся ли воспроизвести такие показатели на более масштабных производственных линиях и сохранить их в течение десятилетий. Если да, перовскитная технология сможет приблизиться к коммерческой конкуренции с кремниевыми панелями.

Компания выпустила солнечную пленку с КПД 24,4% для изогнутых поверхностей¹⁴

Американская SolarWindow Technologies вывела на рынок сверхтонкие гибкие солнечные панели ElectroFlex, предназначенные для установки непосредственно на плоские и изогнутые поверхности. Ламинат толщиной всего 0,85 мм использует солнечные элементы с задними контактами (IBC) и имеет КПД 24,4%. Удельная мощность конструкции составляет около 73 Вт/кг.

В отличие от традиционных солнечных панелей, ElectroFlex не требует стекла, металлической рамы, стоек и крепежных элементов. Вместо жесткой конструкции компания использует гибкий ламинат, который можно закреплять непосредственно на поверхности. Это позволяет устанавливать ElectroFlex на поверхностях сложной формы и объектах, для которых традиционные панели оказываются слишком тяжелыми.

Ламинат состоит из пяти слоев общей толщиной менее миллиметра. Сверху находится защитная пленка толщиной 0,10 мм, под ней – слой IBC-ячеек толщиной 0,16 мм. В технологии IBC (Interdigitated Back Contact) все токопроводящие контакты расположены на обратной стороне солнечного элемента, благодаря чему его лицевая поверхность остается свободной для поглощения света. Под ячейками находится медная подложка толщиной 0,04 мм, которая отводит электрический ток. Еще два нижних слоя композита толщиной 0,30 и 0,25 мм придают конструкции прочность и позволяют закреплять ее непосредственно на поверхности.



¹⁴ Источник: <https://hightech.plus/2026/08/31/kompaniya-vipustila-solnechnuyu-plenku-s-kpd-244-dlya-izognutih-poverhnoستي> Опубликовано 31.08.2026

В SolarWindow рассчитывают использовать ElectroFlex в транспорте, авиации, морской отрасли, сельском хозяйстве и инфраструктуре. Например, солнечные панели можно поместить на фюзеляжи самолетов, крылья дронов, внешние поверхности поездов и кузова грузовиков. Технология может превратить внешнюю поверхность в дополнительный источник электроэнергии. Вырабатываемый ток можно направлять на бортовые системы, аккумуляторы или вспомогательное оборудование, снижая нагрузку на основные источники питания.

SolarWindow поставяет ElectroFlex не только как солнечный ламинат, но и как готовую электрическую систему. Компания разрабатывает для каждой установки проводку, жгуты, блоки управления мощностью и другие компоненты, необходимые для сбора и передачи электроэнергии.

SolarWindow уже поставила оборудование нескольким крупным производителям в США. Поставки промышленным партнерам в Северной Америке и Азии должны начаться в ближайшие кварталы. Ранее компания занималась разработкой жидких покрытий, превращающих обычное оконное стекло в поверхность, способную вырабатывать электроэнергию. Теперь компания планирует расширить направление в сторону производства, хранения и управления энергией.

Традиционная энергетика

ГАЭС и дата-центры: новые драйверы роста мировой гидроэнергетики¹⁵

Международная ассоциация гидроэнергетики опубликовала сегодня доклад о перспективах развития отрасли в мире на 2026 год. Согласно представленным данным, гидроэнергетика вступает в новый этап стратегической значимости, смещая фокус с простого производства базовой электроэнергии на обеспечение энергетической безопасности и независимости национальных экономик. К концу 2025 года совокупная установленная мощность мировых гидроэлектростанций достигла 1469 гигаватт, включая 1269 гигаватт традиционных станций и 201 гигаватт гидроаккумулирующих мощностей. За прошедший год в эксплуатацию было введено 28 гигаватт новых объектов, а общая выработка составила 4495 тераватт-часов, что сопоставимо с совокупной генерацией всех мировых ветровых и солнечных электростанций.

Главным драйвером роста в секторе становится развитие гидроаккумулирующих электростанций, или ГАЭС. Ввод почти 12 гигаватт таких мощностей в 2025 году стал рекордным показателем за всю историю наблюдений. Специалисты прогнозируют удвоение объемов гидроаккумулирования в ближайшее десятилетие. Это связано с быстрым ростом доли нестабильных возобновляемых источников энергии – солнца и ветра. Энергосистемы все больше нуждаются в технологиях длительного хранения энергии, резервных мощностях и инструментах регулирования частоты. ГАЭС позволяют запасать избытки энергии в часы пиковой выработки и отдавать их в сеть при дефиците, снижая зависимость стран от импорта углеводородного топлива для балансировки энергосистем.

Новым фактором, влияющим на развитие гидроэнергетики, стал стремительный рост центров обработки данных и инфраструктуры искусственного интеллекта. Этим энергоемким объектам требуется круглосуточное и стабильное снабжение безуглеродной электроэнергией, которое не могут гарантировать ветровые и солнечные парки без масштабных систем хранения. В США, Канаде и ряде стран Южной Америки технологические компании начали заключать долгосрочные контракты с операторами гидроэлектростанций. В некоторых случаях вычислительные центры строятся в непосредственной близости от генерирующих объектов, что

¹⁵ Источник: <https://hydropost.ru/id/564306> Опубликовано 24.06.2026

позволяет снизить нагрузку на магистральные электросети и уменьшить затраты на передачу энергии.

Важной задачей для отрасли остается модернизация стареющей инфраструктуры. В Северной Америке, Европе и Африке значительная часть гидроэлектростанций эксплуатируется уже несколько десятилетий. Обновление турбин, генераторов и систем автоматики позволяет не только продлить срок службы станций, но и повысить их эффективность, маневренность и надежность без необходимости строительства новых плотин. В условиях изменения климата и учащения экстремальных погодных явлений, таких как затяжные засухи в Южной Америке и Центральной Азии, модернизация оборудования и адаптация алгоритмов управления водохранилищами становятся критически важными для предотвращения масштабных отключений электричества.

В региональном разрезе абсолютным лидером по темпам строительства остается Восточная Азия, и в первую очередь Китай. На эту страну приходится более 40 процентов введенных в 2025 году мировых мощностей, а также значительная часть проектов, находящихся на стадии строительства. В Южной и Центральной Азии выделяется Индия, правительство которой утвердило амбициозный план по доведению мощностей гидроаккумулирующих станций до 100 гигаватт в течение ближайшего десятилетия. Страны Юго-Восточной Азии и Африки концентрируются на развитии трансграничной сетевой инфраструктуры, которая позволит эффективнее распределять энергию от крупных гидроэлектростанций между соседними государствами. Масштабные проекты ГЭС, завершенные недавно в Эфиопии и Танзании, уже начали менять конфигурацию энергообеспечения на африканском континенте.

Несмотря на стабильные показатели, отрасль сталкивается с барьерами. Главными препятствиями выступают сложная регуляторная среда, длительные процедуры согласования проектов и трудности с привлечением долгосрочного финансирования. Для решения этих проблем правительства ряда европейских стран и США инициировали законодательные реформы, направленные на ускорение выдачи разрешений. Одновременно с этим повышается роль профильных стандартов устойчивого развития. Инвесторы и покупатели электроэнергии все чаще требуют подтверждения того, что гидроэнергетические проекты реализуются с учетом экологических и социальных норм. Сертификация ГЭС и ГАЭС становится базовым условием для доступа к инструментам «зеленого» финансирования на мировом рынке.

Всемирный банк представил стратегию развития гидроэнергетики¹⁶

Согласно новой стратегии, опубликованной Группой Всемирного банка, развитие гидроэнергетики станет определяющим фактором для обеспечения глобальной энергетической безопасности в ближайшее десятилетие. В документе, охватывающем период с 2025 по 2035 год, отмечается, что стабильный и экономически эффективный доступ к электроэнергии является базовым условием для социально-экономического роста развивающихся стран. Инвестиции в водную инфраструктуру рассматриваются не только как способ генерации чистой энергии, но и как метод комплексного управления водными ресурсами в условиях меняющегося климата.

По оценкам Международного энергетического агентства (МЭА), на которые опирается документ, к 2035 году мировые мощности гидроэнергетики должны увеличиться на тридцать процентов, что потребует введения в строй не менее 377 гигаватт новых установок. Одновременно с этим отрасль сталкивается с проблемой стремительного старения инфраструктуры. Ожидается, что к 2030 году более двадцати процентов существующих гидроэлектростанций превысят пятидесятилетний рубеж эксплуатации. На их масштабную модернизацию и замену электромеханического оборудования потребуется около 300 миллиардов долларов, что более чем вдвое превышает текущие объемы мировых инвестиций в ремонтные работы.

Специалисты рассматривают гидроэнергетику не только как источник базовой генерации, но и как важнейший инструмент балансировки современных энергосистем. Способность водохранилищ накапливать ресурс позволяет оперативно реагировать на суточные и сезонные колебания спроса, а также компенсировать нестабильность других возобновляемых источников, таких как солнце и ветер. Кроме того, современные гидротехнические сооружения помогают адаптироваться к климатическим изменениям, смягчая последствия разрушительных засух и наводнений, обеспечивая стабильное водоснабжение сельского хозяйства и промышленности.

Строительство крупных ГЭС сопряжено с высокими первоначальными затратами, геологическими рисками и длительными сроками окупаемости, что часто отпугивает частных инвесторов. В связи с этим Группа Всемирного банка намерена предоставлять так называемое «терпеливое финансирование» – долгосрочные кредитные линии, учитывающие специфику таких проектов. Финансовая организация планирует оказывать под-

¹⁶ Источник: <https://hydropost.ru/id/464309> Опубликовано 24.06.2026

держку странам с низким и средним уровнем дохода на всех этапах работы – от предварительного планирования и оценки целесообразности до непосредственного строительства и последующей модернизации существующих гидроэлектростанций.

Особое внимание в стратегии уделяется управлению экологическими и социальными рисками ГЭС. Всемирный банк требует от стран-заемщиков строгого соблюдения корпоративных стандартов, направленных на минимизацию ущерба биоразнообразию и защиту прав местных жителей. Проекты должны включать механизмы распределения выгод, гарантирующие, что затронутые строительством общины получают компенсацию в виде развития местной инфраструктуры, льготных тарифов на электричество или новых рабочих мест. Для инициатив, затрагивающих территории традиционного природопользования, обязательным условием является получение осознанного согласия местного населения до начала работ.

Расширение доступа к энергии остается одной из главных стратегических задач организации. Развитие гидроэнергетического потенциала должно сыграть центральную роль в реализации программы «Миссия 300», цель которой – обеспечить доступ к надежным источникам энергии для 300 миллионов жителей стран Африки к югу от Сахары до 2030 года. Поддержка также будет направлена на развитие трансграничной энергетической инфраструктуры, что, по мнению аналитиков Всемирного банка, позволит оптимизировать распределение ресурсов и укрепить региональную экономическую стабильность.

Гидроэнергетика в 2025 году: снижение капзатрат и рост себестоимости энергии¹⁷

Согласно новому докладу Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) по итогам 2025 года, мировая гидроэнергетика демонстрирует разнонаправленные экономические и технологические тренды. В исследовании отмечается, что после двух лет низких темпов ввода в эксплуатацию новых мощностей отрасль показала резкий рост. Объем новых гидроэнергетических установок подскочил на 150% по сравнению с 2024 годом, достигнув отметки в 18,4 ГВт. Это позволило увеличить общую установленную мощность мировых гидроэлектростанций до 1296 ГВт.

¹⁷ Источник: <https://hydropost.ru/id/344379> Опубликовано 3.07.2026

Основной прирост глобальных мощностей пришелся на три страны – Китай, Эфиопию и Индию. В совокупности они обеспечили 56% от всех введенных в 2025 году гидроэнергетических объектов, при этом каждая из этих стран запустила более 1,5 ГВт. Китай сохранил за собой статус глобального лидера, введя в строй 4,8 ГВт новых станций. В Эфиопии гидроэнергетика осталась основой национальной стратегии, направленной на превращение страны в региональный центр экспорта электроэнергии к 2030 году. Индия, в свою очередь, сосредоточилась на государственной поддержке проектов малых гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих комплексов.

Финансовые показатели отрасли в отчетном периоде оказались неоднозначными. Средневзвешенная глобальная стоимость установки 1 кВт мощности для новых проектов снизилась на 10% по сравнению с 2024 годом и составила 2079 долларов, что является самым низким уровнем с 2018 года. Однако аналитики фиксируют сильное расхождение в затратах в зависимости от масштаба проектов. Если стоимость строительства крупных ГЭС упала на 11% до 2077 долларов за 1 кВт, то возведение малых ГЭС подорожало сразу на 40%, достигнув 2547 долларов. В структуре общих капитальных затрат от 50 до 70% традиционно занимают строительно-монтажные работы, включающие создание плотин, туннелей и зданий для оборудования.

Географический разброс цен на строительство ГЭС также оказался весьма существенным. Самые дешевые проекты были реализованы в Африке со средней стоимостью 1414 долларов за 1 кВт, на что повлиял масштабный ввод в эксплуатацию ГЭС на реке Голубой Нил в Эфиопии. В то же время в странах Южной Америки, за исключением Бразилии, этот показатель стал самым высоким в мире, достигнув 4829 долларов за 1 кВт. Что касается регулярных операционных расходов на обслуживание ГЭС, то они в среднем составляют от 1 до 4% от начальных капитальных затрат. Из этой суммы около 46% уходит непосредственно на техническую эксплуатацию оборудования, а 35% – на заработную плату персонала.

Несмотря на общее удешевление строительства крупных ГЭС, нормированная стоимость электроэнергии, производимой на гидроэлектростанциях, выросла на 9% за год и достигла 62 долларов за 1 МВт-ч. Если исключить из глобальных расчетов Китай, показатель увеличивается до 70 долларов. Рост себестоимости энергии эксперты напрямую связывают со снижением коэффициента использования установленной мощности. В 2025 году средневзвешенный мировой коэффициент упал с 48 до 43%. Такое падение обусловлено как локальными природными условиями, так и изменением системной роли гидроэлектростанций на многих рынках.

В условиях энергетического перехода гидроузлы все чаще используются не для обеспечения постоянной базовой нагрузки, а в качестве маневренного ресурса. Гидроэлектростанции компенсируют нестабильность выработки энергии на солнечных и ветровых объектах, помогая поддерживать надежность энергосетей и снижать скачки цен на электричество. Параллельно в отрасли развивается тренд на глубокую модернизацию инфраструктуры. Компании активно внедряют технологии искусственного интеллекта для точного управления водосбросом, создают цифровые двойники объектов и объединяют гидроэлектростанции с аккумуляторными системами в единые энергокомплексы.

Китай приблизился к запуску крупнейшей в мире импульсной ГЭС на 500 МВт: ключевой узел прошёл испытания¹⁸

На строящейся ГЭС Datang Zhala в Сицзане успешно завершились гидростатические испытания первого шарового впускного клапана для гидроагрегата мощностью 500 МВт. Это первый в мире проект импульсной гидроэлектростанции с «турбинами Пелтона» такой мощности, а успешное испытание подтвердило работоспособность одного из её ключевых элементов под рабочим давлением.

Шаровой впускной клапан управляет подачей воды в турбину и является одним из важнейших элементов безопасности высоконапорной ГЭС.

Для первого энергоблока изготовили клапан диаметром 2,9 м, рассчитанный на давление 9 МПа. После сборки его масса превышает 300 т. Испытания подтвердили герметичность конструкции во всех предусмотренных режимах эксплуатации и завершили этап сборки и проверки оборудования на площадке.

ГЭС Datang Zhala станет первой утверждённой гидроэлектростанцией мегаваттного класса в Сицзане и войдёт в состав национальной демонстрационной базы чистой энергетики Китая, объединяющей гидроэнергетику, ветровые и солнечные электростанции. На станции будут работать 2 импульсных гидроагрегата с «турбинами Пелтона» мощностью по

¹⁸ Источник: <https://www.ixbt.com/news/2026/07/21/kitaj-priblizilsja-k-zapusku-krupnejshej-v-mire-impulsnoj-gjes-na-500-mvt-kljuchevoj-uzel-proshjol-ispytaniya.html> Опубликовано 21.07.2026

500 МВт каждый, рассчитанные на эксплуатацию в условиях большого перепада высот и высокогорья.



Разработкой и поставкой одного полного гидроагрегата занимается китайская корпорация Dongfang Electric. По данным компании, проект включён Национальным энергетическим управлением Китая в первую группу ключевых проектов по созданию передового энергетического оборудования. Сейчас это единственный в стране проект, в рамках которого одновременно ведутся разработка, испытания и демонстрация высоконапорных импульсных гидроагрегатов мощностью 500 МВт.

Монтаж клапана оказался значительно сложнее стандартной заводской сборки. Вместо сборки в производственном цехе всю конструкцию собирали непосредственно на открытой площадке электростанции. Инженерам пришлось работать в условиях ограниченного пространства, сложных операций по подъёму многотонных элементов и постоянно меняющейся погоды.

В Dongfang Electric заявили, что создание, изготовление и монтаж такого клапана позволили повысить технологический уровень производства ключевых компонентов для высоконапорных гидроэлектростанций. Полученный опыт планируется использовать при реализации следующих крупных проектов этого класса.

Диктатура плотин: ГЭС как новый рычаг геополитики¹⁹

Президент Сербии Александр Вучич заявил о готовности изменить русло реки Ибар на сербской территории. Реализация этого плана оставит без воды озеро Газиводе – крупнейшее водохранилище севера Косово, питающее местную гидроэлектростанцию и обеспечивающее регион питьевой водой. Власти в Белграде прямо связали проект с действиями Приштины по сносу сербских объектов на берегах озера. Сербское правительство уже привлекло инженеров к оценке документации, известной еще с 1985 года. Для старта работ достаточно одного административного решения, при этом прямого военного столкновения не потребуется. Управление водным ресурсом выступает в данном случае инструментом жесткого политического принуждения.

Контроль над речным стоком и режимами работы ГЭС давно вышел за рамки чистой энергетики. Плотины превратились в рычаг давления в территориальных спорах. Государство, расположенное выше по течению, получает возможность лишать соседей электричества, провоцировать засухи или создавать угрозу наводнений. В условиях меняющегося климата и общего падения уровня рек такие меры действуют эффективнее открытых угроз. Международное водное право на практике работает слабо: исход спора обычно определяет физический контроль над инфраструктурой, а не конвенции ООН.

Осенью 2025 года Эфиопия ввела в промышленную эксплуатацию Великую Эфиопскую плотину Возрождения мощностью более пяти тысяч мегаватт на Голубом Ниле. Египет годами называл эту ГЭС экзистенциальной угрозой, отправлял ноты в Совет Безопасности ООН и говорил о пересечении «красных линий». Многолетние переговоры о графике заполнения резервуара провалились. Эфиопия завершила набор воды, и теперь конфликт перешел в стадию споров о режимах ежедневной работы турбин. Каир вынужден адаптироваться к реальности, в которой объем поступающей в страну воды зависит от диспетчеров в Аддис-Абебе.

Договор о водах Инда, подписанный Индией и Пакистаном в 1960 году, пережил три полномасштабные войны, но не устоял в апреле 2025 года. После теракта в Кашмире Нью-Дели приостановил действие соглашения. Месяц спустя индийские строители начали работы по увеличению емкости водохранилищ на ГЭС «Салал» и «Баглихар». Прежние договоренности строго запрещали подобные действия без уведомления исла-

¹⁹ Источник: <https://hydropost.ru/id/114638> Опубликовано 10.08.2026

мабадской стороны. Пакистанские чиновники расценили ограничение притока как акт войны, однако возведение новых объектов на каскадах продолжается.

Схожая картина складывается на границе Китая и Индии. Пекин форсирует проектирование сверхмощной гидроэлектростанции в Тибете на реке Ярлунг Цангпо, которая ниже по течению переходит в Брахмапутру. Индийские власти опасаются, что в сухой сезон соседи смогут перекрывать русло, а в сезон муссонов – сбрасывать избытки, используя ГЭС как «водный бомбардировщик». В ответ Нью-Дели ускоряет возведение собственных плотин, включая проект «Верхний Сианг». Одновременно на северо-западе региона афганское движение талибов заявило о планах строительства каскада на реке Кунар. Эта водная артерия формирует значительную часть стока, идущего в Пакистан, что добавляет напряжения после недавних пограничных стычек.

В Центральной Азии водный вопрос исторически определял отношения между республиками. Разногласия вокруг Рогунской ГЭС в Таджикистане и каскадов ГЭС на реке Нарын в Кыргызстане десятилетиями формировали политическую повестку. Страны, контролирующие верховья Амударьи и Сырдарьи, зависели от поставок энергоносителей из низовий, а те нуждались в летних попусках воды для орошения полей. К 2026 году риторика в регионе стала более кооперативной. Правительства стран Центральной Азии обсуждают совместное финансирование Камбаратинской ГЭС и синхронизацию энергосистем, предпочитая договариваться о распределении киловатт-часов до того, как они станут поводом для взаимных блокад.

Планы Белграда по отводу реки Ибар пока остаются на уровне заявлений. На берегах водохранилища Газиводе не работает тяжелая техника, а русло остается в естественных границах. Однако сам факт использования плотин в качестве аргумента в дипломатической борьбе отражает глобальную тенденцию. Мегаватты и кубометры становятся инструментами бескровного диктата. Сегодня именно тот, кто держит руку на затворе водосброса ГЭС, может задавать тон на переговорах.

Глобальный аудит малых ГЭС и ГАЭС: ученые оценят экологический ущерб²⁰

Стокгольмский институт окружающей среды инициировал глобальное исследование экологических и социально-экономических последствий работы малых гидроэлектростанций (ГЭС) и гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС). Проект стартует на фоне масштабного пересмотра экологических разрешений для объектов гидроэнергетики, который в настоящее время проводит правительство Швеции. Результаты работы ученых должны лечь в основу будущих стандартов регулирования отрасли как на национальном, так и на международном уровне.

Малые ГЭС мощностью до десяти мегаватт исторически играют роль надежных источников децентрализованной генерации, особенно в отдаленных сельских районах. Гидроаккумулирующие станции выполняют иную функцию – они выступают накопителями энергии промышленного масштаба. По мере перехода энергосистем на нестабильные возобновляемые источники, такие как солнце и ветер, потребность в ГАЭС для балансировки сетей стремительно растет. Обе технологии имеют очевидные плюсы для декарбонизации, однако их влияние на окружающую среду и жизнь местных сообществ до сих пор не систематизировано.

Доступная научная база сегодня выглядит фрагментированно. Существующие отчеты обычно охватывают узкие географические зоны или концентрируются на отдельных проблемах, например, на сохранении биоразнообразия. Комплексные оценки, учитывающие сразу социальные, культурные, экономические и энергетические аспекты работы станций, практически отсутствуют. Аналитики также отмечают дефицит данных о полном жизненном цикле объектов. Исследователи детально изучают фазы эксплуатации и технического обслуживания, но часто игнорируют этапы проектирования, строительства, вывода из эксплуатации и демонтажа плотин.

Новый проект призван устранить эти пробелы. Шведские специалисты планируют собрать и проанализировать массив данных со всего мира, включая как рецензируемые научные статьи, так и материалы так называемой «серой» литературы – отчеты профильных ведомств и организаций. В фокусе внимания окажутся выбросы парниковых газов, изменение русел рек, деградация среды обитания рыб, а также влияние строительства на рынок труда, культуру местного населения и доступ к водным ресурсам. Особый акцент будет сделан на эффективности существующих мер по

²⁰ Источник: <https://hydropost.ru/id/584698> Опубликовано 17.08.2026

смягчению ущерба – от внедрения режимов экологического стока до строительства рыбопропускных сооружений.

Для обеспечения объективности к работе привлечена междисциплинарная группа экспертов. В нее вошли представители сектора малой гидроэнергетики, экологических неправительственных организаций и профильных государственных ведомств. Специалисты будут использовать алгоритмы поиска по крупнейшим библиографическим базам и сайтам отраслевых объединений, отсеивая дубликаты и нерелевантные публикации. Собранная информация пройдет перекрестную проверку, после чего данные будут объединены с помощью методов количественного и качественного синтеза. Финансирование инициативы обеспечил Шведский исследовательский совет по устойчивому развитию.

Электрические сети сдерживают развитие мировой энергетики²¹

В конце июня 2026 года Международным энергетическим агентством (МЭА) был опубликован аналитический отчет, отражающий все возрастающую проблему сдерживания процесса ввода новых возобновляемых источников энергии и подключения к сети новых потребителей. Основным сдерживающим фактором роста стала электросетевая инфраструктура.

По сравнению с аналогичным аналитическим отчетом, опубликованным в прошлом году, МЭА фиксирует нарастание проблемы. Так, если в 2025 году, по оценке Агентства, из-за технологических ограничений в сетях и недостатка инвестиций было отложено порядка 1500 гигаватт глобальных проектов в области чистой энергетики, по состоянию на середину 2026 года откладывается ввод уже 2500 ГВт ВИЭ.

Для преломления данной тенденции и ликвидации сформировавшегося отставания ежегодные глобальные инвестиции в электросети должны вырасти примерно с 400 миллиардов долларов США на сегодняшний день до 600 миллиардов долларов США к 2030 году. Помимо строительства новых и расширения существующих энергокоридоров, дополнительное увеличение пропускной способности электросетевой инфраструктуры (1200–1600 ГВт) должны обеспечить технологии, улучшающие работу сетей, и реформы в области подключения.

²¹ Источник: <https://eepir.ru/new/elektricheskie-seti-sderzhivajut-razvitie-mirovoj-energetiki/> Опубликовано 20.07.2026

Стремительный рост числа узких мест в сетях обусловлен совокупным эффектом ускорения ввода возобновляемых источников энергии, роста спроса на электроэнергию, определяемого во многом развитием дата-центров, внедрения электромобилей, развития промышленности и производства водорода. Все перечисленные объекты подключаются к электрическим сетям, на создание которых уходит гораздо больше времени, чем на строительство ВИЭ. МЭА считает, что проекты в области солнечной и ветряной энергетики могут быть построены за 1–5 лет, в то время как для строительства новых линий электропередачи обычно требуется 5–15 лет, что создает структурное несоответствие, которое в настоящее время является основным источником перегрузки глобальной сети и возникновения очередей на подключение.

Самыми серьезными факторами, замедляющими глобальное развитие сети, являются хроническое недоинвестирование в производство, рекордные очереди на подключение, ограничения в цепочке поставок трансформаторов и высоковольтного оборудования, а также разрозненность нормативно-правовой базы в разных юрисдикциях. Из-за сочетаний этих факторов проект может быть полностью профинансирован и технически готов, но при этом застопорен на долгие годы из-за задержки с получением разрешений на передачу электроэнергии, приобретением земли или оборудования, что увеличивает стоимость проекта и задерживает внедрение возобновляемых источников энергии.

Во многих странах, развитие энергосистем которых зависит от ВИЭ, уже начали пересматривать соответствующие регуляторные подходы. Правительства смещают акцент в политике с «создания большего количества возобновляемых источников энергии» на «создание большего количества электросетей». МЭА отмечает, что внимание политиков в настоящее время сосредоточено на ускорении выдачи разрешений, реформе подключения, планировании передачи, гибких рынках, внедрении систем накопления энергии, цифровизации и реформе регулирования – мерах, которые считаются необходимыми для достижения глобальных целей.

Однако единообразия в этих вопросах по-прежнему нет. К примеру, в ЕС даже при наличии четких технических обоснований на период до 2030 года на развитие электросетевой инфраструктуры будет направлено не более половины от требуемых объемов инвестиций.

Таким образом, при планировании развития энергосистемы оценка ресурса (солнца/ветра) больше не является достаточным условием для успеха. Главными метриками рентабельности проекта в новых условиях становятся позиция в очереди на подключение, наличие свободного транзитного потенциала и доступность технологий повышения гибкости сетей.

Системы хранения энергии

Аккумуляторы и суперконденсаторы соединили в гибрид для стабилизации электросети²²

Первый реальный прототип гибридной системы сглаживания пиковых нагрузок на электросеть, объединившей аккумуляторы и суперконденсаторы, отправили заказчику для проведения полевых испытаний. Об отгрузке оборудования сообщила компания-разработчик TAE Power Solutions, занимающаяся передовыми технологиями управления питанием и накопления энергии.

Гибрид сочетает в себе два способа хранения энергии. Обычные электрохимические перезаряжаемые батареи берут на себя выравнивание медленных колебаний потребления (например, разницу день/ночь), параллельно им работают суперконденсаторы, сглаживающие резкие пики продолжительностью в секунды. Такая комбинация намного надежнее, потому что с одной стороны, суперконденсаторы не изнашиваются, как аккумуляторы, с другой – они накапливают не такой большой заряд.

Оборудование установят на одной из площадок MARA Holdings – ведущей компании в области энергетики и цифровой инфраструктуры. Это один из крупнейших Bitcoin-майнеров в мире, поэтому новинке гарантировано самое настоящее стресс-тестирование.

«Особенности работы MARA дают нам ценную возможность проверить характеристики, собрать данные с объекта и доработать систему перед будущими серийными поставками. Это именно та сложная энергетическая среда, где гибридное накопление может в полной мере продемонстрировать свои преимущества», – пояснил Франсиско Гарсия, генеральный директор направления стационарного накопления энергии в TAE Power Solutions.

Если все пройдет гладко, MARA получит такое же оборудование для других своих площадок в рамках запланированных на этот год поставок, а разработчики определяют направления для масштабирования системы.

²² Источник:

https://naukatv.ru/news/akkumulyatory_i_superkondensatory_soedinili_v_gibrid_dlya_stabilizatsii_elektroseti Опубликовано 2.07.2026

Проточные батареи могут ускорить переход к чистой энергетике²³

Развитие возобновляемой энергетики невозможно без эффективных систем хранения электроэнергии. Исследователи из Университета Квинс в Белфасте и других научных центров считают, что одним из наиболее перспективных решений могут стать проточные батареи, в которых энергия хранится не в твердых электродах, а в жидких электролитах. Об этом говорится в статье, опубликованной в журнале The Conversation.

Главная проблема солнечной и ветровой энергетики заключается в нестабильности генерации. Производство электроэнергии зависит от погодных условий, поэтому для надежной работы энергосистем необходимы накопители, способные сохранять большие объемы энергии в течение длительного времени.

Сегодня наиболее распространенными остаются литий-ионные аккумуляторы, однако они требуют использования лития и кобальта – дорогостоящих материалов, добыча которых связана с экологическими и социальными рисками. Кроме того, органические электролиты таких батарей являются горючими, что ограничивает их применение в крупных системах хранения энергии.

Проточные аккумуляторы работают по другому принципу. Электроэнергия накапливается в жидких электролитах, которые хранятся в отдельных резервуарах и во время зарядки или разрядки прокачиваются через электрохимические элементы.

По словам авторов исследования, такая конструкция позволяет независимо увеличивать мощность и емкость накопителя. Для хранения большего количества энергии достаточно увеличить объем резервуаров с электролитом, тогда как повышение мощности достигается за счет увеличения количества электрохимических элементов. Это делает технологию более гибкой и потенциально более экономичной для крупных энергетических объектов.

Еще одним преимуществом проточных батарей исследователи называют высокую пожарную безопасность. Большинство подобных систем используют водные электролиты, поэтому практически не подвержены возгоранию. Кроме того, срок службы отдельных установок уже превышает 20 лет.

²³ Источник: <https://nia.eco/2026/07/08/116828/> Опубликовано 8.07.2026

Технология постепенно выходит за пределы лабораторий. В Китае уже работают крупнейшие в мире проточные аккумуляторы гигаватт-часового класса, способные обеспечивать электроэнергией около 100 тысяч домов в течение суток. В Швейцарии строится система ёмкостью 2,1 ГВт·ч, которая будет обеспечивать электроснабжение крупного центра обработки данных для искусственного интеллекта.

Несмотря на развитие технологии, ученые отмечают, что широкому распространению проточных батарей пока мешают высокая стоимость исследований и отсутствие единых методик испытаний. Для решения этой проблемы специалисты разработали недорогую испытательную ячейку, изготовленную с помощью 3D-печати, которая позволяет значительно снизить стоимость экспериментальных исследований.

В апреле 2026 года исследовательская группа передала такие испытательные установки ведущим лабораториям мира и обнаружила существенные различия в получаемых результатах даже при тестировании одинаковых батарей. Сейчас в международном проекте участвуют более 30 научных коллективов, а собранные данные опубликованы в открытом доступе для разработки единых стандартов испытаний.

Авторы считают, что унификация методик исследований позволит ускорить создание более дешевых, надежных и безопасных систем хранения энергии, необходимых для масштабного развития возобновляемой энергетики.

В США создают маховиковый накопитель энергии на 200 кВт·ч – замену литий-ионным батареям²⁴

Американская компания Qnetic разрабатывает систему долгосрочного хранения энергии на основе маховика Pulsar ёмкостью 200 кВт·ч, которая в будущем может стать альтернативой традиционным литий-ионным батареям. В отличие от аккумуляторов, маховики преобразуют электричество в кинетическую энергию вращающегося ротора в вакуумной камере – это позволяет мгновенно выдавать большие объёмы мощности, не перегреваться и сохранять производительность десятилетиями. Для подготовки к коммерческому запуску Qnetic строит в Шанхае крупнейшую в мире испы-

²⁴ Источник: <https://hightech.plus/2026/07/20/v-ssha-sozdayut-mahovikovii-nakopitel-energii-na-200-kvtch--zamenu-litii-ionnim-batareyam> Опубликовано 20.07.2026

тательную камеру для маховиков, где будет проверять безопасность и надёжность Pulsar.

Рост возобновляемой энергетики резко увеличил спрос на системы хранения. Солнечные и ветровые станции не могут работать по требованию – выработанную энергию нужно хранить до момента подачи в сеть. Сегодня эту задачу в основном решают литий-ионные батареи, но их использование ограничено высокой стоимостью, потерей ёмкости со временем и рисками перегрева.

Qnetic предлагает использовать вместо химического хранения механическую систему на основе маховика. Такие накопители преобразуют электричество в кинетическую энергию вращающегося ротора, который находится внутри вакуумной камеры практически без трения. Когда сети требуется дополнительная мощность, вращение маховика запускает генератор, преобразующий механическую энергию обратно в электричество.

По сравнению с аккумуляторами, маховиковые системы способны быстрее реагировать на изменения нагрузки и выдавать большие объёмы мощности почти мгновенно. Кроме того, они не подвержены эффекту теплового разгона, который в литий-ионных батареях может привести к возгоранию. По оценке разработчиков, снижение производительности таких систем со временем минимально, поэтому они могут сохранять рабочие характеристики на протяжении десятилетий.

Первым коммерческим продуктом Qnetic станет система Pulsar мощностью 200 кВт·ч. Компания рассчитывает использовать ее для резервного питания центров обработки данных, поддержки промышленных объектов и работы локальных энергосетей. В отличие от батарей, которые требуют регулярной замены из-за деградации элементов, маховики рассчитаны на длительную эксплуатацию с меньшим снижением эффективности.

Для подготовки технологии к масштабному внедрению Qnetic создаст испытательную инфраструктуру в своем технологическом центре в Шанхае. Там компания собирает первый полноразмерный прототип Pulsar и строит крупнейшую в мире специализированную камеру для тестирования маховиков. По словам разработчиков, масштаб установки значительно превышает стандартные системы для вращательных испытаний, поскольку накопленная энергия нового маховика требует особых решений по герметичности и безопасности.

Глава Qnetic Майкл Пратт заявил, что создание испытательного комплекса и запуск прототипа Pulsar демонстрируют переход компании от разработки технологии к ее коммерциализации.

Разработан доступный катализатор для аккумуляторов будущего²⁵

Японские инженеры нашли способ значительно снизить потери энергии в литий-кислородных аккумуляторах, потенциальная энергоемкость которых в десять раз превышает возможности современных литий-ионных аналогов. Об этом сообщает «Хайтек» со ссылкой на исследование в журнале RSC Advances.

Развитие беспилотной авиации и электромобилей требует создания накопителей энергии, превосходящих по емкости традиционные литий-ионные устройства. Одним из наиболее перспективных вариантов считаются литий-кислородные батареи, однако их внедрение сдерживается из-за медленных химических процессов на электродах, которые приводят к падению эффективности при циклах заряда и разряда.

Для преодоления этой проблемы ученые из Токийского научного университета Сибаура синтезировали композитный материал из оксида лантана-кобальта со структурой перовскита и шпинельного оксида кобальта. Полученная гетероструктура ускоряет ключевые реакции восстановления и выделения кислорода, которые определяют общую производительность электрохимической ячейки.

Созданное соединение базируется на недорогих металлах, что исключает необходимость применения дорогостоящих благородных элементов вроде платины или оксида рутения. Эксперименты показали, что каталитическая активность зависит не от общей площади доступной поверхности, а от специфики электронной конфигурации и формирования вакансий кислорода в зоне контакта двух фаз.

Разработчикам удалось сократить разницу потенциалов между процессами зарядки и разрядки аккумулятора до 1,14 вольта, приблизившись к показателям премиальных платиновых аналогов. Помимо использования в воздушных катодах транспортных батарей, физико-химические свойства нового композита позволяют применять его в технологиях генерации экологически чистого водорода через электролиз воды.

²⁵ Источник: <https://hightech.fm/2026/08/05/composite-catalyst-oxygen> Опубликовано 5.08.2026

Новые натрий-ионные аккумуляторы обходятся без активного охлаждения²⁶

Американские компании Syntropic Power и Unigrid объявили о стратегическом партнерстве, цель которого – коммерциализация натрий-ионных аккумуляторов на основе хромата натрия в Северной Америке. Благодаря своей особенности поглощать, а не рассеивать тепло, натрий-хромоксидный элемент обходится без дорогостоящих систем активного охлаждения. В рамках соглашения уже в 2027 году планируется развернуть системы хранения энергии общей емкостью до 1 ГВт·ч.

Главное преимущество новой технологии – способность работать без сложных и энергозатратных систем активного охлаждения, которые являются критически важным, но дорогостоящим компонентом литий-ионных станций. В отличие от литиевых аналогов, которые интенсивно выделяют тепло при работе, натрий-хромоксидные элементы питания, наоборот, демонстрируют эндотермическое поведение во время зарядки, то есть поглощают часть тепловой энергии из окружающей среды. Это свойство позволяет устанавливать накопители в более широком диапазоне температур без риска перегрева и с меньшими эксплуатационными расходами.

Независимые испытания в лаборатории Рочестерского технологического института подтвердили высокие показатели натрий-хромоксидных батарей. Элементы емкостью 210 А·ч обеспечили эффективность полного цикла не менее 97,9% и сохранили более 99% емкости после 1000 циклов полной разрядки. Тесты на устойчивость к экстремальным условиям и механическим повреждениям показали, что элементы остаются термически стабильными. Батареи уже получили ключевые сертификаты безопасности и транспортировки, необходимые для коммерческого использования, сообщает IE.

Помимо эксплуатационных преимуществ, использование натрия и хрома вместо дефицитных лития и кобальта дает стратегический выигрыш: защита от скачков цен и геополитических рисков, связанных с поставками критических материалов. Syntropic уже получила первую партию элементов и планирует наладить их производство в США.

Коммерциализация начнется с двух отдельных продуктов: Tenet – настенную систему для жилых помещений, легкого коммерческого сектора и виртуальных электростанций; и GridSpan – модульную платформу для промышленных и сетевых накопителей, поддерживающую режимы работы

²⁶ Источник: <https://hightech.plus/2026/08/07/novie-natrii-ionnie-akkumulyatori-obhodyatsya-bez-aktivnogo-ohlazhdeniya> Опубликовано 7.08.2026

от быстрого реагирования (20 минут) до длительного хранения энергии (до 20 часов).

Создан трехслойный твердотельный электролит для аккумуляторов²⁷

Южнокорейские исследователи создали трехслойный твердый электролит для литий-металлических аккумуляторов, который в четыре раза увеличивает ионную проводимость и эффективно подавляет рост вредоносных дендритов. Структура, разработанная по образу адгезивных белков мидий, обещает повысить безопасность и энергоемкость батарей, что критически важно для электромобилей, гибкой электроники и стационарных накопителей энергии.

Литий-металлические батареи значительно превосходят обычные литий-ионные по плотности хранения энергии, что могло бы радикально увеличить запас хода электромобилей. Однако их коммерческое применение сдерживает проблема дендритов – острых литиевых кристаллов, которые вырастают на аноде при циклической зарядке. Если дендрит прорастает через электролит, это вызывает внутреннее короткое замыкание и может привести к возгоранию или взрыву.

Команда ученых из Университета Чоннам решила эту проблему с помощью многослойной конструкции, пишет IE. Их электролит состоит из двух мягких внешних слоев, обеспечивающих плотный контакт с электродами и пути для движения ионов лития, и жесткого центрального слоя, армированного керамическими частицами оксида лития-лантана-циркония. Эти частицы покрыты полидофамином – синтетическим аналогом белка, с помощью которого мидии прикрепляются к камням под водой.

Такая биомиметическая стратегия обеспечивает двойной эффект: покрытые керамические частицы создают взаимосвязанные каналы, по которым ионы лития перемещаются в четыре раза быстрее, чем в обычных полимерных электролитах. Одновременно гибкий полимерный материал усиливает механическую прочность и эластичность, физически блокируя рост дендритов. В результате оптимизированный состав с 30% керамики показал ионную проводимость почти в четыре раза выше, чем у стандарт-

²⁷ Источник: <https://hightech.plus/2026/08/27/sozdan-trehsloniii-tverdotelnii-elektrolit-dlya-avtomobilnih-akkumulyatorov> Опубликовано 27.08.2026

ного электролита, а доля тока, переносимая именно ионами лития, достигла 0,81.

В испытаниях полноразмерных ячеек батарея сохранила более 80% емкости после 1000 циклов зарядки-разрядки, а гибкий мягкий элемент продолжал питать светодиод даже в сложенном состоянии и после частичного разрезания.

По словам разработчиков, технология открывает путь к созданию более безопасных аккумуляторов для электромобилей с большим запасом хода, а также к надежным источникам питания для носимой электроники и систем долговременного хранения энергии в энергосетях.

Инновационные решения в энергетике

100-тонный буй получил первый в мире международный сертификат безопасности для волновой энергетики²⁸

Преобразователь CorPower C4 стал первым в мире устройством для получения энергии волн, получившим полный сертификат соответствия от норвежской компании DNV, считающейся мировым эталоном в области сертификации морских и офшорных энергетических проектов.



CorPower C4

Семилетняя процедура оценки охватила все этапы жизненного цикла устройства – от проектирования и анализа прочности конструкции до контроля производства, испытаний на усталостную долговечность материалов и проверки способности выдерживать реальные штормовые условия. Для

²⁸ Источник: <https://naked-science.ru/community/1204362> Опубликовано 22.07.2026

отрасли, которая уже более полувека пытается завоевать доверие инвесторов, такой сертификат имеет принципиальное значение: большинство крупных финансовых институтов не готовы финансировать морские энергетические проекты без подобного подтверждения их надежности.

CorPower C4 представляет собой буй каплевидной формы шириной девять метров, высотой 18 метров и массой около 100 тонн. Он закреплен на морском дне при помощи натянутого троса. Когда волна поднимает буй вверх, натяжение троса с такой же силой возвращает его вниз – подобно растянутой пружине или резиновой ленте, стремящейся принять исходное положение.

Непрерывные возвратно-поступательные движения приводят во вращение систему маховиков, соединенных с редуктором. Вместо того чтобы сосредотачивать всю механическую нагрузку в одной точке, редуктор распределяет ее между несколькими меньшими механизмами, что значительно снижает износ оборудования. Полученное вращение приводит в действие электрогенератор, а выработанная энергия передается на берег по подводным кабелям.



Главная особенность установки – система фазового управления WaveSpring, благодаря которой устройство и сравнивают с человеческим сердцем. В отличие от обычного амортизатора, который гасит движение, WaveSpring работает как пружина, усиливая его. Принцип напоминает работу сердечного клапана, синхронно взаимодействующего с потоком крови. При спокойном море волна высотой всего около одного метра способна вызвать колебания буйа амплитудой до трех метров, благодаря чему количество извлекаемой энергии увеличивается примерно втрое.

Во время сильного шторма система автоматически меняет режим работы. Она снижает жесткость подвески, позволяя буйку свободнее следовать за движением воды и практически не сопротивляться огромным волнам. Благодаря этому конструкция способна без повреждений выдерживать волны высотой до 18,5 метра.

Как и солнечная панель или ветрогенератор, один буй производит сравнительно немного электроэнергии. Поэтому коммерческая стратегия CorPower предусматривает создание массивов из десятков таких устройств – так называемых CorPacks. Каждый подобный комплекс сможет вырабатывать сотни мегаватт электроэнергии – этого достаточно для снабжения электричеством сотен тысяч домов.

Теперь CorPower Ocean приступает к реализации двух первых коммерческих проектов – в Португалии и Шотландии. Компания рассчитывает, что волновая энергетика станет третьим крупнейшим источником возобновляемой энергии в мире наряду с солнечной и ветровой. Если новые станции подтвердят заявленные характеристики после ввода в эксплуатацию в 2027–2029 годах, это станет первым убедительным доказательством того, что энергия морских волн способна обеспечить стабильную и надежную генерацию электроэнергии в промышленных масштабах.

Окна научили вырабатывать электричество²⁹

Учёные Университетского колледжа Лондона (UCL) разработали полупрозрачные перовскитные солнечные элементы, которые могут использоваться в окнах зданий и одновременно вырабатывать электричество как из солнечного, так и из искусственного света.

Исследователи изготовили модуль размером 30 на 30 см. При испытаниях он преобразовывал в электричество 14% энергии солнечного света

²⁹ Источник: <https://nia.eco/2026/07/27/117835/> Опубликовано 27.07.2026

и до 22% энергии яркого комнатного освещения интенсивностью 1000 люкс. Результаты работы опубликованы в журнале *Advanced Energy Materials*.



Через материал проходит около 30% видимого света. Для сравнения, обычное оконное стекло обычно пропускает 80–90%, поэтому разработка пока ближе к тонированному остеклению, чем к полностью прозрачному окну. По мнению авторов, такие панели могут одновременно уменьшать нагрев помещений и частично обеспечивать здания электроэнергией. Наиболее заметным этот эффект может быть в жарком климате, где значительная часть энергии расходуется на кондиционирование.

В основе устройства находится слой перовскита толщиной около 185 нанометров – примерно в 500 раз тоньше человеческого волоса. Состав и толщину слоёв исследователи рассчитали так, чтобы сохранить часть прозрачности, не потеряв при этом слишком много эффективности.

Одной из проблем перовскитных элементов остаются дефекты кристаллической структуры, в которых могут задерживаться электроны. Для их уменьшения учёные добавили специальную молекулу, которая одновременно подавляет потери энергии и повышает устойчивость материала к разрушению.

Изменения потребовались и в конструкции электрода. Обычно в перовскитных элементах используется золото, которое плохо пропускает

свет. В новом устройстве ультратонкий золотой слой разместили между двумя прозрачными слоями оксида молибдена, снизив отражение света.

В ходе ускоренного испытания незащищённый элемент после 300 часов непрерывного освещения сохранил около 80% первоначальной эффективности. Этот результат показывает определённый прогресс в устойчивости технологии, однако его пока недостаточно, чтобы судить о сроке службы окон в реальных условиях, где материал будет подвергаться перепадам температуры, влажности и воздействию ультрафиолета.

Перовскитные элементы тоньше и легче традиционных кремниевых панелей. Их можно наносить на стекло и потенциально использовать на фасадах, автомобильных окнах и других поверхностях сложной формы. При этом представленная разработка остаётся лабораторным прототипом: перед коммерческим применением потребуется увеличить размеры модулей, подтвердить их долговечность и разработать промышленную технологию производства.

Полупрозрачные фотоэлектрические покрытия рассматриваются как один из вариантов интеграции генерации непосредственно в здания. Такие окна не заменят обычные солнечные электростанции из-за меньшей эффективности и ограниченной прозрачности, но могут дополнить их там, где установка непрозрачных панелей невозможна.

Полимерные ловушки продлевают срок службы цинк-йодных батарей до 60 000 циклов³⁰

Литий-ионные батареи сегодня везде – от смартфонов до электромобилей. Но литий дорожает, его запасы ограничены, а утилизация отработанных батарей превращается в экологическую проблему. Исследователи из Австралии – страны с огромными запасами цинка – разрабатывают альтернативу: водную цинк-йодную аккумуляторную батарею, которая безопасна, устойчива и может выдержать более 60 000 циклов зарядки-разрядки.

Йод относится к числу простейших молекул, способных к обратимым электрохимическим реакциям, и теоретически может обеспечить удельную емкость 211 мА·ч/г. Однако у этой перспективной аккумулятор-

³⁰ Источник: <https://hightech.plus/2026/08/23/polimernie-lovushki-prodlevayut-srok-sluzhbi-cink-i-iodnih-batarei-do-60-000-ciklov> Опубликовано 23.08.2026

ной технологии есть проблема – полийодиды, промежуточные продукты реакции, проходя через сепаратор, смешиваются с анодом и снижают эффективность батареи. Команда ученых из Университета Флиндерс решила это с помощью органического полимера на основе циклодекстрина – низкочастотного, биоразлагаемого материала, который получают из крахмала.

Циклодекстрины – это кольцевые олигосахариды, которые часто используют в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности, сообщает Tescxplor. Их молекула похожа на усеченный конус: внешняя поверхность гидрофильная (притягивает воду), а внутренняя полость – гидрофобная. Эта полость идеально подходит для «захвата» полийодидов: они попадают внутрь и удерживаются там за счет молекулярных взаимодействий, не давая им перейти через сепаратор.

В цинк-ионных аккумуляторах обычно используется металлический цинк, а Австралия обладает крупнейшими в мире известными запасами этого металла, на долю которых приходится от 20% до 28% общемирового объема. Разработчики предлагают использовать этот потенциал для производства более безопасных и долговечных батарей.

Батарея с циклодекстриновой ловушкой может работать при напряжении 1,3–1,4 В. При полной зарядке за 7 минут она сохраняет емкость около 200 мА·ч/г в течение 8000 циклов. При сверхбыстрой зарядке за 3 минуты – 150 мА·г/ч в течение 60 000 циклов.

Для сравнения: промышленные литий-ионные батареи выдерживают обычно 500–1000 циклов полной зарядки-разрядки. Более 60 000 циклов – это огромный запас прочности, позволяющий использовать такие батареи в стационарных накопителях энергии на протяжении десятилетий.

Водная цинк-ионная батарея выдерживает 1000 циклов благодаря гидрогелю из бамбука³¹

Китайские исследователи совершили прорыв в создании безопасных и экологичных аккумуляторов. Они разработали прочный гель на основе растительной целлюлозы, который решает ключевую проблему водных цинк-ионных батарей – образование дендритов, кристаллических отростков, которые прорастают сквозь внутреннюю мембрану и вызывают корот-

³¹ Источник: <https://hightech.plus/2026/01/18/vodnaya-cink-ionnaya-batareya-viderzhivaet-1000-ciklov-blagodarya-gidrogelyu-iz-bambuka> Опубликовано 18.01.2026

кое замыкание. Новый гель создает среду, которая предотвращает этот опасный процесс.

Секрет инновации ученых из Южно-Китайского технологического университета кроется в уникальной двухкомпонентной архитектуре геля. В его основе – прочная сеть из микрокристаллической целлюлозы, соединенная бораксом. Ее усиливают ультратонкие, толщиной 3 нм, нановолокна, полученные из бамбука. Эти волокна выполняют две функции: микро-скопической арматуры, придающей гелю невероятную прочность, и скоростной магистрали для ионов цинка.

Благодаря такой структуре ионы цинка движутся почти вдвое быстрее, чем в стандартных материалах, сообщает ИЕ. Это не только повышает мощность, но и обеспечивает равномерное осаждение металла, предотвращая рост опасных дендритов.

Результаты испытаний прототипа водной батареи показали, что она сохраняет стабильную работу на протяжении 1100 часов, в то время как с обычными сепараторами – всего 120 часов.

Этот прорыв открывает путь к новому поколению безопасных батарей. Гибкие аккумуляторные ячейки на основе геля отлично выдерживают изгиб, что делает их идеальными для носимой электроники. Использованные материалы – целлюлоза, бамбук, боракс – низкая, стоимость изготовления 1 см² биогеля составляет всего 8% от цены коммерческого сепаратора. А после окончания срока службы мембрану не нужно отправлять на утилизацию – за четыре часа она полностью разлагается в растворе фермента целлюлазы.

Более того, принцип, лежащий в основе разработки, может быть адаптирован для натриевых или алюминиевых батарей, предлагая устойчивую основу для экологичного будущего энергетики.

Установка Voya Energy превратит алюминиевый лом в чистую энергию³²

Компания Voya Energy сообщила о привлечении \$35 млн для строительства в 2027 году первых промышленных установок по генерации энергии, где в качестве топлива будет использоваться алюминиевый металлолом. У компании далеко идущие планы – она намерена быстро масштабировать строительство и стать в итоге ключевым поставщиком энергии для дата-центров. А заодно сделать планету немного чище.

Сама технология получения энергии из алюминия электрохимическим способом не нова, прототипы генераторов малой мощности уже существуют. По сути, изготавливается огромная батарейка, где анод состоит из алюминия, а катод – сделан газодиффузионным для извлечения кислорода из воздуха. Алюминий в среде щелочного электролита начинает отдавать электроны, возникает электрический ток и нагрев, электроны после контакта с кислородом превращаются в гидроксид-ионы и возвращаются на анод. Цепочка замыкается и запускается процесс генерации энергии.



³² Источник: <https://www.techcult.ru/technology/16843-voya-energy-prevratit-alyuminievyj-lom-v-istochnik-energii> Опубликовано 2.09.2026

Алюминий один из самых энергоемких материалов, КПД такого генератора достигает 50 % – причем остальная половина уходит в тепло, которому тоже легко найти применение. Но самое главное – лом алюминия в данном случае служит топливом, которое легко добывать, транспортировать и запасать. Поэтому такие генераторы выгоднее установок на возобновляемых источниках энергии, при этом они также не производят никаких выбросов в атмосферу, что является основным козырем проекта Voya Energy.

Из лома в объеме стандартного 20-футового контейнера можно получить до 2 МВт энергии. Сама установка размером примерно как два таких контейнера – то есть, занимает гораздо меньше места, чем поля ветряков или солнечных панелей. Ее можно поставить прямо рядом с дата-центром и останется только подвозить лом грузовиками или по железной дороге. Заодно частично решается задача по утилизации и вторичному использованию самого металлолома – выгоднее использовать алюминий не как металл, а как источник энергии для набирающей размах инфраструктуры ИИ.

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