



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 18

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 18

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

Возобновляемая энергетика.....	5
Возобновляемая энергетика на подъеме: к 2040 году она станет доминирующей в мировом электроэнергетическом секторе	5
В 2025 году прирост мощностей ВИЭ в мире составил рекордные 692 ГВт.....	12
<i>Ветроэнергетика</i>	13
Зеленая энергия с отходами: у ветроэнергетики обнаружилась «невидимая» проблема	13
<i>Солнечная энергетика</i>	15
Перспективы солнечной энергетики в мировой энергосистеме 2050 года	15
Новые солнечные панели будут вырабатывать энергию еще и от падающих капель дождя	17
К вопросу деградации солнечных панелей	18
К вопросу срока службы солнечных панелей.....	20
Преодолен предел преобразования солнечной энергии	23
Дроны помогут получить больше «зеленой энергии»	24
Солнечные панели могут вызывать дождь: климатическая модель показала эффект крупных ферм	25
Придумана маскировка солнечных панелей с минимальной потерей КПД — под мрамор, кирпич и черепицу	26
Традиционная энергетика	29
Энергия без плотин: в России создали мобильную ГЭС для малых рек	29
Отказ от гигантских плотин: будущее локальной гидроэнергетики	30
Великое переселение плотин: почему страны Глобального Юга выбирают ГЭС.....	31

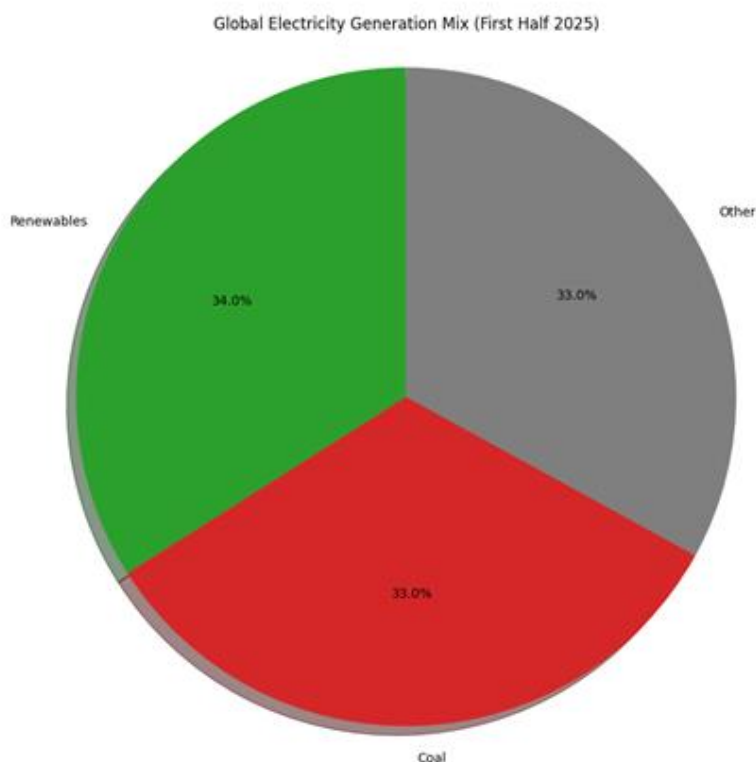
Эпоха гидроаккумуляторов: зачем мир строит сотни гигаватт новых ГАЭС.....	33
Подводные гидротурбины осваивают русла рек Северной Америки.....	36
Робот для сбора ДНК: аппарат снизит затраты на экомониторинг водоемов ГАЭС.....	38
В России нашли способ повысить выработку ГАЭС до 20%.....	39
Системы хранения энергии.....	41
Водородно-железная проточная батарея может хранить энергию в сети 25 лет.....	41
Новая технология делает аккумуляторы почти в 10 раз более ёмкими.....	42
Батареи будущего ближе: найден способ сделать твердотельные аккумуляторы устойчивыми к кислороду.....	44
Инновационные решения в энергетике.....	46
Разработана первая в мире подводная 3D-печать бетона, которая изменит ветроэнергетику.....	46
Водородная батарея Photocycle позволит запастись энергиею солнца летом, чтобы использовать ее зимой.....	47
В Нидерландах создали первую в мире «солнечную» черепицу с гибкой плёнкой из перовскита и эффективностью 12,4 %.....	48
В Японии запустили установку генерации энергии из сточных вод.....	50
Учёные достигли 130% эффективности преобразования солнечной энергии.....	51
«Зеленый» водород: революция или иллюзия?.....	52
Деревянная солнечная батарея вырабатывает энергию даже в темноте.....	57
Загрязнение как ресурс: новая «газовая батарея» превращает выбросы в электричество.....	57
В Европе испытали плавучую установку, превращающую тепло океана в электричество.....	59

Возобновляемая энергетика

Возобновляемая энергетика на подъеме: к 2040 году она станет доминирующей в мировом электроэнергетическом секторе¹

В мире уже есть четыре страны, которые полностью обеспечивают внутреннее потребление электроэнергии за счет возобновляемых источников (ВИЭ). Еще девять стран покрывают более 70% своих потребностей в электроэнергии за счет ВИЭ.

Этот список продолжает расти. На сегодняшний день как минимум 90 стран удовлетворяют более 35% своего спроса на электроэнергию из возобновляемых источников.



¹ Источник: <https://www.newscentralasia.net/2026/02/27/vozobnovlyayemaya-energetika-na-podyeme-k-2040-godu-ona-stanet-dominiruyushchey-v-mirovom-elektroenergeticheskom-sektore/> Опубликовано 27.02.2026

Нашим ориентиром в данном случае является отметка в 25%.

США — новичок в «почетном списке» стран, развивающих возобновляемую энергетику. В 2024 году на долю ВИЭ (включая гидроэнергетику, ветровую, солнечную, геотермальную энергию и биомассу) пришлось около 22% всей выработки электроэнергии в Штатах, что выше показателя в 20%, зафиксированного в предыдущие годы. Прогнозы указывают на то, что в 2026 году этот показатель достигнет отметки в 25%.

Чтобы лучше представить общую картину, давайте посмотрим, какие страны уже преодолели 25-процентный порог доли ВИЭ в своей электрогенерации. Ниже представлен список, основанный на последних данных (преимущественно за 2023–2025 годы), заимствованных из отчетов таких организаций, как МЭА (IEA), Ember, IRENA и других.

Это далеко не полный перечень — сегодня около 90 государств обеспечивают более 35% своих потребностей в электричестве за счет ВИЭ. Однако данный список представляет собой репрезентативную и разнообразную выборку по разным континентам. У многих лидеров этого рейтинга «костяком» является гидроэнергетика, но в регионах с активным строительством новых мощностей главную роль всё чаще начинают играть ветер и солнце.

Доля возобновляемых источников энергии в балансе электроэнергетики по странам

Страна	Приблизительная доля ВИЭ в электрогенерации	Основные источники	Примечания / Год
Парагвай	99%	Гидроэнергетика (почти всё)	2023; Почти полная зависимость от ГЭС.
Исландия	99%	Геотермальная (~70%), гидро (~30%)	2023; Использует вулканическую географию для геотермальной энергии.
Норвегия	98%	Гидро (~92%), ветер/солнце (~6%)	2024; Экспортирует излишки гидроэнергии.

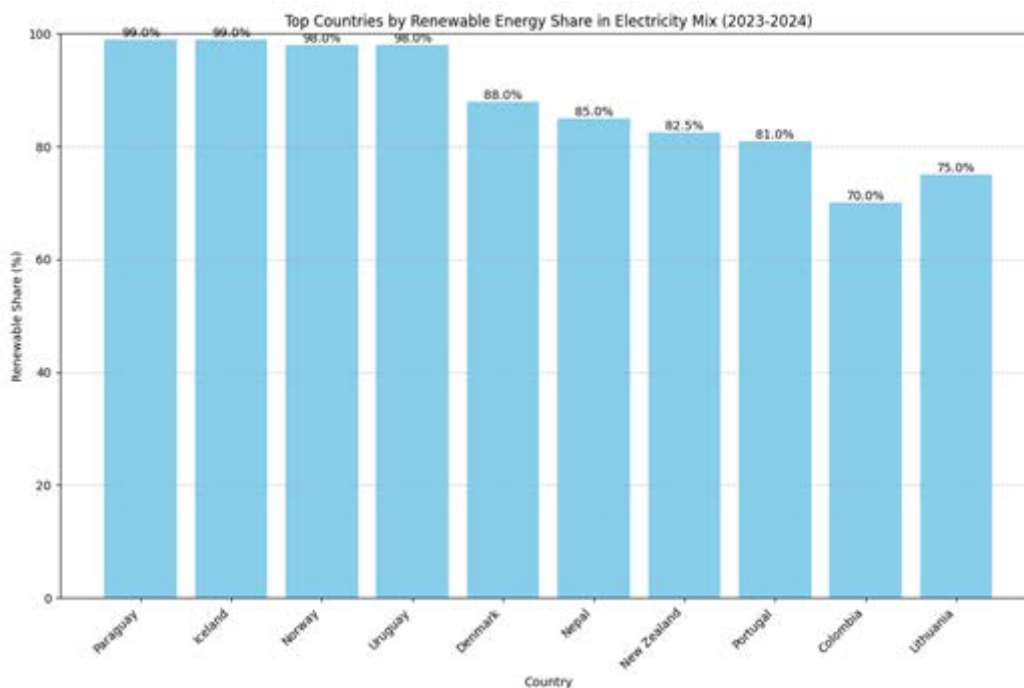
Страна	Прибли- тельная доля ВИЭ в элек- трогенерации	Основные источники	Примечания / Год
Уругвай	98%	Гидро (~50%), ветер (~35%), солнце (~3%), биомасса	2024; Стремительный рост ветровой и солнечной энергетики с 2010-х годов.
Дания	88%	Ветер (~55-58%), солнце/биомасса (~30%)	2024; Лидер по внедрению ветрогенерации и проектам в собственности общин.
Непал	85%+	Гидроэнергетика (доминирует)	2023; Сезонная зависимость от ГЭС, рост доли солнечной энергии.
Новая Зеландия	80–85%	Гидро (~55-60%), геотермальная (~20%), ветер/солнце	2024; Геотермальная энергия за счет вулканической активности.
Португалия	75–87%	Гидро (~25%), ветер/солнце (~45-50%), биомасса	2024; Отказ от угля с 2021 года; цель — 93% к 2030 году.
Колумбия	70%+	Гидроэнергетика (доминирует), рост ветра/солнца	2024; Высокая доля ГЭС, уязвимость к засухам.
Литва	70–80%	Ветер/солнце/биомасса/гидро	2024; Быстрое внедрение ВИЭ в странах Балтии.
Люксембург	70%+	Ветер/солнце/гидро/биомасса	2024; Малая энергосеть, высокий объем импорта.

Страна	Прибли- тельная доля ВИЭ в элек- трогенерации	Основные источники	Примечания / Год
Чили	69%	Гидро (~30%), солнце/ветер (~35%), геотермальная/биомасса	2024; Рост на 29 п.п. с 2010 года благодаря буму солнца и ветра.
Бразилия	65–89%	Гидро (~60%), ветер/солнце/биомасса (~25-29%)	2024; Крупная гидроэнергетическая база при росте сектора ветра и солнца.
Канада	65–70%	Гидро (~60%), ветер/солнце (~8%), биомасса	2024; Зависит от провинции; Квебек почти на 100% обеспечен ГЭС.
Швеция	65%+	Гидро (~40%), ветер/солнце (~20%), биомасса	2023; Высокая доля низкоуглеродной энергии в целом (включая АЭС).
Нидерланды	50–60%	Ветер (~30%), солнце (~20%), биомасса	2024; Ключевой фактор — расширение офшорной ветроэнергетики.
Германия	50–55%	Ветер (~28%), солнце (~12%), биомасса/гидро	2024; Энергетический переход (Energiewende) стимулирует изменения.
Испания	54%	Ветер/солнце (~43%), гидро (~11%)	2024; Цель — 81% к 2030 году; доля угля упала до 1%.
Италия	41%	Гидро/солнце/ветер/биомасса/геотермальная	2025; Рост солнечной энергетики, геотермальные станции в Тоскане.

Страна	Прибли- тельная доля ВИЭ в элек- трогенерации	Основные источники	Примечания / Год
Австра- лия	35%	Солнце/ветер (~30%), гидро (~5%)	2024; Рост на 27 % с 2010 го- да; лидер по установке сол- нечных панелей на крышах.
Китай	32–33%	Гидро (~15%), ветер (~10%), солнце (~8%)	2024; Крупней- шие в мире мощности ВИЭ; цель — 33% к 2025 году.
Польша	30–35%	Ветер/солнце (~25-30%), биомас- са/гидро	2025; Солнеч- ный бум, мощ- ность достигла 25 ГВт.
Индия	20–25%	Гидро (~10%), солнце/ветер (~12- 15%)	2024; Быстрый рост, но уголь по-прежнему доминирует.

Если рассматривать регионы в целом, то в 2024 году доля возобновляемых источников энергии в электроэнергетическом балансе Европы достигла 51%, что на три процентных пункта выше показателя предыдущего года.

В Латинской Америке этот показатель в среднем превышает 60%, главным образом благодаря богатым гидроэнергетическим ресурсам. Поразительно, какую важную роль здесь играет география: такие страны, как Исландия и Новая Зеландия, черпают геотермальную энергию из своих вулканических ландшафтов, в то время как Дания и Португалия сделали ставку на ветер и солнце, внедрив грамотную государственную политику.



В мировом масштабе возобновляемые источники энергии начинают по-настоящему «расправлять плечи» в секторе электрогенерации.

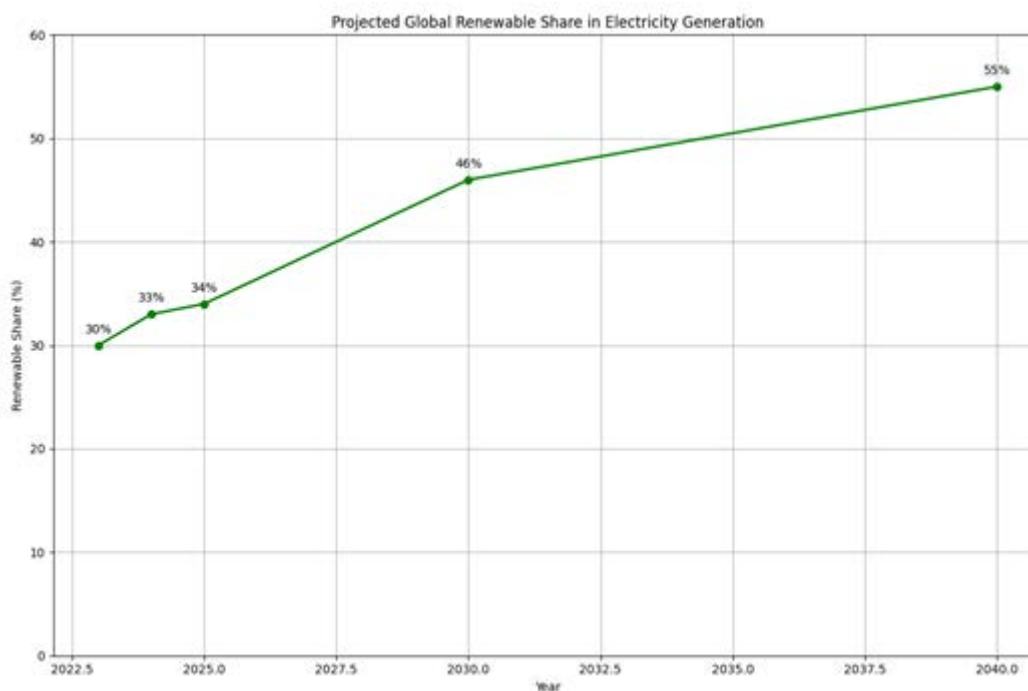
В первой половине 2025 года на их долю пришлось 34% мировой электроэнергии, что позволило им впервые в истории обойти уголь (33%). Для сравнения: этот показатель составлял 33% в 2024 году и 30% в 2023 году.

Еще более показательной является инвестиционная тенденция: 92–93% всех новых генерирующих мощностей, введенных в эксплуатацию в 2024–2025 годах, пришлось на ВИЭ, где основными драйверами роста стали солнце и ветер. Это не просто временное явление, а глубокий структурный сдвиг.

Тот факт, что США вскоре доведут долю ВИЭ до 25% , отражает процессы, которые уже произошли в десятках стран, где возобновляемые источники доминируют (во многих случаях превышая 50%) или составляют абсолютное большинство.

Прогнозы на будущее рисуют оптимистичную картину доминирования ВИЭ в энергетике.

Ожидается, что к 2030 году они обеспечат 46% мировой выработки электроэнергии, при этом доля только солнца и ветра достигнет 30% — это позволит им обойти гидроэнергетику и оставить уголь далеко позади уже к 2025 году. В более широкой энергетической картине (за рамками только электричества) доля возобновляемых источников может вырасти до 26% к 2050 году, в то время как доля ископаемого топлива упадет до 67%.



Настоящее мировое доминирование — скажем, более 50% в электроэнергетике — может быть достигнуто примерно в 2035–2040 годах, если сохранятся текущие темпы роста (ежегодный прирост мощностей на 15-16%). Однако это будет зависеть от таких факторов, как улучшение сетевой инфраструктуры, развитие решений для хранения энергии и проведение поддерживающей государственной политики.

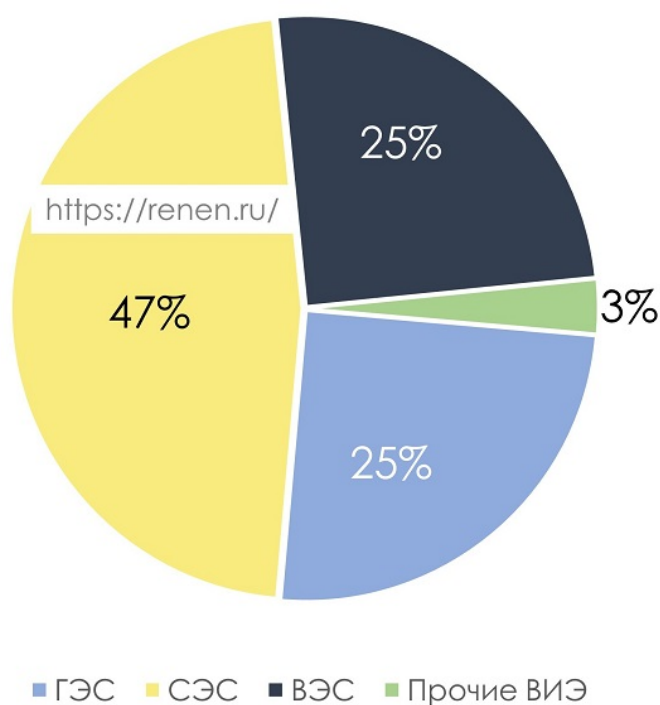
В целом, эти данные показывают, что возобновляемые источники энергии уже не просто «перспективное направление»; они стремительно становятся основным выбором для производства электроэнергии во всем мире, и США присоединяются к растущему клубу стран, совершающих этот переход. Если текущие тенденции сохранятся, мы выйдем на путь к «чистой» энергосистеме гораздо раньше, чем многие могли бы подумать.

В 2025 году прирост мощностей ВИЭ в мире составил рекордные 692 ГВт²

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) выпустило очередную версию ежегодного сборника статистических данных по установленной мощности возобновляемой энергетики по странам Renewable Capacity Statistics 2026.

Структура установленной мощности ВИЭ в мире по итогам 2025 года (%)

Источник: IRENA



Согласно публикации IRENA, в прошлом году мощности электростанций, работающих на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), выросли в мире на 692 гигаватт (ГВт), на 15,5% больше, чем в 2024. Это рекордный прирост за всю историю (в 2024 году также был зафиксирован рекордный прирост, и в 2023, и в 2022...).

Общая мощность ВИЭ в мире достигла 5149 ГВт. Это 49,4% от общей установленной мощности мировой электроэнергетики.

² Источник: <https://renew.ru/v-2025-godu-prirost-moshnostej-vie-v-mire-sostavil-rekordnye-692-gvt-irena/>
Опубликовано 1.04.2026

В отчете подчеркивается, что на долю возобновляемых источников энергии пришлось 85,6% всех новых мощностей, введенных в мире в прошлом году. Это меньше, чем в 92% в 2024 году, из-за существенного прошлогоднего прироста мощностей ТЭС в КНР.

Солнечная энергетика остается доминирующей технологией. В 2025 году, прирост солнечных мощностей составил 511 ГВт, то есть около 74% от общего прироста мощностей возобновляемых источников энергии.

Доля солнца в установленной мощности ВИЭ достигла 47%.

Ветроэнергетика выросла на 159 ГВт, укрепив свои позиции в качестве второго по объемам годового прироста возобновляемого источника энергии.

В прошлом году на солнечную энергию и энергию ветра пришлось 96,8% всех новых вводов мощностей ВИЭ.

Мощности ТЭС выросли на 18,4 ГВт (+1,4%), 96% из которых пришлось на Китай, а мощности биоэнергетики на 3,4 ГВт (+2,3%). Геотермальная энергетика выросла незначительно – на 0,3 ГВт.

В 2026 году ветроэнергетика очевидно обойдет гидроэнергетику по установленной мощности.

Отметим, IRENA приводит данные в единицах переменного тока, поэтому могут быть расхождения с другими источниками.

По общей установленной мощности ВИЭ Азия остается далеко впереди с 2891 ГВт (по состоянию на конец 2025 года), за ней следует Европа с 934 ГВт.

Ветроэнергетика

Зеленая энергия с отходами: у ветроэнергетики обнаружилась «невидимая» проблема³

Ветроэнергетика традиционно рассматривается как один из ключевых элементов «зелёного» перехода. Однако на фоне масштабного развития отрасли всё острее проявляется проблема, связанная с утилизацией оборудования, выработавшего ресурс.

³ Источник: <https://nia.eco/2026/04/22/113486/> Опубликовано 22.04.2026

По оценкам исследователей, к 2040 году до 20 тысяч лопастей ветрогенераторов могут быть захоронены на полигонах или сожжены, поскольку на сегодняшний день отсутствуют эффективные и массовые технологии их переработки.

Срок службы ветряных установок обычно составляет 20–25 лет. Большая часть компонентов — до 85% — поддаётся переработке или повторному использованию. Однако лопасти остаются ключевым исключением: они изготовлены из композитных материалов, сочетающих лёгкость и прочность, но практически неразделимых при утилизации.

В результате именно лопасти становятся основным источником отходов отрасли. Уже сегодня на свалках в ряде стран фиксируются значительные объёмы таких конструкций, которые из-за своих размеров занимают большие площади и не подлежат вторичному использованию.

Проблема усугубляется тем, что ветроэнергетика вступает в фазу обновления. Первые офшорные ветропарки, построенные в 1990-х годах, выводятся из эксплуатации. Например, в Европе в ближайшие годы планируется демонтаж около 1800 морских турбин, и этот процесс будет нарастать по мере старения инфраструктуры.

Дополнительным фактором становится рост размеров самих установок. Современные турбины требуют сотни тонн материалов — стали, бетона, меди, алюминия, а также редкоземельных элементов, включая неодим, диспрозий и тербий. Эти ресурсы не только сложны в добыче, но и имеют стратегическое значение, формируя зависимость от ограниченного числа поставщиков.

Отдельной проблемой остаётся инфраструктура. При демонтаже морских ветропарков часть кабельных сетей может оставаться на дне, что также рассматривается как экологический риск и потеря ценных материалов.

Исследования показывают, что отрасль пока выбирает наиболее простые и дешёвые решения — захоронение и сжигание, вместо внедрения принципов циркулярной экономики. При этом именно отходы становятся главным вызовом для дальнейшего развития ветроэнергетики.

В некоторых странах уже вводятся ограничения на захоронение лопастей, однако единых международных правил пока не существует. Это приводит к ситуации, когда отходы могут транспортироваться в юрисдикции с более мягкими требованиями.

При этом эксперты подчёркивают, что, несмотря на обозначенные проблемы, ветроэнергетика остаётся одним из наиболее низкоуглеродных источников энергии. Основной экологический эффект достигается за счёт снижения выбросов в течение десятилетий эксплуатации.

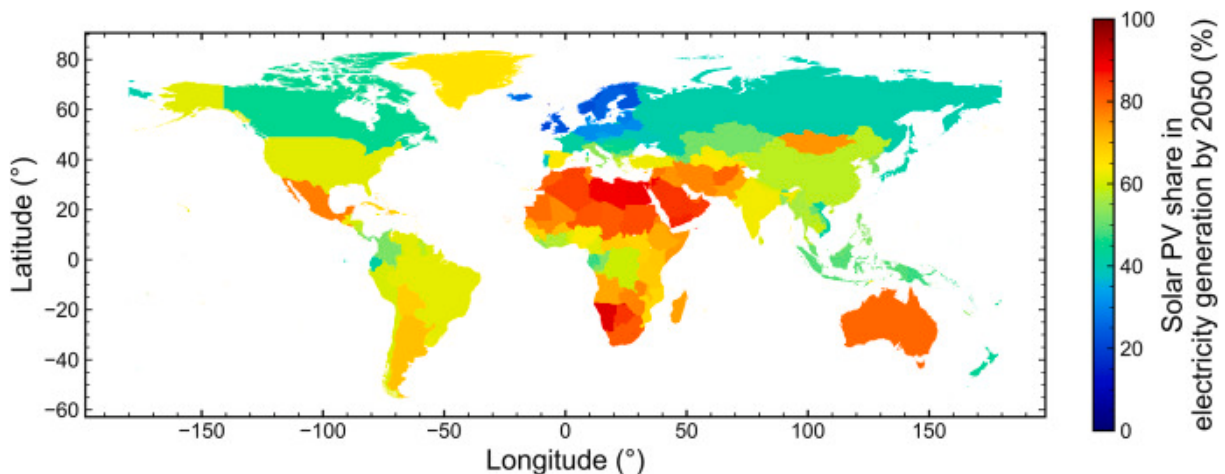
Тем не менее текущая ситуация указывает на необходимость пересмотра жизненного цикла технологий. Вопрос переработки и повторного использования материалов становится ключевым условием устойчивости «зелёной» энергетики.

Солнечная энергетика

Перспективы солнечной энергетики в мировой энергосистеме 2050 года⁴

Ученые из Лаппеенрантского технологического университета (LUT) в Финляндии давно известны оптимистичными (и не безосновательно) оценками перспектив солнечной энергетики.

В новом мета-исследовании «Перспективы солнечной фотоэлектрической энергетики как доминирующего источника в будущем в сценариях перехода к использованию возобновляемых источников энергии», опубликованном в научном журнале *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, авторы показывают, что чрезмерно консервативные предположения о капитальных затратах и упрощенные модели часто недооценивают потенциал внедрения солнечной генерации.



⁴ Источник: <https://renew.ru/perspektivy-solnechnoj-energetiki-v-mirovoj-energосистеме-2050-goda/> Опубликовано 16.04.2026

Исследователи провели основательный обзор литературы, посвященной роли солнечной энергетики в сценариях энергетического перехода. Особое внимание они уделили тому, как предположения о капитальных затратах влияют на прогнозируемую долю фотоэлектрических систем в мировом энергетическом балансе, а также тому, как выбор моделей, таких как временное разрешение, пространственная детализация и представление технологий, может повлиять на эти результаты. Они также изучили взаимосвязь между КИУМ солнечной генерации и уровнями её внедрения в отдельных странах, а также оценили, как наличие технологий power-to-X (преобразование электроэнергии в другие формы энергии) может способствовать развитию и повышению общей ценности солнечных фотоэлектрических установок в энергетических системах.

В результате было выявлено 60 исследований, соответствующих критериям отбора, что позволило получить исчерпывающий набор данных о сценариях перехода к возобновляемым источникам энергии. Эти исследования значительно различаются по своим технико-экономическим предположениям, сообщаемым долям солнечной фотоэлектрической и ветровой энергетики, а также подходам к моделированию. Несмотря на эти различия, большинство исследований сходятся в одном: к 2050 году солнечная фотоэлектрическая и ветровая энергетика вместе будут обеспечивать от 80% до 99% производства электроэнергии. Однако доля солнечной энергетики значительно варьируется: от 5% до 98%. «Эти различия обусловлены широким диапазоном допущений моделей, при этом большинство моделей недооценивают будущую роль солнечных фотоэлектрических станций».

Анализ показал, что предположения о капитальных затратах на солнечную фотоэлектрическую энергетическую оказывают сильное влияние на ее прогнозируемую долю: как правило, более низкие затраты приводят к более широкому внедрению. Географические факторы также влияют на результаты: в странах с богатыми гидроэнергетическими или геотермальными ресурсами наблюдается меньшая доля солнечной энергетики, в то время как регионы с развитыми солнечными ресурсами, как правило, в большей степени полагаются на фотовольтаику.

В рассмотренных работах ожидаемые капитальные затраты в солнечной энергетике к 2050 году составят от 166 до 720 евро за кВт. Авторы подчеркивают, что многие исследования опираются на прогнозы капитальных затрат на 2050 год, которые превышают текущие рыночные уровни. Около 18% исследований, проанализированных в новой статье, предполагают удельные капитальные затраты более 500 евро/кВт для крупномасштабных солнечных электростанций к 2050 году, хотя в Китае и Индии, например, уже сегодня мы видим более низкие уровни.

По расчетам авторов, основанным на анализе источников и ряде предположений, доля солнечной энергетики в мировой выработке электроэнергии может составить 61% в 2050 году.

Новые солнечные панели будут вырабатывать энергию еще и от падающих капель дождя⁵

В пасмурную погоду эффективность солнечных панелей падает. Команда ученых из Испании предложила решение этой проблемы — гибридное устройство на основе перовскита, способное генерировать электроэнергию как от солнечного света, так и от падающих капель дождя. Инновация открывает новые возможности для питания устройств интернета вещей и наружных датчиков.

Ученые из Института материаловедения Севильи создали с помощью плазменной технологии тончайшую пленку толщиной менее 100 нанометров (для сравнения: диаметр человеческого волоса примерно 80 000 нм). Эта пленка выполняет двойную функцию: защищает химическую структуру перовскитной ячейки, одновременно увеличивая поглощение света, а также действует как трибоэлектрическая поверхность, преобразующая кинетическую энергию падающих капель в электричество.

В экспериментах одна капля дождя создавала разность потенциалов до 110 вольт — достаточно для питания небольшого портативного устройства. Разработка особенно актуальна для регионов с продолжительным сезоном дождей, где традиционные солнечные панели теряют эффективность. Устройство способно питать светодиодные цепи даже при погружении в воду и выдерживать колебания температуры и влажности, сообщает ИЕ.

«Наша работа демонстрирует возможность объединения фотоэлектрической технологии перовскитных солнечных элементов с трибоэлектрическими наногенераторами в тонкопленочной конфигурации», — пояснила Кармен Лопес.

Пленка не только защищает чувствительные перовскитные элементы, но и позволяет собирать энергию из различных источников окружающей среды, открывая путь к созданию гибридных солнечно-дождевых па-

⁵ Источник: <https://hightech.plus/2026/02/26/novie-solnechnie-paneli-budut-virabativat-energiyu-eshe-i-ot-padayushih-kapel-dozhdya> Опубликовано 26.02.2026

нелей. Потенциальные применения включают питание датчиков на крупных сооружениях (например, мостах), метеорологических датчиков для точного земледелия и устройств интернета вещей.

К вопросу деградации солнечных панелей⁶

В научном журнале *Energy Economics* опубликована статья «От блеска к упадку: деградация более 1 миллиона солнечных фотоэлектрических систем в Германии».

Авторы проанализировали работу более 1,25 миллиона (!) солнечных электростанций общей мощностью более 34 ГВт в Германии в течение 16 лет на основе данных системных операторов.

Набор исходных данных для анализа включал подробную информацию о выработке электроэнергии, установленной мощности, наклоне, азимуте и местоположении. Данные о солнечном излучении были получены от Службы мониторинга атмосферы *Sorpenicus* с почасовым разрешением для каждого почтового индекса. Эффективность систем с течением времени измерялась с использованием коэффициентов производительности, рассчитанных в соответствии со стандартами IEC.

Ученые обнаружили, что в среднем коэффициент линейной деградации солнечных фотоэлектрических установок составил от 0,521% до 0,613% в год. Это ниже, чем значения, полученные в предыдущих исследованиях. В заключении отмечается, что при среднем коэффициенте деградации около 0,59% в год нормативные предположения о техническом сроке службы фотоэлектрических систем в двадцать лет кажутся довольно консервативными – после 20 лет производительность все еще составляет около 90% от исходной.

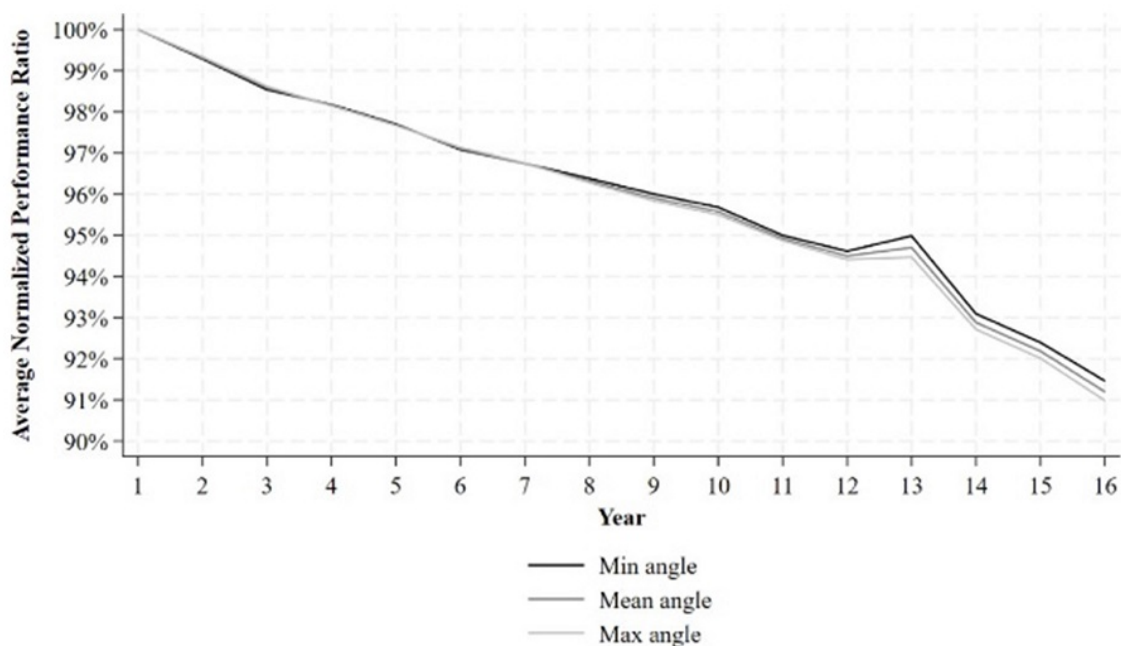
При анализе нелинейных эффектов старения коэффициент корректируется, и с каждым дополнительным годом скорость деградации снижается на 0,004%–0,019%, в результате чего выходная мощность системы в возрасте 10 лет снижается на 7–13% медленнее, чем в новом состоянии.

Авторы пришли к выводу, что экстремальная жара, экстремальный холод и загрязнение атмосферы способствуют деградации, а вот осадки не влияют. При этом негативное влияние жарких дней становится более выраженным с возрастом. Что касается морозов и загрязнения воздуха, то,

⁶ Источник: <https://renew.ru/k-voprosu-degradatsii-solnechnyh-panelej-2/> Опубликовано 18.03.2026

напротив, негативные эффекты более выражены в ранние годы и постепенно ослабевают с течением времени.

Результаты также показали, что установки с большей установленной мощностью (>30 кВт) деградируют быстрее, чем малые. Это может быть связано с так называемой деградацией, вызванной разницей потенциалов (PID), которая более характерна для панелей в составе больших массивов.



Более низкая деградация, полученная по итогам исследования, повышает доходность проектов солнечной энергетики, снижая приведенную стоимость электроэнергии (LCOE) на 4,8% по сравнению с использованием коэффициента деградации из предыдущих работ.

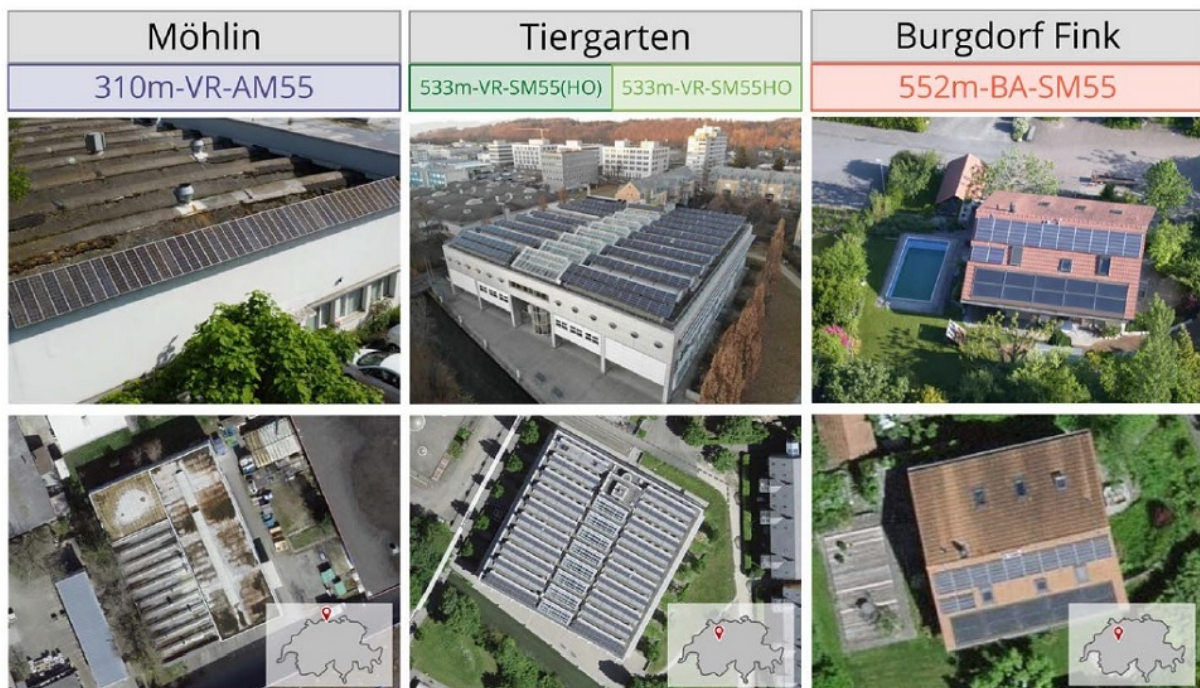
По мере увеличения мощностей солнечной энергетики и старения парка СЭС, вопрос модернизации объектов будет обостряться. Рассчитанный в новой статье темп деградации, который оказался существенно ниже показателей, приведенных в более ранних работах, показывает, что при установленной мощности в ФРГ в 400 ГВт годовая потребность в обновлении (замене) модулей к 2040 году примерно на 54% ниже среднего показателя, указанного в литературе. С точки зрения экономики, более низкий темп деградации означает экономию сотен миллионов евро в год, учитывая меньшие потребности в модернизации и замене фотоэлектрических модулей.

К вопросу срока службы солнечных панелей⁷

Исследовательская группа под руководством Швейцарского университета прикладных наук (SUPSI) провела долгосрочный анализ шести малых солнечных фотоэлектрических станций, установленных в Швейцарии в конце 1980-х и начале 1990-х годов.

Результаты представлены в статье «Три десятилетия, три климатические зоны: влияние окружающей среды и материалов на долговременную надежность фотоэлектрических модулей», опубликованной в журнале EES Solar.

Исследователи обнаружили, что среднегодовые потери производительности в этих системах составляли в среднем от 0,16% до 0,24%, что значительно ниже показателей от 0,75% до 1% в год, обычно указываемых в литературе.



Все рассмотренные электростанции ориентированы на юг и оснащены солнечными модулями, доступными на рынке в то время. Это ARCO AM55 производства американской компании Arco Solar, которая на тот момент была крупнейшим в мире производителем фотоэлектрических мо-

⁷ Источник: <https://renen.ru/k-voprosu-sroka-sluzhby-solnechnyh-panelej/> Опубликовано 2.02.2026

дулей с годовой производственной мощностью всего 1 МВт, а также солнечные панели Siemens серий SM55, SM55-НО и SM75. Модули имеют номинальную выходную мощность от 48 Вт до 55 Вт и состоят из стекла на лицевой стороне, слоев этиленвинилацетата (ЭВА), монокристаллических кремниевых ячеек и полимерного ламината на задней стороне панели.

В ходе испытаний проводилось наблюдение за выходной мощностью переменного и постоянного тока, температурой окружающей среды и модулей, а также интенсивностью излучения в плоскости массива панелей, измеренной с помощью пиранометров.

Исследователи классифицировали условия размещения объектов по трем категориям: низко- и средневысотное, а также высокогорное.

Низкорасположенные системы установлены в разных населённых пунктах Швейцарии на высоте 310-522 метра над уровнем моря. Это кровельные электростанции, в которых солнечные панели либо интегрированы в крыши, либо стоят на плоских кровлях и свободно вентилируются.

Анализ также включал в себя одну средневысотную электростанцию в Мон-Солей (1270 м, модули SM55) и две высокогорные системы, установленные на фасадах зданий, в Бирге (2677 м, AM55) и Юнгфрауйохе (3462 м, SM75).

Кроме того, «для сравнения два модуля Siemens SM55 хранились в контролируемой внутренней среде в фотоэлектрической лаборатории Бернского университета прикладных наук с начала кампании мониторинга», — сообщили ученые.

Они также применили многолетний метод сравнения результатов (multi-YoY) для определения темпов снижения производительности (PLR).

Результаты показывают, что PLR для всех систем варьируются от -0,12% до -0,55% в год, в среднем от -0,24% до -0,16% в год, что значительно ниже типичных темпов деградации, обычно указываемых в литературе как для старых, так и для современных фотоэлектрических систем.

Исследователи также обнаружили, что системы, установленные на больших высотах, как правило, демонстрируют более высокие средние показатели производительности и более низкие темпы деградации, чем аналогичные установки на малых высотах, несмотря на более высокую радиацию и интенсивность ультрафиолетового излучения.

Анализ также показал, что модули одной серии, но с различной внутренней конструкцией (различные модификации), демонстрируют разное поведение при деградации. Стандартные модули Siemens SM55 демонстрировали повторяющиеся отказы паяных соединений, что приводило к увеличению последовательного сопротивления и снижению коэффициента заполнения (Fill Factor). В отличие от них, модификация SM55-НО выиг-

рывает от изменения конструкции задней панели, которая обеспечивает более высокое внутреннее отражение и улучшенную долговременную стабильность.

В целом, результаты показывают, что долговременная деградация фотоэлектрических модулей раннего поколения обусловлена в большей степени термическими напряжениями, условиями вентиляции и конструкцией материалов, чем высотой размещения или интенсивностью излучения. Модули, установленные в более прохладных и хорошо вентилируемых условиях, продемонстрировали особенно стабильную работу на протяжении нескольких десятилетий.

«В ходе лабораторных измерений было показано, что большинство модулей сохранили более 80% своей первоначальной номинальной мощности после 30–35 лет эксплуатации, что превышает типичный для отрасли гарантийный порог в 80% после 25 лет и демонстрирует потенциал для срока службы, превышающего 50 лет в условиях умеренного климата», — заключают авторы.

Разумеется, факт, что старые модули являются такими качественными, не означает, что и современные столь же хороши. Однако по сравнению с девяностыми значительно улучшились процедуры тестирования и сертификации, а также знания о материалах и их старении. При соответствующем контроле качества и современных материалах модули, продаваемые сегодня на рынке, могут рассчитывать на долгий срок службы.

«Исследование показало, что спецификация материалов является наиболее важным фактором, влияющим на срок службы фотоэлектрических модулей... Несмотря на то, что все модули принадлежат к одному семейству продуктов, различия в качестве герметизирующего материала, наполнителей и производственных процессах привели к значительным различиям в скорости деградации. Герметизирующие материалы ранних поколений без УФ-стабилизации демонстрировали ускоренное старение, в то время как более поздние конструкции модулей с оптимизированными задними панелями и улучшенным качеством производства показали выдающуюся долговременную стабильность».

Сегодня все большее количество производителей солнечных панелей переходит на 30 летнюю гарантию на свою продукцию. Есть и более амбициозные заявки. Например, в феврале 2022 года компания Maxeon объявила, что для своих IBC (Interdigitated Back Contact) солнечных панелей предлагает уникальную гарантию 40/40. То есть 40-летнюю гарантию от производственного брака (от поломок) и 40-летнюю гарантию на производительность.

Высокий срок службы солнечных модулей положительно влияет на экономику фотоэлектрической генерации, снижая LCOE.

Преодолен предел преобразования солнечной энергии⁸

Солнце каждую секунду посылает на Землю огромное количество энергии, но современные солнечные батареи способны уловить лишь примерно ее треть. Это ограничение обусловлено «физическим потолком», который долгое время считался непреодолимым. Команда исследователей из Японии и Германии разработала метод, позволяющий преодолеть предел Шокли — Квайзера, ограничивающий эффективность солнечных элементов. В эксперименте им удалось достичь квантового выхода около 130%.

Метод, который описали ученые из Университета Кюсю и Университета Иоганна Гутенберга в Майнце, основан на синглетном делении, которое позволяет одному высокоэнергетическому фотону генерировать два экситона (переносчика энергии) вместо одного. Однако до сих пор главной проблемой был паразитный перенос энергии, который «воровал» энергию до того, как успевало произойти деление.

Исследователи решили эту проблему, используя молибденовый комплекс — «спин-флип» эмиттер, который избирательно захватывает энергию только после того, как произошло образование триплетных экситонов. В такой системе электрон меняет свой спин при взаимодействии с ближним инфракрасным светом, что позволяет эффективно поглощать энергию на нужном этапе, пишет Scitech Daily.

В растворе с тетраценовыми материалами система достигла квантового выхода 130%, преодолев предел в 100%. Это означает, что на каждый поглощенный фотон активировалось около 1,3 молибденовых комплексов — то есть, удалось сгенерировать больше носителей энергии, чем падающих фотонов.

Современные фотоэлементы используют лишь около трети энергии солнечного света: низкоэнергичные фотоны не могут возбудить электроны, а избыток энергии высокоэнергичных фотонов теряется в виде тепла. Метод синглетного деления позволяет использовать эту избыточную энергию, потенциально повышая реальную эффективность солнечных батарей.

Исследование находится на стадии проверки концепции. Следующий этап — интеграция материалов в твердотельные системы для создания реальных фотоэлектрических устройств. Полученные результаты могут

⁸ Источник: <https://hightech.plus/2026/03/29/preodolen-predel-preobrazovaniya-solnechnoi-energii> Опубликовано 29.03.2026

найти применение не только в солнечной энергетике, но и в светодиодах и в квантовых технологиях, использующих управление спиновыми состояниями.

Дроны помогут получить больше «зеленой энергии»⁹

Новая разработка способна определить, какие солнечные батареи неисправны, и подсказать, в чем причина. Это позволит сократить время на ремонт и получать больше возобновляемой энергии.

Исследователи из Датского технического университета (DTU) нашли решение, позволяющее использовать весь потенциал солнечных электростанций. В сотрудничестве с компанией UXV Technologies они разработали специальную технологию с использованием дрона, который после захода солнца будет подниматься в воздух и подавать питание на солнечные модули.

Пролетая над модулями, квадрокоптер делает своего рода рентгеновский снимок, на котором солнечные элементы будут подсвечены с помощью технологии электролюминесцентной визуализации. Слабое свечение ячеек или его полное отсутствие укажут на то, что выработка электроэнергии низкая или полностью прекращена. Почему это произошло, определит специальная платформа на базе искусственного интеллекта. Она также укажет степень потери мощности и то, что нужно сделать для решения проблемы.

Сегодня сложно найти подобные технологические решения. Современные проверки проводятся вручную и редко, а также без использования технологий.

Бывает так, что целые модули простаивают без выработки электроэнергии в течение длительного времени. Крупные солнечные электростанции проходят проверку раз в 2–4 года, потому что это дорогостоящий и трудоемкий процесс.

Сколько дополнительной «зеленой энергии» можно получить с солнечной электростанции, если использовать дроны, по словам разработчи-

⁹ Источник: <https://science.mail.ru/news/47752-drony-pomogut-poluchit-bolshe-zelenoj-energii/> Опубликовано 16.04.2026

ков, зависит от того, сколько ей лет, в каком она состоянии и как часто проводятся ее проверки.

По предварительным оценкам, хорошо функционирующая система, которую проверяют раз в год, может вырабатывать на 1–2% больше энергии в год, в то время как старая в худшем состоянии — на 2–5%. Еще один положительный эффект решения в том, что оно позволяет владельцам солнечных систем в первую очередь ремонтировать или заменять модули, которые потребляют больше всего энергии.

«Если взять в качестве примера наш испытательный полигон мощностью 100 МВт в Роскилле, то увеличение годовой выработки энергии на 1% означало бы, что мы могли бы обеспечивать электроэнергией 230–250 датских домохозяйств в течение целого года», — сказал Махмуд Дхимиш, доцент и эксперт по искусственному интеллекту в DTU Electro.

В ближайшее время исследователи испытают свою разработку на солнечных электростанциях в датском городке Тореби.

Ранее мы писали, что согласно прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА), к 2050 году солнце может стать крупнейшим источником электричества на планете.

Солнечные панели могут вызывать дождь: климатическая модель показала эффект крупных ферм¹⁰

Новое исследование, проведенное климатологом Оливером Бранчем из Университета Хоэнхайма, показало, что крупные солнечные фермы в Объединённых Арабских Эмиратах могут вызывать дождевые осадки. В условиях, где вода ценится высоко, это открытие может стать революционным.

Моделирование показало, что тёмные солнечные панели, поглощающие до 95% солнечного света, нагреваются сильнее, чем окружающий их отражающий песок пустыни. Именно эта разница температур создаёт восходящие потоки воздуха, которые способствуют образованию облаков и дождей. Для этого необходим источник атмосферной влаги, и, согласно модели, влажные ветры с Персидского залива могут обеспечить её.

¹⁰ Источник: <https://www.ixbt.com/news/2026/04/17/solnechnye-paneli-mogut-vyzyvat-dozhd-klimaticheskaja-model-pokazala-jeffekt-krupnyh-ferm.html> Опубликовано 17.04.2026

Солнечная ферма площадью 20 квадратных километров может увеличить количество осадков почти на 600 000 кубометров при благоприятных условиях, что эквивалентно 1 см дождя на территории около 60 км². Если такие дожди будут выпадать 10 раз за лето, то это обеспечит водой более 30 000 человек на год.

Однако есть ограничения: в модели использовались более тёмные панели, чем те, что производятся большинством современных производителей. Некоторые современные панели специально делают отражающими, чтобы охладить окружающую среду, что снижает эффект образования дождей. Зенгъяо Лу, климатолог из Лундского университета, назвал исследование «очень стимулирующим», но отметил эту проблему.

Бранч надеется, что идея будет протестирована в реальных условиях. Он также предложил высаживать между рядами панелей засухоустойчивые культуры, такие как жожоба, чтобы усилить эффект. В Китае уже строятся солнечные фермы, которые почти достигают необходимых размеров.

Несмотря на перспективы, ОАЭ продолжают активно использовать программу искусственного вызывания дождей, проводя около 300 миссий ежегодно.

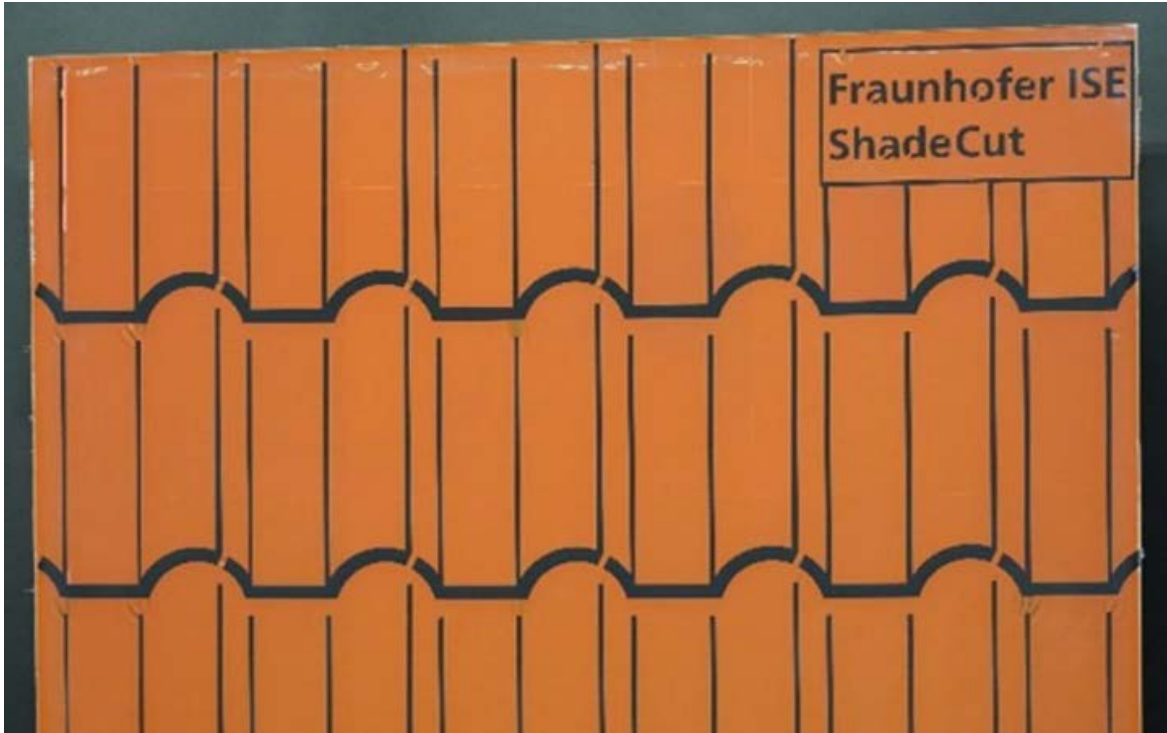
По мнению исследователей, модель может быть применима и в других засушливых регионах, таких как Намибия и полуостров Калифорния в Мексике. Если дальнейшие исследования подтвердят эти выводы, то потенциал солнечных ферм для вызова дождей может стать дополнительным стимулом для развития возобновляемой энергетики в засушливых уголках мира.

Придумана маскировка солнечных панелей с минимальной потерей КПД — под мрамор, кирпич и черепицу¹¹

Известный факт, что классические солнечные панели нарушают городскую эстетику, что особенно режет глаз в исторических районах городов. Разработчики давно пытаются создать приемлемый способ маскировки панелей, чтобы использовать возобновляемую энергетику в условиях городской

¹¹ Источник: <https://3dnews.ru/1140610/nemtsi-pridumali-maskirovku-dlya-solnechnih-paneley-s-minimalnoy-poterey-kpd-pod-mramor-kirpich-i-cherepitsu> Опубликовано 24.04.2026

среды и при этом не выпячивать её на фоне архитектурных решений. Свой вариант для этого предложили учёные из Германии, позаимствовав идею у... бабочек.



Крылья этих насекомых не имеют окраски и создают узоры в результате интерференции падающих на них лучей. Свет преломляется на наноразмерных чешуйках крыльев бабочек, создавая яркие и красочные узоры. Отсутствие красящего пигмента в составе покрытия солнечных панелей — это ключевое требование к нему, поскольку только так можно избежать значительной потери эффективности фотоэлектрических ячеек панели. Безусловно, красота требует жертв, но лучше этого избежать.

Предложенная исследователями Института систем солнечной энергетики Фраунгофера (Fraunhofer ISE) технология ShadeCut крадёт всего 5 % КПД панели, но может быть реализована на любой современной солнечной панели, превратив её в подобие черепицы, каменной или мраморной кладки. Сначала на панель напыляют рабочее вещество, а затем лазером или фрезой убирают его таким образом, чтобы оставить характерный рисунок, свойственный тому или иному строительному материалу, например, создав рисунок черепичной кладки, как на фотографии выше.

«Модули с ShadeCut могут выглядеть как каменная кладка или кровельная черепица и идеально вписываться по цвету», — поясняет доктор Мартин Хайнрих (Martin Heinrich), один из руководителей проекта. Это решение для тех случаев, где обычные чёрные панели выглядят чужерод-

но: для фасадов зданий, встроенных в крышу элементов, балконных ограждений и, что особенно ценно, для реконструкции исторических построек, где строгие архитектурные нормы часто ставят крест на использовании солнечной энергии.

Традиционная энергетика

Энергия без плотин: в России создали мобильную ГЭС для малых рек¹²

Инженеры российского Национального исследовательского университета «МЭИ» спроектировали мобильную гидроэлектростанцию для обеспечения электричеством труднодоступных территорий. Установка генерирует энергию за счет естественного течения рек и не требует возведения плотин или создания водохранилищ. Проект ориентирован на локальные электросети в отдаленных поселениях, на туристических базах и объектах вахтового метода, где строительство традиционных генерирующих мощностей экономически нецелесообразно.

Базовый элемент конструкции – свободнопоточная турбина, принцип действия которой схож с подводным ветрогенератором. В отличие от стационарных аналогов, жестко закрепленных на дне, аппарат позволяет менять угол наклона вала, адаптируясь к характеристикам потока. По данным разработчиков, корректировка оси вращения турбины повышает выработку энергии на 5–10 процентов по сравнению с симметричными установками. Эффективность также достигается за счет специального гидродинамического профиля лопастей и возможности их поворота.

Снабжение удаленных населенных пунктов энергией – постоянная инфраструктурная проблема для регионов с обширными территориями. Исторически такие зоны зависят от дизель-генераторов, работа которых сопряжена с постоянным завозом топлива по сложным маршрутам. Технология извлечения кинетической энергии малых рек дает возможность получить стабильный источник питания без ущерба для экосистемы. Установка не перекрывает русло, оставляя неизменным гидрологический режим водоема.

Аппарат создан научным коллективом под руководством Александра Лямасова по федеральной программе «Приоритет 2030». По словам ректора университета Николая Рогалева, техническое решение направлено на использование энергетического потенциала малых рек России, который сейчас практически не задействован. Разработчики полагают, что оптимизированные мобильные комплексы найдут применение как внутри страны, так и на внешних рынках – в государствах со схожими географическими условиями.

¹² Источник: <https://hydropost.ru/id/113276> Опубликовано 12.03.2026

Отказ от гигантских плотин: будущее локальной гидроэнергетики¹³

Более 3700 крупных гидроэлектростанций планируется построить или уже возводится в странах Глобального Юга. По данным масштабного обзора, опубликованного в научном журнале *Nature Sustainability*, этот бум гидроэнергетики чреват повторением старых экологических ошибок. Развивающиеся страны Азии, Африки и Латинской Америки рассматривают масштабные плотины как способ энергетического перехода, тогда как развитые государства – напротив – все чаще выводят старые ГЭС из эксплуатации.

Вопреки сложившемуся имиджу экологически чистого источника энергии, создание огромных водохранилищ в тропических регионах ведет к значительным выбросам парниковых газов. Гниющая под водой растительность выделяет метан, объемы которого в ряде случаев сопоставимы с показателями от сжигания ископаемого топлива. Изменение климата делает ставку на воду еще более рискованной – учащающиеся засухи в Амазонии и Африке ставят под сомнение способность новых станций стабильно вырабатывать электричество на фоне пересыхания рек.

Финансовая модель гидроэнергетики также претерпела изменения. На смену структурам Всемирного банка, которые сократили поддержку подобных инициатив из-за критики экологов и правозащитников, пришли частные инвесторы и китайские государственные корпорации. Сегодня банки КНР финансируют зарубежные проекты строительства ГЭС на десятки миллиардов долларов. При этом ответственность за минимизацию ущерба природе и выплату компенсаций жителям в договорах часто ложится на власти принимающих стран – такая схема на практике приводит к снижению стандартов экологической безопасности.

Возведение плотин сопровождается перманентным социальным напряжением. Двенадцать процентов всех зарегистрированных экопротестов в мире спровоцировано именно появлением новых ГЭС. В качестве разумной альтернативы гигантским плотинам исследователи предлагают развивать гибридные и локальные технологии – микро-ГЭС, внутриводные турбины и плавучие солнечные батареи. Установка фотоэлектрических панелей прямо на поверхности водохранилищ ГЭС позволяет компенсировать дефицит электричества в засушливые периоды и одновременно сократить испарение влаги.

¹³ Источник: <https://rivers.help/n/6069> Опубликовано 29.03.2026

Дальнейшее регулирование гидроэнергетической отрасли требует решительного отказа от проектного подхода в пользу комплексного планирования на уровне целых речных бассейнов. Математические модели доказывают, что строгая координация работы энергообъектов на реке Меконг или в бассейне Амазонки способна обеспечить плановые объемы генерации при двукратном снижении ущерба местным экосистемам. Достижение этого баланса напрямую зависит от готовности корпораций внедрять передовые стандарты оценки жизненного цикла ГЭС и вести предметный диалог с местными жителями.

Великое переселение плотин: почему страны Глобального Юга выбирают ГЭС¹⁴

Более 3700 гидроэлектростанций мощностью свыше одного мегаватта находятся на стадии проектирования или строительства по всему миру. Основная стройплощадка ГЭС сместилась в страны Глобального Юга, говорится в масштабном обзоре международной группы исследователей, опубликованном в научном журнале *Nature Sustainability*. Пока европейские государства и США выводят из эксплуатации стареющую инфраструктуру, Азия, Африка и Латинская Америка переживают настоящий бум. К 2050 году Африка планирует почти утроить свои мощности, а только в низовьях реки Меконг прибавится 30 гигаватт. Не отстают Индия и Бразилия, заявляя о десятках масштабных проектов, в том числе в бассейне Амазонки.

Инвесторы и правительства оправдывают новое строительство ГЭС необходимостью отказа от угля и газа. По оценкам Международного энергетического агентства, для достижения углеродной нейтральности к середине века мировые гидроэнергетические мощности необходимо удвоить, доведя их до 2600 гигаватт. Это означает возведение за тридцать лет такого же количества ГЭС, сколько было построено за предыдущие сто. Гидроэнергетика служит стабилизатором для энергосистем, сглаживая непредсказуемую генерацию солнечных и ветряных парков. Однако экологи отмечают, что крупные водохранилища, особенно в тропиках, сами обильно выделяют парниковые газы. Гниющая затопленная растительность производит метан, и выбросы от некоторых гидроэлектростанций, таких как ГЭС «Белу-Монти» в Бразилии, остаются высокими даже после предварительной очистки территории.

¹⁴ Источник: <https://hydropost.ru/id/003424> Опубликовано 27.03.2026

Очередная волна строительства ГЭС несет с собой давние проблемы: вырубку лесов, сокращение биоразнообразия и принудительное переселение людей. Четверть века назад Всемирная комиссия по плотинам предложила жесткие социальные и экологические стандарты, но страны-лидеры гидроэнергетической отрасли сочли их непрактичными. Сегодня местные жители отвечают организованным сопротивлением. В глобальных базах данных зафиксированы сотни конфликтов, связанных с крупными плотинами. Протесты в основном остаются мирными: блокады дорог, судебные иски и требования независимых экспертиз. В некоторых случаях активистам удается добиться пересмотра оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), а в трети случаев – отсрочки или полной отмены проектов, как это произошло с ГЭС «Лас-Крусес» в Мексике или планами застройки реки Виндельэльвен в Швеции.

Финансовый ландшафт гидроэнергетической отрасли полностью изменился. Если раньше деньги на возведение ГЭС выделял Всемирный банк, то теперь на рынке доминируют китайский капитал и частные фонды. В период с 2000 по 2020 год банки развития Китая вложили в зарубежные гидропроекты более 41 миллиарда долларов. Государственные компании из КНР стали абсолютными лидерами, возводя около 380 крупных ГЭС более чем в семидесяти странах. Обычно они предлагают пакетные решения от финансирования до прокладки сетей. Их подходы к компенсации ущерба и переселению жителей варьируются в зависимости от местного законодательства, что нередко приводит к социальной напряженности. При этом Пекин постепенно проявляет интерес к международным стандартам устойчивого развития, стремясь улучшить свою репутацию на мировой арене.

Индустрия вынуждена адаптироваться к изменению климата и техническому прогрессу. В Африке и Амазонии изменение режима осадков ставит под угрозу надежность энергоснабжения. В ответ инженеры разрабатывают гибридные решения. Одно из направлений – размещение плавучих солнечных панелей на поверхности действующих водохранилищ. Это снижает испарение воды, охлаждает сами панели, повышая их КПД, и сдерживает цветение водорослей. Расчеты показывают, что покрытие всего 10% мировых водохранилищ такими установками даст энергосети мощность, сопоставимую со всеми работающими электростанциями на ископаемом топливе. Набирают популярность также микро-ГЭС и русловые турбины, работающие без крупных плотин, что позволяет изолированным поселениям самостоятельно производить электричество.

Очевидный сдвиг кроется в самом подходе к планированию. Проектировщики уходят от оценки изолированных объектов в сторону комплексного моделирования речных бассейнов. Стратегическое планирование позволяет определить, где именно безопаснее всего поставить ГЭС, а

какие русла стоит оставить нетронутыми. Исследование в низовьях реки Меконг показало, что скоординированный выбор створов позволяет увеличить потенциальную генерацию на 26% при снижении объема задерживаемых наносов на 77%. Международная ассоциация гидроэнергетики внедряет новые протоколы оценки и сертификацию, ища баланс между энергопереходом и сохранением экосистем. Как показывает практика, учет кумулятивных эффектов в масштабах всей речной системы позволяет избежать экологических просчетов и многомиллиардных убытков.

Эпоха гидроаккумуляторов: зачем мир строит сотни гигаватт новых ГАЭС¹⁵

Мировая энергетика столкнулась с парадоксом, о чем свидетельствует обзор в последнем номере журнала *The Ethical Corporation*: на фоне растущего спроса страны вынуждены сбрасывать рекордные объемы генерируемой мощности. Сети физически не справляются с притоком энергии от возобновляемых источников. В прошлом году Бразилия потеряла пятую часть выработанной солнечной энергии, а Германия, Франция и Нидерланды совместно отключили от сети 3,9 тераватт-часа генерации. Операторы энергосистем ищут способы сохранить излишки зеленой энергии, чтобы не тратить их впустую.

Генеральный директор Международной ассоциации гидроэнергетики (ИНА) Эдди Рич называет текущие уровни сброса энергии сигналом для отрасли. Темпы ввода чистой генерации опережают строительство инфраструктуры для ее хранения. Технологическим лидером в этом сегменте остаются гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). На них приходится около 200 ГВт мощностей, что составляет 90% систем длительного хранения энергии в мире. Предварительные данные ИНА показывают, что сейчас на стадии проектирования и строительства находится еще 570 ГВт таких станций.

Около 40% новых проектов реализуется в Китае, который уже располагает более чем 50 ГВт установленной мощности ГАЭС. Государственная электросетевая корпорация Китая управляет крупнейшим в мире объектом этого типа – ГАЭС «Фэннин» мощностью 3,6 ГВт. Для сравнения, самая мощная в Европе ГАЭС «Ла-Муэла-2» под Валенсией рассчитана на 850 МВт.

¹⁵ Источник: <https://hydropost.ru/id/003468> Опубликовано 29.03.2026

Литий-ионные батареи справляются со сглаживанием суточных пиков, однако для циклов более четырех часов требуются системы длительного хранения. Традиционная гидроэнергетика, примером которой является ГАЭС «Три ущелья», накапливает воду в водохранилище для последующего вращения турбин. ГАЭС функционируют по принципу огромной водяной батареи: излишки энергии используются для перекачки воды из нижнего резервуара в верхний. При дефиците электричества вода сбрасывается вниз, генерируя ток и балансируя энергосистему.

Директор по развитию американской компании Rye Development Эрик Стаймле отмечает, что эта технология снижает зависимость от ископаемого топлива и защищает инфраструктуру от блэкаутов. По прогнозам Управления энергетической информации США, спрос на электроэнергию вырастет на 1% в текущем году и на 3% к 2027 году. Это максимальные темпы с начала века, спровоцированные развитием дата-центров, распространением кондиционеров и электромобилей. На этом фоне ГАЭС рассматриваются как инструмент удовлетворения растущего спроса без ущерба для стабильности сетей.

Инвестиции в сектор наращивают такие корпорации, как EDF, Voith Hydro и Enel, но порог входа остается высоким. Капитальные затраты составляют от 1500 до 2500 долларов за киловатт-час. Проекты также сталкиваются с жестким экологическим регулированием: исследования показывают, что 60% предложенных площадок признаются непригодными из-за воздействия на природу или протестов местных жителей. Решением становятся ГАЭС закрытого типа, которые перекачивают воду между искусственными резервуарами без влияния на естественные русла рек.

В США одним из инициаторов строительства станций закрытого цикла выступает Rye Development совместно с инвестиционным фондом Copenhagen Infrastructure Partners. В январе компания получила разрешение на строительство ГАЭС «Голдендейл» в штате Вашингтон. Бюджет проекта оценивается в сумму от 2 до 3 млрд долларов. Федеральная комиссия по регулированию энергетики выдала лицензию на 40 лет. Станция сможет хранить энергию до 12 часов и выдавать 1200 МВт, обеспечивая электричеством около полумиллиона домов.

Сейчас в США планируется реализация более 90 проектов ГАЭС. Калифорния уже обязала поставщиков закупать мощности длительного хранения для балансировки объемов солнечной энергии. До запуска турбин на новых объектах пройдут годы: девелоперам необходимо найти энергокомпанию, готовые заключать долгосрочные контракты на выкуп электричества, а само строительство должно начаться в течение двух лет после получения лицензии.

Великобритания также интегрирует ГАЭС в свою стратегию. К середине 2030-х годов страна планирует ввести 10 ГВт таких мощностей. В Шотландии компания Gilkes Energy проектирует ГАЭС «Эарба» на 1800 МВт, строительство которой начнется в 2028 году. Система свяжет озера Лох-Леамайн и Лох-Эарба трехкилометровым туннелем. Поблизости SSE Renewables вкладывает 2 млрд фунтов стерлингов в проект ГАЭС «Кор-Глас» с потенциальной мощностью 1300 МВт. Представитель Британской гидроэнергетической ассоциации Уильям Галлимор уточняет, что объекты возводятся рядом с ветропарками для эффективного поглощения избыточной генерации.

Для привлечения инвесторов британское правительство планирует внедрить механизм ограничения и минимального уровня доходов. Он защитит девелоперов от волатильности цен, а при сверхприбыли излишки вернутся потребителям. В ИНА считают, что без четких рыночных сигналов от государства реализация подобных проектов затруднена. Другим препятствием остается бюрократия: процесс лицензирования затягивается на годы. В качестве альтернативы приводится Китай, где централизованная система и наличие выстроенных цепочек поставок позволяют возводить масштабные объекты в разы быстрее.

Американские разработчики сталкиваются с похожими барьерами. Процесс согласования ГАЭС «Голдендейл» длился с 2020 года, так как опирался на устаревшие нормативы 1980-х годов. В отличие от некоторых других видов генерации, гидроаккумулирующие станции пользуются двухпартийной поддержкой в США, что стимулирует попытки реформировать систему выдачи разрешений на федеральном уровне. Технологии гидроаккумулирования переходят из разряда нишевых решений в статус основы для создания устойчивых и независимых национальных энергосистем.

Подводные гидротурбины осваивают русла рек Северной Америки¹⁶

Сворачивание федеральных субсидий на солнечную и ветровую энергетику в США спровоцировало резкий рост интереса к альтернативным источникам генерации. На фоне удорожания электроэнергии и развития энергоёмких дата-центров регион Великих озер становится испытательным полигоном для погружных гидрокинетических установок, рассказывает The Guardian.

Бассейн Великих озер обладает одними из самых крупных запасов пресной воды на планете. Вдоль его берегов расположены крупнейшие мегаполисы Северной Америки, такие как Чикаго, Торонто, Монреаль и Детройт, где спрос на электроэнергию стабильно растёт. Сами озера не имеют сильных течений, пригодных для выработки электричества, однако реки и проливы, связывающие эту водную систему, обладают огромным потенциалом для новой энергетики.

Компания Ocean Renewable Power Company, оператор гидрокинетических проектов на Аляске и в штате Мэн, анонсировала запуск своего первого городского объекта на реке Святого Лаврентия в Монреале. Старт работы двух погружных установок намечен на конец текущего года. По словам генерального директора компании Стюарта Дэвиса, эта река представляет собой одну из лучших площадок в Северной Америке благодаря стабильному и высокоскоростному течению. Только в районе Монреаля ресурсный потенциал оценивается в 60–90 мегаватт.

Технология основана на использовании турбин из углеродного волокна, лопасти которых внешне напоминают барабан механической газонокосилки и вращаются за счет потока воды. Подобные системы русловой и приливной генерации набирают популярность по всему миру. Шотландские приливно-отливные установки способны обеспечивать энергией до двух тысяч домов. В Южной Корее «ПЭС Сихва» ежегодно генерирует около 550 гигавайт-часов электроэнергии, что эквивалентно сжиганию более 800 тысяч баррелей нефти. Северная Америка активно догоняет эти темпы: компания Orbital Marine Power планирует разместить три турбины в заливе Фанди в Новой Шотландии, а ORPC готовится к реализации проекта на реке Ниагара в штате Нью-Йорк.

Развитие речной генерации происходит на фоне резкого скачка тарифов для бытовых и промышленных потребителей в США. Колоссальные потребности в энергии демонстрируют центры обработки данных, обслу-

¹⁶ Источник: <https://hydropost.ru/id/443482> Опубликовано 31.03.2026

живающие технологии искусственного интеллекта. Русловые генераторы мощностью от половины до пяти мегаватт способны стать резервным или базовым источником питания для таких объектов. Течение реки не останавливается, обеспечивая круглосуточную поставку электричества даже при сбоях в основной сети.

Отрасль сталкивается с рядом препятствий. В отличие от канадских провинций с устоявшейся практикой использования гидроэнергии, в США процесс лицензирования русловой станции занимает в среднем восемь лет. Присутствие вращающихся турбин в водоемах также вызывает вопросы у экологов. Представители альянса Black Rock Riverside в Буффало отмечают, что освоение энергии должно быть ответственным и не наносить вреда речной фауне. В ответ разработчики приводят данные мониторинга с Аляски: с 2019 года на местной реке, через которую ежегодно проходят десятки миллионов особей нерки, не зафиксировано ни одного случая травмирования рыбы лопастями.

Далеко не все участки Великих озер отличаются быстрым течением. Для решения этой проблемы ученые из Мичиганского университета тестируют технологию под названием Vivace. Она способна извлекать энергию из воды, движущейся со скоростью всего полметра в секунду. Устройство состоит из цилиндров, которые колеблются вверх и вниз под воздействием потока. Масштабирование системы позволит использовать ее как для питания автономных океанских буев, так и для крупных коммерческих объектов. Дополнительным преимуществом работы в Великих озерах является пресная вода: отсутствие соли исключает коррозию оборудования, что продлевает срок службы материалов и снижает затраты на эксплуатацию. Проекты также можно крепить непосредственно к дну, что защищает их от зимнего поверхностного льда.

Настоящий импульс развитию сектора дало изменение политического ландшафта. Администрация Дональда Трампа инициировала отмену федеральных субсидий для ветровых и солнечных электростанций, принятых при предыдущем президенте. При этом налоговые льготы на инвестиции и производство для морской и гидрокинетической энергетики в США сохранятся как минимум до 2033 года. Изменение правил игры – фактор, который радикально повысил конкурентоспособность речных технологий, вызвав приток запросов от потенциальных заказчиков из десятков стран.

Робот для сбора ДНК: аппарат снизит затраты на экомониторинг водоемов ГЭС¹⁷

Американские исследователи из двух национальных лабораторий Министерства энергетики США совместно с частной компанией разработали автономного подводного робота для сбора и анализа экологической ДНК в режиме реального времени. Аппарат получил рабочее название «eDNA-bot» и предназначен для самостоятельной работы в водоемах. Решения о заборе проб принимает встроенная система искусственного интеллекта, которая непрерывно передает результаты анализа генетического материала.

Технология призвана снизить затраты на биологический мониторинг при строительстве и эксплуатации гидроэлектростанций. Подобные данные необходимы для получения лицензий на водопользование, а также для выявления инвазивных видов и патогенов в сточных водах. Традиционные методы оценки фауны с помощью сетей или электролова требуют значительных трудозатрат, фиксируют лишь текущее состояние экосистемы и нарушают естественную среду обитания. Роботизированный комплекс позволяет собирать генетический материал – частицы, которые организмы оставляют в воде в процессе жизнедеятельности, – без вмешательства в биоценоз.

Патент на технологию принадлежит Окриджской национальной лаборатории. Совместно с Тихоокеанской северо-западной национальной лабораторией было подписано соглашение о коммерциализации разработки с компанией «Смит-Рут». Такое партнерство снимает с частного бизнеса финансовую нагрузку на проведение фундаментальных исследований, поскольку создание подобных систем требует крупных капиталовложений и специфического научного опыта.

Проект ориентирован на специфику работы гидроэнергетических объектов, где сбор данных часто осложняется колебаниями уровня воды и высоким содержанием донных отложений. Использование бота позволит непрерывно исследовать удаленные или потенциально опасные для человека участки русла на протяжении нескольких месяцев.

Первый прототип аппарата уже собран из коммерческих и заказных комплектующих. На текущем этапе инженеры планируют создать компактную версию с автономным питанием весом менее сорока пяти килограммов. В перспективе устройство должно уменьшиться до размеров обычного чемодана для удобства транспортировки. Следующий этап ис-

¹⁷ Источник: <https://hydropost.ru/id/143661> Опубликовано 14.04.2026

пытаний пройдет на морской исследовательской станции в штате Вашингтон, где разработчики проверят устойчивость узлов механизма к воздействию агрессивной соленой среды.

В России нашли способ повысить выработку ГЭС до 20%¹⁸

Ученые Новосибирского государственного технического университета (НГТУ) разработали модель оптимизации режимов ГЭС с учетом влияния природного аккумулятора энергии – речной поймы. Это позволит увеличить выработку электроэнергии без нарушения экологического баланса и повысить экономическую эффективность работы гидроэлектростанции, сообщили в пресс-службе.

Как отмечает доцент кафедры систем электроснабжения предприятий НГТУ Татьяна Мятеж, речная пойма работает как природный аккумулятор энергии, накапливая излишки воды в период половодий и паводков и отдавая ее позже, что поддерживает уровень реки в период межени (маловодья). Учет забора и отдачи воды поймой необходим для точного прогнозирования притока и планирования водопользования.

«Ученые вуза исследовали влияние поймы на процесс управления режимами работы гидроэлектростанции. Для получения прогнозов использовались обучаемые нейронные сети. Учет поймы как природного аккумулятора обеспечивает прирост выработки на 10-20%», – говорится в сообщении. Ученые брали пробы воды из поймы реки Каменки в Новосибирске. По полученным прогнозным значениям определялось влияние Каменской поймы на вырабатываемые мощности Новосибирской ГЭС с помощью разработанной авторами оптимизационной методики.

«Расчеты показали, что для многоводных лет с учетом влияния поймы происходит увеличение выработки электроэнергии на 20%, для маловодных – на 14%, без учета влияния поймы выработка снижается на те же проценты. Это важно учитывать при планировании суточного режима работы ГЭС. Точный прогноз дает возможность эффективнее планировать сбросы и накопление воды в водохранилище, максимизируя выработку энергии. Увеличение доли экологически чистой энергии ГЭС в суточном графике нагрузки позволяет снизить удельный расход топлива на ТЭЦ и

¹⁸ Источник: <https://tass.ru/nauka/27207315> Опубликовано 24.04.2026

уменьшить выбросы вредных веществ», – приводит пресс-служба слова Мятаж.

В ходе расчетов были получены оптимальные мощности выработки Новосибирской ГЭС в составе гидротепловой энергосистемы. Так, когда влияние Каменской поймы учтено, оптимальная мощность равняется 300 МВт, без влияния Каменской поймы – 198 МВт. Это дает возможность рассматривать Каменскую пойму как важный фактор повышения эффективности работы ГЭС, добавили в НГТУ.

Системы хранения энергии

Водородно-железная проточная батарея может хранить энергию в сети 25 лет¹⁹

Нидерландская Elestor успешно испытала водородно-железную проточную батарею для хранения энергии в энергосетях. Система сохраняла стабильность на протяжении десятков тысяч циклов, продемонстрировав энергоэффективность выше 80% и полный КПД более 75%. Срок службы оценивается в 20–25 лет. В отличие от литиевых и ванадиевых аналогов, технология использует доступные водород и соли железа, избегая дефицитных материалов.

Технология относится к проточным аккумуляторам, в которых мощность и объем накопленной энергии масштабируются независимо. В системе Elestor электрохимический модуль определяет выходную мощность, тогда как количество энергии зависит от размера внешних резервуаров с электролитом.

В батарее используется газообразный водород в качестве анода и раствор солей железа в качестве катода. Электричество накапливается и высвобождается благодаря обратимой электрохимической реакции между ионами двух- и трехвалентного железа. В установке также применяются протонпроводящая мембрана и углеродный катод, а через систему постоянно циркулирует водный электролит.

Испытания проводились при повышенной температуре и постоянной плотности тока, чтобы смоделировать реальные условия работы в энергетической инфраструктуре. Автоматизированные системы управления непрерывно отслеживали электрохимические параметры и фиксировали изменения характеристик батареи.

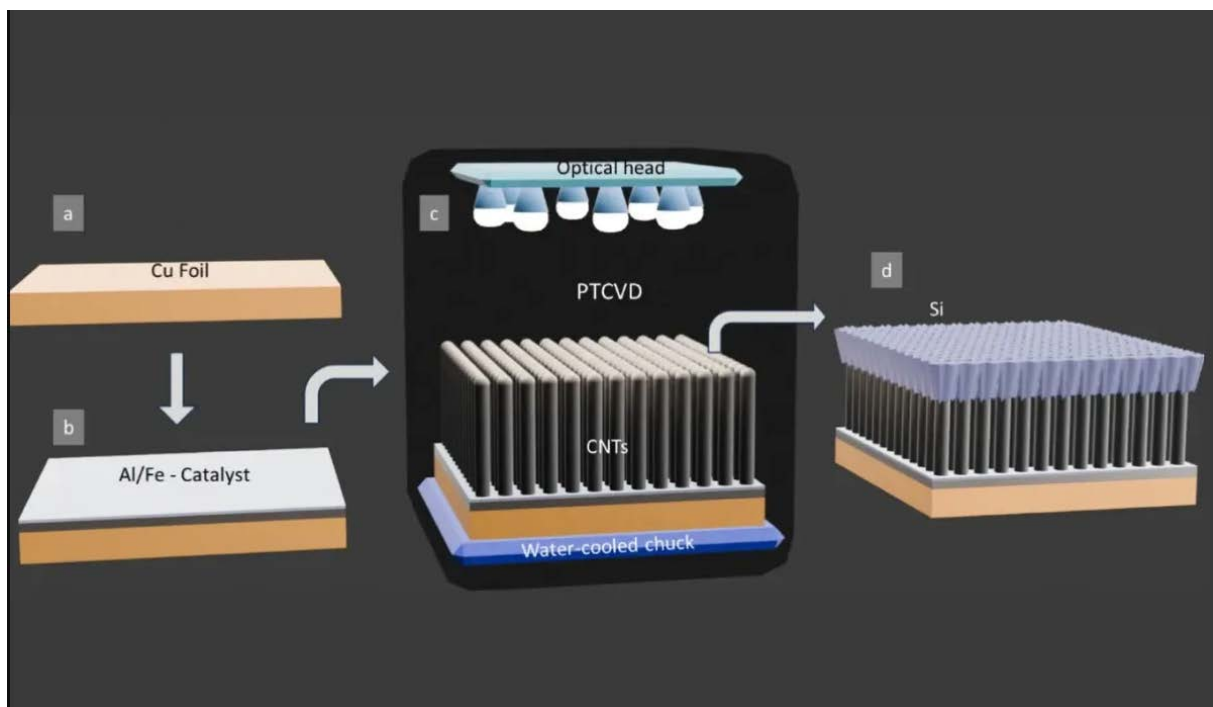
Батарея сохраняла стабильную эффективность на протяжении десятков тысяч циклов зарядки-разрядки и продемонстрировала энергетическую эффективность выше 80%. Полный системный КПД превысил 75%. При этом исследователи не обнаружили структурной деградации электрохимического ядра, а оптимальная производительность могла восстанавливаться за счет корректировки режимов работы.

¹⁹ Источник: <https://hightech.plus/2026/03/16/vodorodno-zheleznaya-protchnaya-batareya-mozhet-hranit-energiyu-v-seti-25-let> Опубликовано 16.03.2026

По оценкам разработчиков, водородно-железные проточные батареи способны прослужить в энергосистемах до 25 лет. Технология может стать экономически выгодной альтернативой для долгосрочного хранения энергии: она использует доступные водород и соли железа вместо дефицитных лития или кобальта. Капитальные затраты оцениваются в 15 евро за киловатт-час, что делает систему привлекательной для масштабного применения в энергосетях.

Новая технология делает аккумуляторы почти в 10 раз более ёмкими²⁰

Исследователи из Университета Суррея представили архитектуру литий-ионного анода, способную радикально увеличить время работы смартфонов и другой портативной техники.



В её основе лежат кремниево-углеродные соединения, которые хранят больше энергии, чем графит. Раньше внедрение технологии тормози-

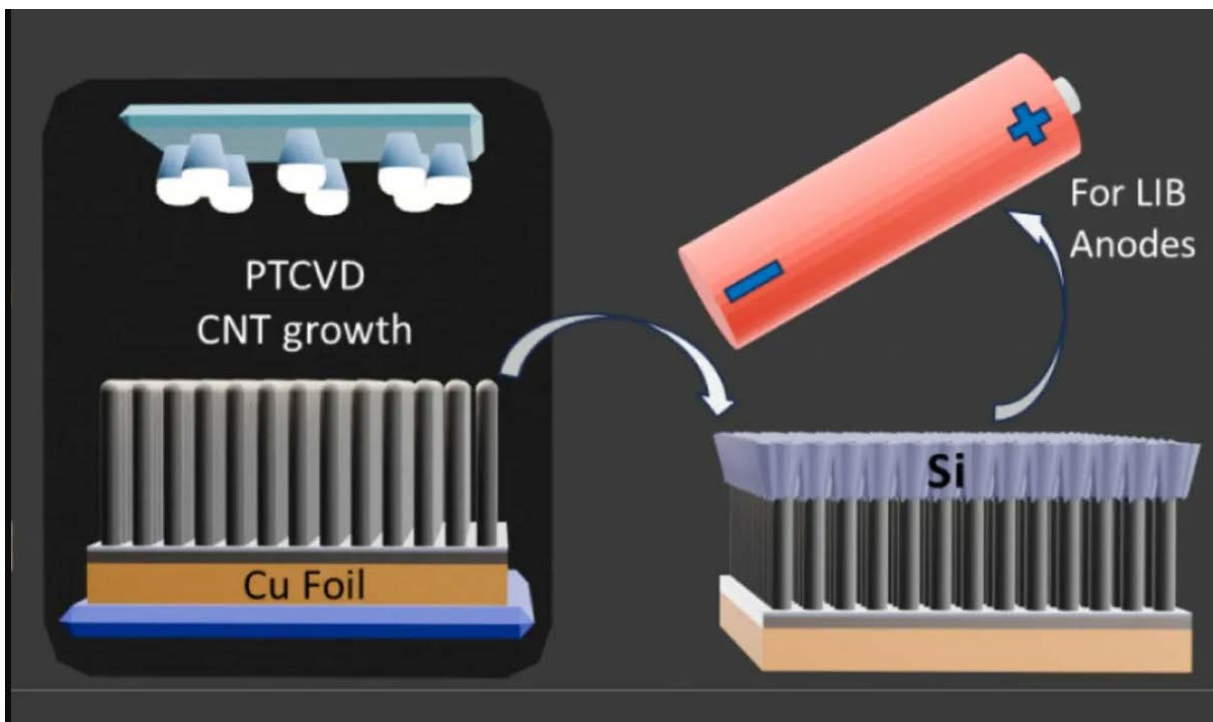
²⁰ Источник:

https://4pda.to/2026/04/05/454713/novaya_tekhnologiya_delaet_akkumulyatory_pochti_v_10_raz_boleey_ymkimi/ Опубликовано 5.04.2026

лось тем, что кремний расширяется при зарядке и быстро разрушает структуру батареи.

Для решения этой проблемы учёные создали структуру из вертикально интегрированных кремниво-углеродных нанотрубок. Гибкий каркас позволяет материалу сжиматься и расширяться без появления трещин.

Такой подход превращает хрупкий кремний в стабильный компонент, выдерживающий тысячи циклов перезарядки, что критически важно для массового производства электроники.



Результаты тестов показывают ёмкость свыше 3500 мАч на грамм, что почти в десять раз выше показателей стандартного графита. Таким образом, исследователям удалось совместить увеличенное хранение энергии с долговечностью, необходимой для повседневной эксплуатации. Ранее гиганты вроде Apple и Samsung избегали кремний-углеродной технологии как раз из-за рисков безопасности и короткого срока службы элементов.

Батареи будущего ближе: найден способ сделать твердотельные аккумуляторы устойчивыми к кислороду²¹

Учёные KAIST представили технологию, которая может приблизить массовое внедрение твердотельных аккумуляторов — одного из ключевых направлений развития энергетики и электротранспорта.

Речь идёт о батареях, которые считаются «батареями будущего» благодаря более высокой безопасности по сравнению с традиционными литий-ионными системами. В них отсутствует жидкий электролит, что существенно снижает риск возгорания — один из главных недостатков современных аккумуляторов.

Однако до сих пор у таких решений был серьёзный технологический барьер: твёрдые электролиты, особенно на основе галогенидов, быстро деградировали при контакте с воздухом и влагой, что ограничивало их применение в промышленности.

Команда под руководством профессора Дон Хва Со предложила принципиально новый подход — так называемое «кислородное закрепление» (oxygen anchoring).

Суть метода заключается в том, что в структуру электролита вводится кислород, который стабилизирует материал и предотвращает его разрушение при контакте с воздухом. Ключевую роль в этом процессе играет вольфрам, обеспечивающий прочную связь внутри структуры.

В результате удалось решить сразу две задачи:

- повысить устойчивость материала к внешней среде;
- улучшить проводимость ионов лития внутри аккумулятора.

По данным исследования, новая структура увеличивает ионную проводимость примерно в 2,7 раза по сравнению с традиционными материалами на основе циркония. Это напрямую влияет на скорость зарядки батарей.

Отдельное преимущество — универсальность подхода. Технология была успешно протестирована на разных типах галогенидных электролитов, включая материалы на основе циркония, индия, иттрия и эрбия. Это

²¹ Источник: <https://nia.eco/2026/04/20/113380/> Опубликовано 20.04.2026

означает, что разработка может применяться в широком спектре аккумуляторных решений.

Исследователи отмечают, что сочетание устойчивости к воздуху и высокой производительности долгое время оставалось ключевым препятствием для выхода твердотельных батарей на рынок. Новая технология снимает этот барьер и делает их более пригодными для промышленного использования.

Потенциальные области применения — электротранспорт, робототехника, системы хранения энергии и городской воздушный транспорт.

Инновационные решения в энергетике

Разработана первая в мире подводная 3D-печать бетона, которая изменит ветроэнергетику²²

Австралийские исследователи разработали первую в мире систему подводной 3D-печати бетона, способную создавать устойчивые конструкции без использования химических ускорителей и добавок.

Для реализации проекта ученые из Вуллонгонгского университета (Австралия) объединили усилия с мельбурнской строительной технологической компанией LUYTEN 3D. Команда создала однокомпонентную бетонную смесь, которая твердеет под водой исключительно за счет специального состава материала.

Традиционные подводные бетонные работы обычно требуют многоэтапного смешивания или применения быстротвердеющих химических добавок, чтобы свежий бетон не размывался в движущейся воде. Однако такие добавки усложняют процесс, увеличивают стоимость и могут нести экологические риски.

Новая разработка решает эту проблему за счет «умного» материаловедения. Однородная смесь спроектирована таким образом, чтобы сопротивляться размыванию и сохранять структурную целостность во время печати. Испытания показали, что материал надежно работает без каких-либо ускорителей.

Руководитель проекта, исследователь в области строительной инженерии доктор Азиз Ахмед, отметил, что испытания подтвердили практическую состоятельность технологии: система обеспечивает необходимую прочность для реального применения и одновременно упрощает логистику подводного строительства.

Президент и генеральный директор LUYTEN 3D Ахмед Махил назвал технологию началом новой главы в строительстве и производстве. По его словам, подводная печать принципиально меняет подход к возведению, ремонту и укреплению критически важной инфраструктуры в морской среде.

²² Источник: <https://naked-science.ru/community/1160267> Опубликовано 19.02.2026

Система уже рассматривается для применения в оборонной сфере, портовом строительстве и развитии прибрежной инфраструктуры. В числе перспективных направлений — создание устойчивых оснований для плавучих ветровых электростанций.

Водородная батарея Photoncycle позволит запасать энергию солнца летом, чтобы использовать ее зимой²³

Скандинавские инвесторы в лице NordicNinja, Voima Ventures, Lifeline Ventures, Eviny Ventures, Luminar Ventures и Momentum весьма заинтересовались новой концепцией распределенного сезонного хранения энергии. И выделили стартапу Photoncycle из Осло на эти цели суммарно сразу \$17,5 млн. Они пойдут на строительство предприятия по производству частных накопителей энергии, которое должно заработать в 2027 году.

Инновации здесь не в технологиях, а в системном подходе. По сути, скандинавам предлагают вернуться к тому, чтобы в каждом домохозяйстве был личный запас топлива, которое его хозяева сами же и собирают (а не покупают, что самое важное). В новом веке дрова и уголь заменили водородом, а получать его планируют из энергии ближайшей звезды. При помощи солнечных панелей – ходить за хворостом или работать в шахте больше не понадобится.

Модель предполагает предоставление домохозяйству всего комплекта необходимого оборудования, его установку и обслуживание, а также доступ к рынку торговли электричеством. Модель эта подписочная, чтобы расходы инвесторов компенсировались постепенно. Иначе большинство домохозяйств в Европе просто не осият затраты на переоборудование своих систем отопления. Собственно, сама модель и появилась по причине жесточайшего кризиса в этой сфере – отапливать жильем газом для европейцев становится непозволительной роскошью.

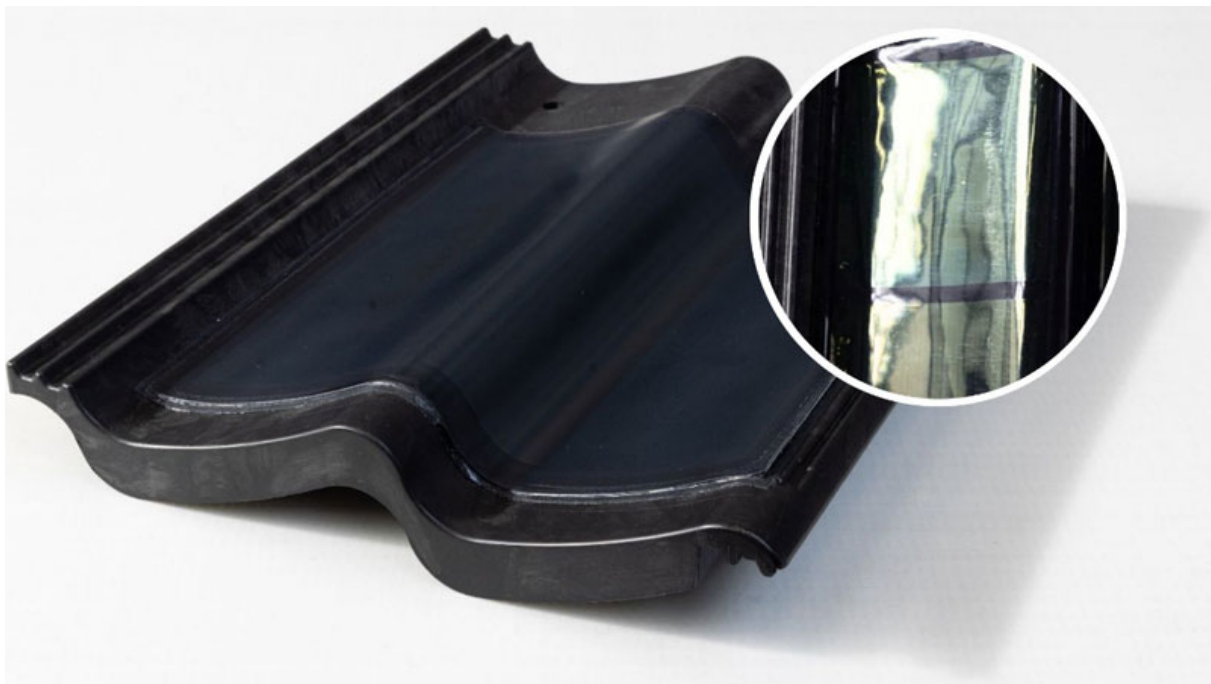
Летом, когда солнца много, система вырабатывает энергию и запасает ее, генерируя водород. Зимой его можно пустить на отопление — но можно также и продавать излишки. Базовые модели накопителей будут иметь емкость 10 000 кВт ч и вся она будет в распоряжении владельцев

²³ Источник: <https://www.techcult.ru/technology/16259-norvezhskaya-vodorodnaya-batareya-pomozhet-zapasti-energiyu-solnca-v-kazhdom-dome> Опубликовано 7.03.2026

дома, что сделает их расходы энергии предсказуемыми. И снизит зависимость европейских стран от поставок газа и волатильности цен на него.

В Нидерландах создали первую в мире «солнечную» черепицу с гибкой плёнкой из перовскита и эффективностью 12,4 %²⁴

В Нидерландах разработана первая в мире солнечная черепица с использованием тонких плёнок перовскита. У нового элемента сравнительно невысокая эффективность, зато благодаря ему черепичная крыша будет выглядеть как обычная крыша, а не как набор установленных под углом солнечных панелей. «Солнечная» черепица готова к массовому производству и вполне может стать неотъемлемым элементом городской архитектуры, сочетая выработку электричества и эстетику зданий.



Размещение солнечных панелей на крышах возможно далеко не везде, поскольку особенно старые здания не рассчитаны на такую дополнительную нагрузку. Установка солнечных панелей на земле требует свобод-

²⁴ Источник: <https://3dnews.ru/1139373/v-niderlandah-sozdali-pervuyu-v-mire-solnechnuyu-cherepitsu-s-gibkoy-plyonkoy-iz-perovskita> Опубликовано 3.04.2026

ных пространств, что тоже является проблемой, особенно в густонаселённой Европе. Солнечные элементы в виде обычной черепицы с аналогичным способом монтажа решают эти проблемы, позволяя получать возобновляемую энергию в городских условиях, не внося хаос в архитектуру и в уже сложившуюся застройку.

Разработка модуля в составе композитной черепицы осуществлена исследователями нидерландской организации TNO (Netherlands Organisation for Applied Scientific Research) в сотрудничестве с компанией ASAT B.V. Технически черепица работает на гибких солнечных элементах из перовскита, нанесённых на фольгу, которая затем крепится к изогнутой композитной основе. Материалы и процессы адаптированы для крупномасштабного производства рулонным методом, что является наиболее экономически выгодным способом.

Эффективность отдельных модулей достигает 13,8 %, а после монтажа на изогнутой черепице сохраняется на уровне 12,4 %. Изгиб поверхности оказывает лишь незначительное влияние на производительность. Разработка прошла путь от лабораторных тестовых ячеек до гибких модулей размером 10×10 см и, наконец, до готовой функциональной солнечной кровельной черепицы.

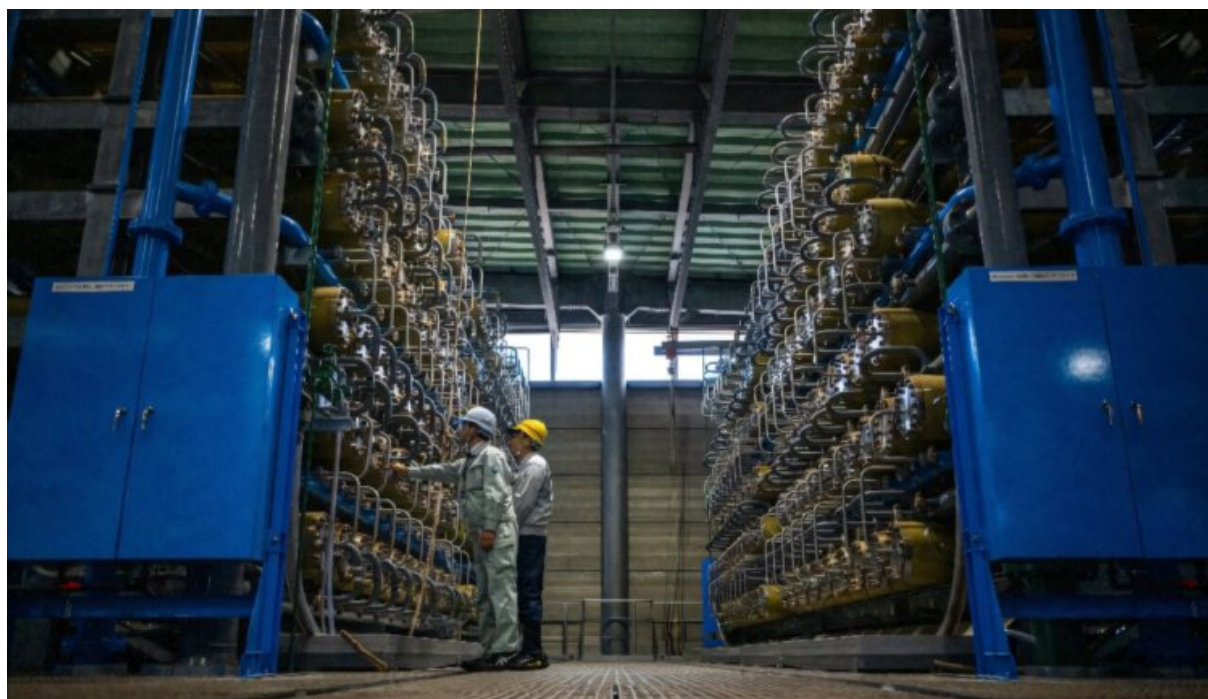
По сравнению с традиционными кремниевыми солнечными панелями новая черепица обладает ключевыми преимуществами: она полностью интегрируется в кровлю, сохраняя внешний вид здания и не требуя дополнительного пространства на земле. Это снижает нагрузку на инфраструктуру, не влияет на ландшафт и упрощает монтаж, а также открывает возможности для массового применения в жилом и коммерческом строительстве. Экологический эффект заключается в увеличении производства «зелёной» энергии непосредственно в городской застройке, а готовность технологии к промышленному масштабированию делает её экономически перспективной.

В настоящее время прототип успешно протестирован, а измерения подтвердили заявленную эффективность. Для коммерциализации TNO 11 марта учредила дочернюю компанию Perovion Technologies. В будущем планируется повысить срок службы, надёжность и масштабируемость технологии. Как подчеркнули разработчики, такая солнечная черепица — следующий этап энергетического перехода, который сделает солнечную энергию более доступной, дешёвой и массовой, заложив основу для энергетической безопасности в Европе.

В Японии запустили установку генерации энергии из сточных вод²⁵

В японском городе Фукуока введена в эксплуатацию экспериментальная установка по выработке электроэнергии за счет осмотических процессов. Технология основана на использовании разницы концентраций солей между очищенными сточными водами и высокосоленным раствором, образующимся при опреснении морской воды.

Проект реализован при участии муниципальных служб и частных компаний и стал одной из немногих в мире действующих установок такого типа. По оценкам разработчиков, технология может рассматриваться как потенциальный источник возобновляемой энергии, не зависящий от погодных условий.



Принцип работы основан на процессе осмоса — перемещении молекул воды через полупроницаемую мембрану из среды с низкой концентрацией солей в более концентрированную. В промышленной установке это движение создает давление, которое используется для вращения турбины и генерации электроэнергии.

²⁵ Источник: <https://nia.eco/2026/04/03/112913/> Опубликовано 3.04.2026

В системе Фукуоки используются два потока: очищенные сточные воды и концентрированный солевой раствор — побочный продукт опреснительных установок. При их взаимодействии через мембранные модули увеличивается объем и давление солевого потока, что позволяет приводить в действие турбину. После этого разбавленный раствор возвращается в морскую среду.

Мощность установки на текущем этапе оценивается до 880 тыс. кВт·ч в год, что сопоставимо с энергопотреблением около 300 домохозяйств. При этом произведенная энергия используется для нужд самой инфраструктуры и покрывает лишь часть ее потребления.

Как отмечают участники проекта, технология пройдет пятилетний этап испытаний, в рамках которого будут оцениваться экономическая эффективность, надежность мембранных элементов и эксплуатационные затраты. В настоящее время себестоимость выработки энергии превышает показатели традиционных и ряда возобновляемых источников, что связано с экспериментальным характером проекта.

Разработчики рассматривают возможности масштабирования технологии, в том числе для стран с развитой системой опреснения воды. Отдельным направлением исследований является адаптация решений для работы с обычной морской водой без предварительной концентрации солей.

По мнению специалистов, развитие осмотической генерации может дополнить существующий набор низкоуглеродных источников энергии, особенно в прибрежных регионах с доступом к сточным и опреснительным водам.

Учёные достигли 130% эффективности преобразования солнечной энергии²⁶

Исследователи нашли способ извлекать больше энергии из солнечного света, чем считалось возможным ранее. Новая технология может значительно повысить эффективность солнечных панелей и сделать возобновляемую энергетику ещё более доступной.

²⁶ Источник:

https://4pda.to/2026/04/05/454651/uchyonye_dostigli_130_effektivnosti_preobrazovaniya_solnechnoj_energii/ Опубликовано 5.04.2026

Метод основан на технологии, позволяющей одному высокоэнергетическому фотону разделяться на два более низкоэнергетических состояния, что увеличивает количество получаемой энергии. Ранее эффективно использовать этот процесс мешали потери энергии.

В ходе экспериментов исследователи достигли эффективности преобразования энергии около 130%, превысив традиционный предел Шокли — Квайссера. Это означает, что на каждый поглощённый фотон система генерировала примерно 1,3 активированных энергетических состояния, что открывает путь к созданию более мощных солнечных элементов нового поколения.

Учёные отмечают, что пока технология находится на ранней стадии, однако в будущем её планируют интегрировать в реальные солнечные панели, а также использовать в светодиодах и квантовых технологиях.

«Зеленый» водород: революция или иллюзия?²⁷

На фоне невыполненных обещаний, нереалистичных целей и рынка, который с трудом набирает обороты, автор задаётся вопросом, является ли «зелёный» водород действительно путём к декарбонизации или же представляет собой авантюру, обречённую на поражение в конкуренции с ископаемым топливом.

Отмечается, что энтузиазм вокруг «зелёного» водорода постепенно угасает. Подчёркивается, что серия отмен и приостановок проектов, особенно в транспортном секторе, сделала 2025 г. «годом ужасов» для многих компаний, работающих в сфере водородной энергетики.

В феврале 2025 г. европейский авиастроитель *Airbus* приостановил реализацию своей программы *ZEROe*, объяснив это тем, что создание цепочки производства «зелёного» водорода оказалось слишком сложной задачей. Далее указывается, что в июне компания *ArcelorMittal*, один из крупнейших производителей стали в Европе, отказалась от планов по переоборудованию своих заводов в Бремене и Айзенхюттенштадте, где предполагалось использование «зелёного» водорода в качестве восстановителя при переработке железной руды. После прекращения государственного финансирования французская транснациональная компания *Alstom*, специализирующаяся на транспортных решениях, в ноябре объявила о

²⁷ Источник: Simone Fant. Green Hydrogen: Revolution or Illusion? / <https://www.renewablematter.eu/en/green-hydrogen-revolution-or-illusion> Опубликовано 12.03.2026

приостановке производства поездов на топливных элементах. Указывается, что ещё в 2024 г. немецкое транспортное управление «Рейн-Майн» вывело из эксплуатации парк из 18 водородных поездов из-за постоянных технических проблем.

Недостижимые цели

Список неудачных проектов по всему миру остаётся весьма обширным, а наблюдаемые тенденции вызывают обеспокоенность. Подчёркивается, что вклад «зелёного» водорода в достижение европейских целей по декарбонизации, по всей видимости, был переоценён, в связи с чем ставится под сомнение целесообразность выделения Европейским союзом около 23 млрд евро на субсидии для исследований, развития инфраструктуры и производства электролизёров.

В настоящее время мировой объём производства водорода составляет около 120 млн тонн, причём 99 % этого объёма обеспечивается за счёт ископаемых источников. При этом доля «зелёного» водорода, получаемого путём электролиза воды — процесса, при котором электричество из возобновляемых источников расщепляет молекулы H_2O на водород и кислород без прямых выбросов CO_2 — составляет менее 0,1 % от общего объёма.

Согласно отчёту Агентства ЕС по сотрудничеству регуляторов энергетики (ACER), отмечается, что стоимость «зелёного» водорода по-прежнему примерно в четыре раза превышает стоимость технологий, основанных на ископаемом топливе. Также подчёркивается, что, несмотря на 50-процентный рост числа установленных электролизёров в 2024 г., достижение к 2030 г. мощности в 40 ГВт представляется малореалистичным.

Приводится мнение Даниэля Фрайле, директора по стратегическим вопросам европейской ассоциации Hydrogen Europe, который в интервью изданию Renewable Matter выразил сомнение в достижимости поставленных целей. Он пояснил, что не верит в реализацию данного целевого показателя, поскольку цена за килограмм «зелёного» водорода остаётся слишком высокой, а реальный спрос отсутствует. Также отмечается его позиция о том, что введение квоты на «зелёный» водород при производстве аммиака, на который приходится около половины промышленного спроса на водород, может привести к резкому росту цен на европейские удобрения. По его словам, это снизит их конкурентоспособность по сравнению с импортной продукцией. Подчёркивается, что без внедрения рыночных стимулов, обязывающих использовать «зелёные» удобрения в производстве продуктов питания и напитков, будет сложно привлечь необходимые инвестиции в производство «зелёного» аммиака.

Далее передаётся мнение Фрайле о том, что более реалистичной целью является достижение в ближайшие четыре года доли водорода и топлива на его основе в транспортном секторе на уровне не менее 1 %. Указывается, что в настоящее время нефтеперерабатывающие заводы используют водород, получаемый из природного газа, для удаления серы и переработки тяжёлых сортов нефти, включая венесуэльскую. Также приводится его оценка, согласно которой даже в случае утроения стоимости процесса декарбонизации цена на бензин увеличится лишь на 6–7 центов, не вызывая серьёзных рыночных диспропорций.

Анализ Международного энергетического агентства носит сдержанно оптимистичный характер: в нём признаются значительные трудности в секторе, но одновременно фиксируется заметный прогресс. Подчёркивается, что высокие производственные затраты, неопределённость спроса и недостаточное развитие инфраструктуры по-прежнему остаются ключевыми препятствиями, особенно в Европе и США. В то же время указывается, что Китай способен производить возобновляемый водород по ценам на 40–45 % ниже, чем другие страны, благодаря лидерству в производстве электролизёров и более низкой стоимости электроэнергии. Кроме того, отмечается прогноз Международного энергетического агентства о том, что снижение затрат на оборудование, прежде всего на электролизёры, будет происходить более постепенно по сравнению с другими «зелёными» технологиями.

Сдерживание ажиотажа

На протяжении десятилетий водород использовался в качестве ключевого реагента в химической промышленности, в частности при производстве аммиака, а также в нефтеперерабатывающих и нефтехимических процессах, косвенно участвуя в синтезе множества азотных соединений. Указывается, что с принятием «Зелёного курса» и первых стратегий декарбонизации водород (H_2) стал вызывать значительный политический и промышленный интерес как топливо и энергоноситель, способный транспортировать и аккумулировать энергию, в идеале — полученную из чистых источников. Однако, по мнению ряда экспертов, данная роль должна быть закреплена исключительно за электроэнергией, которая рассматривается как более эффективный и экономически целесообразный вид энергии, особенно в сфере мобильности.

Пол Мартин, канадский инженер-химик и независимый консультант, в интервью изданию *Renewable Matter* заявил, что использование водорода в качестве топлива или энергоносителя является пустой тратой капитала и отвлекающим манёвром от реальной декарбонизации. По его словам, это

сопоставимо с ситуацией, когда при отсутствии воды для смыва в туалете используют шампанское: технически это возможно, однако на подобное решение решился бы только сумасшедший, поскольку с экономической точки зрения оно является абсурдным.

Пол Мартин, канадский инженер-химик и независимый консультант, является соучредителем «Коалиции по науке о водороде» — некоммерческой группы экспертов, стремящейся посредством научно-просветительской деятельности сдерживать ажиотаж вокруг «зелёного» водорода. Он обосновал своё сравнение, ссылаясь на принцип термодинамики — экзергию, то есть потенциальную способность энергии совершать работу. По его словам, в отличие от джоуля электрической энергии, который может быть преобразован в механическую энергию с эффективностью, близкой к 100 %, экзергию тепловой энергии характеризует значительно более низкий уровень. Он также отметил, что производство «зелёного» водорода предполагает преобразование чистой экзергии (электроэнергии из возобновляемых источников) в меньшее количество потенциальной химической энергии, фактически — в тепло. С его точки зрения, использование водорода для отопления домов или заправки автомобилей является явно нерациональным, поскольку значительно более экономичным решением было бы максимально возможное использование электричества.

По данным *Hydrogen Science Coalition*, водород наиболее эффективно применять в качестве химического реагента, и именно на этом, по их оценке, отрасли следует сосредоточить усилия; в то же время Международное энергетическое агентство рассматривает традиционные области использования водорода как наиболее доступные решения для декарбонизации в краткосрочной перспективе. Майкл Либрех, основатель *Bloomberg New Energy Finance*, в 2022 г. на конференции в Роттердаме заявил, что представление о водороде как универсальном инструменте декарбонизации — от отопления и транспорта до тяжёлой промышленности и электроэнергетики — является опасным. В интервью подкасту «Cleaning Up» (ноябрь 2025 г.) он также охарактеризовал водород как крайне неэффективное топливо, указав на наличие структурных препятствий, которые не могут быть устранены простым повышением эффективности топливных элементов или электролизёров.

Отмечается, что даже хранение водорода в резервуарах или специальных соляных пещерах связано с рядом сложностей: помимо значительных затрат на инфраструктуру, стадии производства и последующего преобразования в электроэнергию сопровождаются потерями эффективности, аналогичными тем, что наблюдаются при использовании литий-ионных аккумуляторов, в частности в ходе циклов заряда и разряда.

Кроме того, подчёркивается наличие обеспокоенности на институциональном уровне. Спустя четыре года после запуска «Водородной стратегии» и плана REPowerEU, в 2024 г. Европейская счётная палата обратилась к Европейской комиссии с призывом провести «проверку на соответствие реальности», указав, что перед установлением целевых показателей по производству и импорту возобновляемого водорода не был проведён достаточный углублённый анализ, а необходимые рыночные условия были сформированы лишь частично.

Водород там, где электроэнергия не является жизнеспособным решением

Город Лулео был известен прежде всего как ворота в шведскую Лапландию и место размещения первого центра обработки данных *Facebook* за пределами США, тогда как значительно меньшему числу людей было известно о его роли как крупного европейского центра исследований в области экологически чистого водорода. Указывается, что переломный момент наступил в 2021 г., когда шведская компания *SSAB* объявила о продаже компании *Volvo* первой партии, стали, произведённой без использования ископаемого топлива. Сообщается, что с тех пор в рамках проекта HYBRIT было произведено более 5 000 тонн стали с применением экологически чистого водорода в качестве химического реагента.

На предприятии используется электроэнергия, вырабатываемая ветровыми электростанциями в Ботническом заливе: вода расщепляется на водород и кислород, после чего водород вытесняет кислород из железной руды, оставляя в качестве побочного продукта воду. Указывается, что нулевой уровень выбросов на тонну продукции делает сталь *SSAB* крайне дорогой, но при этом привлекательной, в том числе для военной промышленности, о чём свидетельствует соглашение с немецкой компанией *Rheinmetall*. Даниэль Фрайле пояснил, что наиболее перспективные проекты реализуются в странах Северной Европы и на Пиренейском полуострове благодаря сочетанию благоприятных факторов, включая наличие земельных ресурсов, доступ к возобновляемым источникам энергии, низкие цены на электроэнергию и возможность прямого подключения к генерации, позволяющую избегать сетевых тарифов. Компания *SSAB* не ответила на вопросы о конкурентоспособности, при этом подчёркивается, что в условиях отсутствия сформировавшегося рынка «зелёная» сталь остаётся нишевым продуктом, существенно более дорогим по сравнению с традиционной сталью.

Деревянная солнечная батарея вырабатывает энергию даже в темноте²⁸

Исследователи создали необычный материал из дерева, который может не только собирать солнечную энергию, но и продолжать вырабатывать электричество даже тогда, когда солнце уже зашло. По сути, это попытка решить главную проблему солнечных систем — зависимость от света.

Для этого они взяли бальсовое дерево и полностью переработали его внутреннюю структуру. Сначала из него удалили лигнин, из-за чего дерево стало очень пористым, достигнув показателя в 93%.

Затем внутри каналов разместили материал, который хорошо поглощает свет и превращает его в тепло. Дальше в структуру добавили серебряные наночастицы, чтобы усилить поглощение света, а также специальное вещество для хранения тепла — стеариновую кислоту.

В результате материал не просто нагревается, а способен аккумулировать энергию и отдавать её постепенно. В тестах он показал очень высокие результаты. Так, эффективность преобразования солнечной энергии достигла 91,27%, а выходное напряжение — 0,65 вольта.

Материал выдержал более 100 циклов нагрева, не боится влаги и даже защищён от огня. Учёные считают, что он отлично подойдёт в строительстве и автономных системах.

Загрязнение как ресурс: новая «газовая батарея» превращает выбросы в электричество²⁹

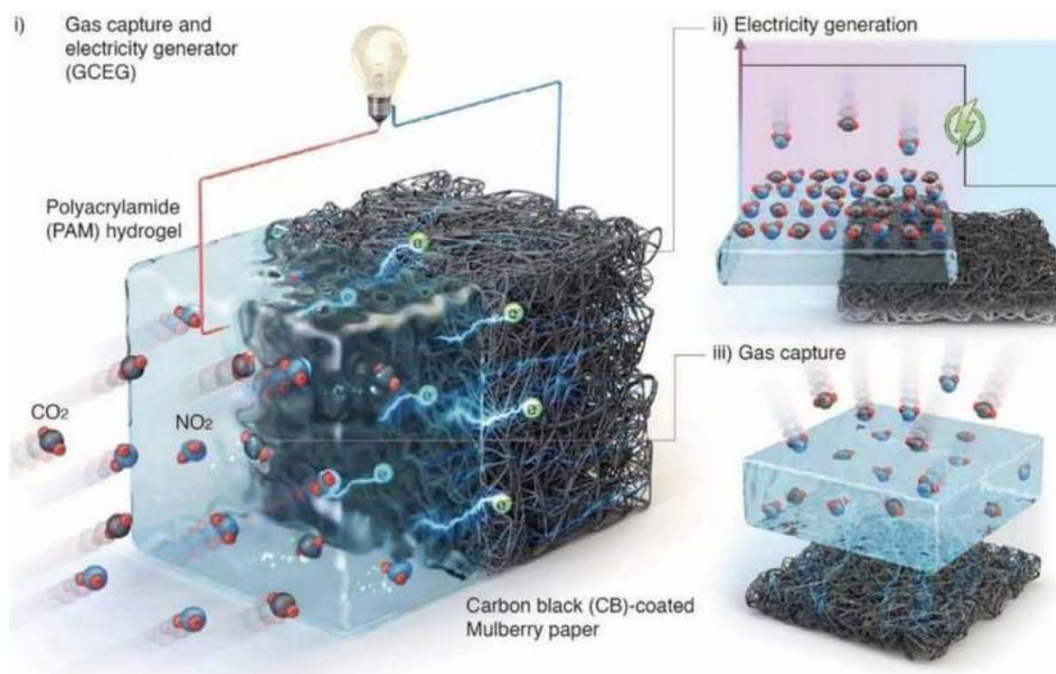
Ученые предложили технологию, способную изменить подход к обращению с атмосферными выбросами. Речь идёт о разработке устройства, которое при улавливании углекислого газа и оксидов азота генерирует электрическую энергию. Результаты работы опубликованы в *Energy & Environmental Science*.

²⁸ Источник:

https://4pda.to/2026/04/19/455257/derevyannaya_solnechnaya_batareya_vyrabatyvaet_energiyu_dazhe_v_temnote/ Опубликовано 19.04.2026

²⁹ Источник: <https://nia.eco/2026/04/22/113448/> Опубликовано 22.04.2026

Разработка выполнена группой учёных Университета Сунгкюнкван (Южная Корея) совместно с рядом южнокорейских научных центров. Предложенная система получила название Gas Capture and Electricity Generator (GCEG).



Ключевая особенность технологии заключается в использовании физико-химических процессов адсорбции газов как источника энергии. В отличие от традиционных решений в области улавливания углерода (CCUS), где требуются значительные энергозатраты, новая система не нуждается во внешнем питании.

При захвате молекул CO_2 и NO_x на поверхности электродов происходит перераспределение зарядов и движение ионов внутри устройства. Этот процесс сопровождается генерацией постоянного электрического тока. Таким образом, загрязняющие вещества фактически становятся источником энергии.

Конструктивно устройство представляет собой асимметричную систему, включающую углеродные электроды и гидрогелевые материалы. Такая конфигурация обеспечивает устойчивую генерацию электричества при взаимодействии с газовой средой.

Разработчики рассматривают технологию как потенциальную основу для автономных энергетических решений. В числе возможных направлений применения — экологические датчики, системы интернета вещей без батарей, а также промышленные площадки с высоким уровнем выбросов. В таких условиях устройство может одновременно снижать концентрацию

загрязняющих веществ и обеспечивать энергоснабжение локальных систем.

Предложенный подход отражает более широкий тренд трансформации климатических технологий — переход от затратных моделей очистки к решениям с добавленной стоимостью. Использование выбросов как ресурса позволяет частично компенсировать энергетические издержки экологических мероприятий.

В то же время технология находится на стадии научной разработки. Её эффективность при низких концентрациях загрязняющих веществ, а также вопросы масштабирования и долговечности материалов требуют дополнительной проверки. Практическое внедрение будет зависеть от результатов дальнейших исследований и испытаний.

В Европе испытали плавучую установку, превращающую тепло океана в электричество³⁰

По данным европейских научно-технических публикаций и материалов программы «Горизонт Европы», британская компания Global OTEC вывела в океан прототип установки, способной вырабатывать электричество за счет температурной разницы воды. Платформу разместили у Канарских островов на испытательном полигоне PLOCAN.

Проект получил название PLOTES и стал результатом нескольких лет расчетов и испытаний в бассейнах. Теперь инженерам предстоит проверить, как конструкция ведет себя в открытом море — от устойчивости к волнам до влияния на окружающую среду.

Как работает технология

В основе лежит простой физический принцип. Поверхностные воды океана прогреваются солнцем, тогда как на глубине сохраняется холод. Эта разница температур используется как «топливо».

Схема работы выглядит так:

- теплая вода нагревает жидкость с низкой температурой кипения;

³⁰ Источник:

https://naukatv.ru/news/v_evrope_ispytali_plavuchuyu_ustanovku_prevraschayuschuyu_teplo_okeana_v_elektrichestvo Опубликовано 24.04.2026

- она превращается в пар и вращает турбину;
- холодная вода с глубины до 1000 метров охлаждает пар обратно в жидкость;
- цикл повторяется без остановки.

По сути, это замкнутый тепловой двигатель, где океан играет роль огромного природного радиатора.



Ключевой элемент системы — подводный водозабор

Ключевым этапом стало подключение вертикальной трубы, через которую поднимается холодная вода. Именно этот элемент считается самым трудным в реализации. Он должен выдерживать давление, течения и постоянные нагрузки.

Ранее подобные системы тестировали на суше, но там приходилось тянуть длинные трубопроводы от берега к глубине. Это делало проекты дорогими и ограничивало их мощность. Перенос станции прямо в море сокращает длину трубы примерно на 80 % и открывает путь к более крупным установкам.

Где такие станции смогут работать эффективнее всего

Для многих тропических регионов электроэнергия до сих пор связана с импортом дизеля и мазута. Это означает зависимость от цен на мировом рынке и высокую стоимость электричества.

Однако потенциал ОТЕС не ограничивается островами. Наибольшую выгоду технология может дать в регионах, где сочетаются теплая поверхность океана и быстрый доступ к глубинам. К ним относятся:

- прибрежные зоны Юго-Восточной Азии;
- страны Карибского бассейна;
- отдельные районы Африки и Латинской Америки;
- удаленные прибрежные города с ограниченной энергетической инфраструктурой.

Возобновляемые источники уже используются, но у них есть ограничения:

- мало свободной земли под солнечные станции;
- сложные условия для установки морских ветряков;
- зависимость от погоды.

На этом фоне ОТЕС выглядит как стабильное дополнение. В отличие от солнца и ветра, такие станции работают круглосуточно, обеспечивая так называемую базовую генерацию. По оценке Global OTEC, подобные системы способны заменить более 25 гигаواتт мощностей на ископаемом топливе, особенно в регионах с высокой стоимостью энергии и ограниченными ресурсами.

Переход от экспериментов к реальности

Размещение платформы в океане рассматривается как переломный момент для всей отрасли.

«Сейчас настал момент, когда технология ОТЭК выходит за рамки контролируемых сред и переходит в реальный мир. Традиционные береговые системы водозабора, хотя и являются отличными ресурсами для аквакультуры и тестирования оборудования, обладают низкой производительностью и высокой стоимостью.

В открытом море технология может масштабироваться модульным способом, превращаясь из нишевой технологии в мощный ресурс», — отметил основатель и генеральный директор компании Дэн Греч.

Сейчас платформа проходит серию испытаний. Следующий шаг — запуск полноценного модуля на Гавайях. Главная задача — доказать, что такие установки способны стабильно снабжать энергией целые островные системы. Если эксперимент окажется успешным, океан может стать не

только транспортным коридором и источником ресурсов, но и постоянной электростанцией.

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