

Supported by:



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



INTERNATIONAL  
CLIMATE  
INITIATIVE



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

based on a decision of  
the German Bundestag

# ИННОВАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ: МИРОВОЙ ОПЫТ

## Часть 3



Ташкент 2024



**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 3

Ташкент 2024

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

Подготовлено и издано при финансовой поддержке проекта «Региональные механизмы для низко-углеродных, климатически устойчивых преобразований во взаимосвязанных вопросах энергетики, воды, земли в Центральной Азии», реализуемого ОЭСР, НИЦ МКВК и ЕЭК ООН за счет средств Федерального министерства окружающей среды, охраны природы, ядерной безопасности и защиты потребителей Германии (BMUV) в рамках Международной климатической инициативы (ИКИ)

## Содержание

<b>Возобновляемая энергетика.....</b>	<b>5</b>
WoodMac прогнозирует 3,8 ТВт новых солнечных электростанций к 2033 году .....	5
Китай строит в 2 раза больше мощностей солнечной и ветровой генерации, чем весь остальной мир .....	8
Китай построит первый центр комплексной выработки и хранения энергии за \$11 млрд .....	10
Установленные во Франции в 1992 году солнечные панели сохранили около 80% своей мощности .....	11
В Европе тестируют новую технологию агровольтаики – устанавливают солнечные электростанции внутри теплиц.....	12
Треугольные плавающие ветряки сделают морскую ветрогенерацию дешевле.....	14
Калифорнийский стартап удвоил КПД солнечных панелей на единицу площади .....	16
Инновационная геотермальная станция Fervo Energy получила крупнейший заказ.....	17
Новые солнечные батареи российского производства лучше всех работают в тени.....	19
Ученые изобрели солнечные панели, которые смогут генерировать электроэнергию даже ночью .....	20
<b>Традиционная энергетика .....</b>	<b>22</b>
Уголь, нефть и газ до сих пор занимают около 80% в мировой доле производства энергии .....	22
Выбросы от водохранилищ ГЭС предложили снизить плавучими солнечными электростанциями .....	25
Без водохранилищ, плотин и даже без воды: чем удивляет «новая» гидроэнергетика .....	27

Модернизация плотин и удаление худших из них вернет среду обитания речным рыбам .....	32
Климатические изменения угрожают разрушить тысячи американских плотин.....	35
<b>Системы хранения энергии.....</b>	<b>36</b>
Новый катализатор увеличивает производительность топливных элементов в три раза .....	36
«Умное» углеродное волокно с функцией хранения энергии попробует заменить батареи .....	37
Прорыв в разработке недорогих натриевых батарей .....	39
Найдена альтернатива ванадию для проточных батарей.....	40
Южнокорейская и американская компании будут печатать батареи для электромобилей .....	41
<b>Инновационные решения в энергетике.....</b>	<b>43</b>
Как заставить смерч работать .....	43
Японские ученые приступили к производству электроэнергии из снега .....	45
Установка способна автономно вырабатывать 30 кг водорода в год с площади 100 м <sup>2</sup> .....	48
Первый инвертированный перовскитовый фотоэлемент показал эффективность 25,7%.....	49

# Возобновляемая энергетика

## WoodMac прогнозирует 3,8 ТВт новых солнечных электростанций к 2033 году<sup>1</sup>

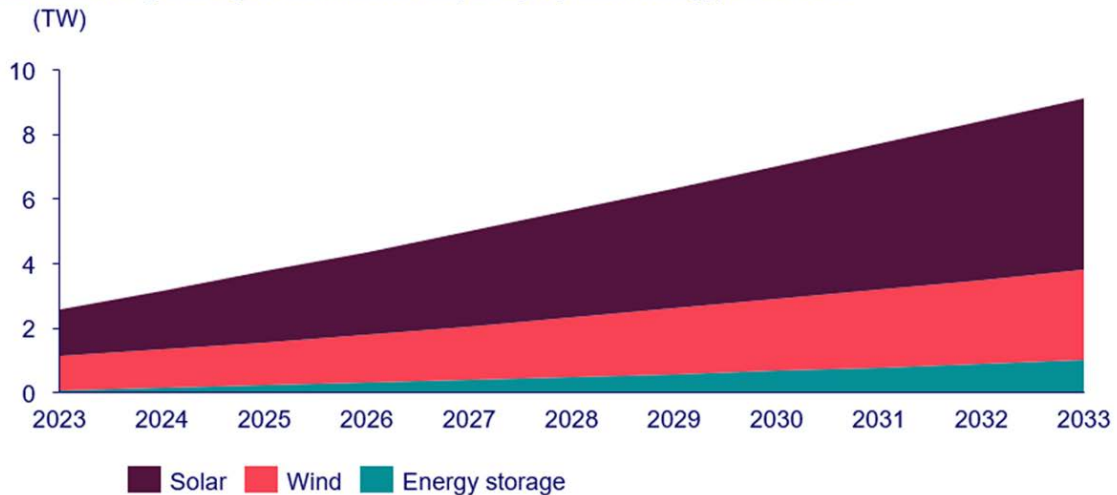
Согласно прогнозу Wood Mackenzie, в период с 2024 по 2033 год в мире будет установлено 3,8 ТВт новых солнечных мощностей. На долю солнечной энергетики придется 59% новых возобновляемых источников энергии. Совокупная установленная мощность солнечных электростанций в мире увеличится почти в четыре раза. Лидером по росту солнечной энергии станет Китай, который обеспечит 50% новых мощностей. Ветровая энергия тоже будет развиваться, и к 2033 году совокупная мощность ветра и солнца достигнет 8 ТВт. Емкость систем хранения энергии, за исключением гидроаккумулирующих электростанций, вырастет более чем на 600%.

Аналитики прогнозируют, что новые ветровые и солнечные установки достигнут совокупной мощности в 5,4 ТВт, в результате чего к 2033 году совокупная глобальная мощность этих двух технологий достигнет 8 ТВт.

---

<sup>1</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/07/10/woodmac-prognoziruet-38-tvt-novih-solnechnih-elektrostantsii-k-2033-godu> Опубликовано 10.07.2024

### Cumulative global grid-connected capacity by technology, 2023-2033



Source: Wood Mackenzie

Вице-президент по глобальным исследованиям возобновляемых источников энергии в Wood Mackenzie Люк Левандовски заявил, что рост ожидается, несмотря на инфляцию, ограничения электросетей и сложности с получением разрешений. Рост глобального спроса на возобновляемые источники энергии обусловлен политикой разных стран, технологическими инновациями и проблемами энергетической безопасности. Системы хранения энергии будут равномерно распределены по миру, так как они необходимы для использования возобновляемой энергии.

Если прогнозы Wood Mackenzie верны, совокупная установленная мощность солнечных электростанций в мире увеличится почти в четыре раза в период с 2024 по 2033 год. Драйвером роста станет Китай, на долю которого придется 50% новых мощностей. По словам аналитиков, сверхнизкие цены на модули ускорили темпы развертывания солнечных электростанций в Европе и Китае в прошлом году, и тенденция сохранится в ближайшей перспективе.

Максимизация мощностей солнечных и ветряных электростанций в ближайшие 10 лет будет зависеть от дополнительных технологических разработок. Сюда входит расширение сетевой инфраструктуры, стимулирование решений по гибкости энергосистемы, а также электрификация транспорта и отопления.

Wood Mackenzie прогнозирует ежегодный рост установленных солнечных мощностей до 2026 года. Затем последует двухлетний спад из-за ожидаемой паузы в строительстве новых объектов. Затем, благодаря очередному раунду закупок, рост возобновится. Ранее в этом году аналитики предсказывали стабильно высокий, но без резких скачков, рост ежегодного объема развертывания солнечных установок до 2032 года.

Мировой рынок систем хранения энергии находится на пути к достижению 159 ГВт/358 ГВт·ч к концу этого года. По прогнозам, к концу 2033 года будет добавлено 926 ГВт/2789 ГВт·ч, что на 633% больше текущего уровня. Ожидается, что Китай останется мировым лидером со средним прогнозом роста мощности в 42 ГВт/120 ГВт·ч в течение следующих 10 лет.



## Китай строит в 2 раза больше мощностей солнечной и ветровой генерации, чем весь остальной мир<sup>2</sup>

Как следует из нового отчета Global Energy Monitor (GEM), Китай продолжает лидировать в мире по темпам роста возобновляемых источников энергии. В стране строится 180 ГВт солнечных электростанций промышленного масштаба и 159 ГВт ветряных электростанций, итого — колоссальные 339 ГВт новых энерго мощностей. Это почти вдвое больше, чем строится во всех остальных странах мира вместе взятых. Для сравнения, в США строится всего 40 ГВт. Однако Китай не спешит при этом отказываться и от угля. В 2022–2023 годах было одобрено строительство новых угольных электростанций мощностью 218 ГВт, что в четыре раза больше, чем в предыдущий пятилетний период.



По прогнозам, к концу 2024 года Китай достигнет 1200 ГВт установленной мощности ветровой и солнечной энергетики, что на шесть лет опережает поставленную правительством цель. Аналитики сосредоточились на солнечных фермах мощностью 20 МВт и более, напрямую подключенных к электросети. Это означает, что фактический объем солнечной энергии в Китае может быть значительно выше, учитывая, что небольшие солнечные фермы составляют 40% солнечных мощностей страны. Отчет GEM также подчеркнул эффективность Китая в строительстве запланированной инфраструктуры возобновляемой энергии. Так, 339 ГВт ветровых и сол-

---

<sup>2</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/07/12/kitai-stroit-v-2-raza-bolshe-moshnostei-solnechnoi-i-ventrovoi-generacii-chem-ves-ostalnoi-mir> Опубликовано 12.07.2024

нечных электростанций, которые вышли на стадию строительства, составляют треть от всех предложенных проектов, значительно превышая мировой темп строительства в 7%.

В Китае бурными темпами развивается возобновляемая энергетика, в том числе благодаря поддержке правительства. Си Цзиньпин подчеркнул необходимость «новых качественных производительных сил», которые включают в себя и зеленое производство.

В период с марта 2023 года по март 2024 года Китай установил больше солнечных электростанций, чем за предыдущие три года вместе взятые, и больше, чем весь остальной мир за 2023 год.

Однако достижение этих впечатляющих показателей — лишь часть задачи. Аналитики предупреждают, что для достижения амбициозной цели Китая по снижению углеродоемкости экономики на 18% потребуется еще больше мощностей возобновляемых источников энергии. Углеродоемкость измеряет количество выбросов CO<sub>2</sub>, образующееся при производстве одного киловатт-часа электроэнергии. Предыдущие исследования предполагают, что Китаю нужно будет установить от 1600 до 1800 ГВт ветровой и солнечной энергии к 2030 году, чтобы достичь своей цели по получению 25% всей энергии из неископаемых источников. С 2020 по 2023 год только 30% прироста потребления энергии было обеспечено за счет ВИЭ, что не достигает целевого показателя в 50%.

При этом Китай не спешит отказываться от угля. Несмотря на обещание в 2021 году «строго контролировать» строительство новых угольных электростанций, количество разрешений Китая на их возведение увеличилось в четыре раза в 2022 и 2023 годах по сравнению с предыдущим пятилетним периодом между 2016 и 2020 годами. С начала 2022 года было разрешено строительство примерно 218 ГВт новых угольных электростанций. Кроме того, общий рост потребления угля увеличился со среднего 0,5% в год до 3,8% в год между этими периодами.

Геополитическая напряженность обострила проблемы энергетической безопасности во всем мире. Массовые отключения электроэнергии в некоторых регионах Китая в последние годы также подогрели эти опасения. Власти рассматривают уголь как надежный источник энергии для решения проблемы непостоянства возобновляемых источников. Несмотря на то, что сектор чистой энергетике стал основным двигателем экономического роста Китая, обеспечив 40% прироста ВВП в 2023 году, уголь остается важнейшей составляющей энергетической стратегии страны.

Для эффективного использования растущего объема чистой энергии, вырабатываемой китайскими ветряными и солнечными электростанциями, необходимо улучшать решения для хранения энергии и гибкости электросети. Признавая эту проблему, китайское правительство определило ли-

тий-ионные аккумуляторы как одну из «трех новых» технологий, необходимых для роста, наряду с электромобилями и солнечными панелями. В 2023 году Китай инвестировал \$11 млрд в сетевые аккумуляторные батареи, что на 364% больше, чем в 2022 году.

## **Китай построит первый центр комплексной выработки и хранения энергии за \$11 млрд<sup>3</sup>**

Государственная энергетическая компания China Three Gorges Renewables Group построит на севере Китая гигантский энергетический объект общей мощностью 16 ГВт. Его ядром станет солнечная электростанция рекордной мощностью 8 ГВт. Энергетический комплекс также будет включать 4 ГВт ветровой энергии, систему батарей на 5 ГВт ч хранения энергии и 4 ГВт энергии, получаемой от сжигания старого доброго угля (для закрытия дисбалансов в нагрузке). Строительство начнется в сентябре 2024 года, а завершение проекта запланировано на июнь 2027 года.

Кроме огромной солнечной электростанции, проект стоимостью \$10,99 млрд будет также включать: 4 ГВт ветровой энергии, системы хранения энергии емкостью 5 ГВт ч, 200 МВт солнечной тепловой энергии и 4 ГВт угольной электростанции. Он будет расположен в Ордосе, во Внутренней Монголии на севере Китая.

Чтобы представить себе масштабы новой солнечной электростанции мощностью 8 ГВт, можно сравнить ее с действующими лидерами. Три крупнейшие по мощности солнечные электростанции находятся в Китае: Ningxia Tenggelі и Golmud Wutumeiren мощностью 3 ГВт каждая, а также электростанция мощностью 3,5 ГВт возле Урумчи в Синьцзян-Уйгурском автономном районе. Таким образом, новая станция будет почти равна по мощности им всем вместе взятым.

China Three Gorges сообщает, что электроэнергия с этой огромной интегрированной энергетической площадки будет передаваться в регион Пекин-Тяньцзинь-Хэбэй на севере Китая по линии электропередачи сверхвысокого напряжения.

---

<sup>3</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/07/03/kitai-postroit-pervii-centr-kompleksnoi-virabotki-i-hraneniya-energii-za-11-mlrd> Опубликовано 3.07.2024

Реализация проекта начнется в сентябре, а его запуск запланирован на июнь 2027 года.

China Three Gorges Renewables получит 56% акций, а Inner Mongolia Energy Group — 44%.

## **Установленные во Франции в 1992 году солнечные панели сохранили около 80% своей мощности<sup>4</sup>**

Срок службы солнечных панелей — от 20 до 40 лет. При этом стоит учесть, что со временем их энергоэффективность снижается. Однако реальные пределы службы панелей еще только предстоит выяснить. Так, установленная в Лионе (Франция) в 1992 году солнечная батарея Phebus 1 мощностью 1 киловатт площадью 10 кв. метров по результатам недавней технической проверки выдала около 80 % своей первоначальной мощности.

Обычно такой результат характерен для панелей после 25 лет эксплуатации. Иными словами, производительность Phebus 1 на протяжении 31 года службы ежегодно снижалась всего лишь на 0,66 %. За минувшие годы энергоустановка выдала более 20 300 кВт ч электричества или почти 750 кВт ч ежегодно.

Столь завидная долговечность солнечных панелей — веский аргумент в пользу их установки на крышах домов в процессе общего перехода к возобновляемым чистым источникам энергии.

---

<sup>4</sup> Источник: <https://www.techcult.ru/technics/13928-solnechnye-paneli-sohranili-80-moshnosti>  
Опубликовано 19.06.2024

## **В Европе тестируют новую технологию агровольтаики – устанавливают солнечные электростанции внутри теплиц<sup>5</sup>**

Консорциум REGACE, который состоит из 12 научно-исследовательских институтов и коммерческих организаций из Германии, Австрии, Греции, Италии, Бельгии и Израиля приступил к испытаниям технологии агровольтаики, устанавливая подвижные солнечные панели и систему обогащения CO<sub>2</sub> внутри теплицы, пишет EastFruit.



Проект получил грант в размере €5,5 млн от Европейского Союза через программу финансирования исследований и инноваций Horizon Europe.

«В системе TriSolar используются изготовленные по заказу монокристаллические двухсторонние фотоэлектрические панели. Эти панели имеют прозрачную заднюю панель и промежутки между ячейками для обеспечения равномерного распределения света внутри теплицы. Интеллектуальный механизм управления системой регулирует углы панелей в соответ-

---

<sup>5</sup> Источник: <https://east-fruit.com/novosti/v-evrope-testiruyut-novuyu-tekhnologiyu-agrovoltaiki-ustanavlivayut-solnechnye-elektrostantsii-vnutri-teplits/> Опубликовано 2.07.2024

ствии с потребностями растений в освещении. По сути это как дать растениям идеальное количество света и тени в течение дня», — объяснила доктор Эстер Магадли из проекта REGACE.

Увеличенное содержание CO<sub>2</sub> внутри теплицы помогает растениям расти с меньшим количеством света. Об этом сообщает Horti Daily.

Солнечные панели вместе с системой отслеживания внутри теплицы не нуждаются в дополнительных ветрозащитных конструкциях, имеют низкие затраты на монтаж. А технология двойного назначения (для сельскохозяйственных культур и электроэнергии) может превратить небольшие тепличные хозяйства в производители энергии.

Система TriSolar может работать как в овощных, так и цветочных теплицах и адаптируется к определенному виду растений.

Солнечные панели могут размещаться во всех видах теплиц, в широком диапазоне природных условий – от севера Германии до Израиля.

REGACE имеет шесть установок, включая университетские исследовательские центры и действующие фермы: Bio-Gärtnerei Watzkendorf GmbH, органическая ферма в Северной Германии; Берлинский университет им. Гумбольдта, Германия; Fattoria Solidale del Circeo, социальная ферма в Италии; Университет природных ресурсов и наук о жизни, Вена, Австрия; Фессалийский университет, Греция; AlZahrawy Society, Исследовательский центр, Израиль.

В проекте осталось 18 месяцев, чтобы собрать и проанализировать данные, которые сформируют рекомендации по внедрению технологии в разных странах. Если будет доказана жизнеспособность, у REGACE есть потенциал предложить ценное агроэлектрическое решение для теплиц во всем мире.

## Треугольные плавающие ветряки сделают морскую ветрогенерацию дешевле<sup>6</sup>

В Средиземном море будет испытана новая ветряная электростанция X90, которая обещает более быструю и дешевую установку и эксплуатацию. Главное отличие от традиционных ветряных турбин: ротор неподвижно закреплен на треугольной платформе, а не подвижно на мачте. Платформа, подобно флюгеру, вся поворачивается навстречу ветру, поэтому лопасти всегда направлены по ветру. Отсутствие мачты позволяет использовать более гибкие лопасти, что повышает эффективность и надежность конструкции. Первая электростанция X90 будет иметь мощность 6 МВт, но уже проектируется серийная коммерческая платформа мощностью более 20 МВт.



Размещение ветряных электростанций в море кажется логичным решением. Морские бризы, как правило, дуют более регулярно, чем ветры на суше. Открытая вода обеспечивает более предсказуемый и надежный режим ветра. Размещение ветряных электростанций на суше часто требует приобретения или аренды земли, что может быть проблематично. В море

---

<sup>6</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/07/04/treugolnie-plavayushie-vetryaki-sdelayut-morskuyu-vetrogeneraciyu-deshevle> Опубликовано 4.07.2024

таких сложностей меньше. Но инженерные трудности установки турбин в море настолько велики, что часто перевешивают преимущества. Турбины должны быть чрезвычайно прочными, чтобы выдерживать сильные ветры и морскую среду. Лопастям необходимо изготавливать из материалов, которые не деформируются под нагрузкой и не могут случайно задеть мачту. Для удержания турбин на месте требуются мощные системы швартовки. Их установка — дорогостоящий и сложный процесс.

NextFloat+ — это консорциум, возглавляемый барселонской компанией X1 Wind. В него также входят Technip Energies и NextFloat Plus SAS. Цель проекта — строительство прототипа ветряной электростанции мощностью 6 МВт под названием X90. Она представляет собой треугольную плавучую платформу с одной турбиной, которая собирается на берегу, а затем буксируется к месту установки. Проект получил грант в 13,4 млн евро от Европейской комиссии.

X90 использует одноточечную швартовку (SPM) и систему якорения с натяжными тросами (TLP), для установки которой не требуется специального тяжелого оборудования. Система TLP представляет собой треугольную конструкцию, которая плавает на поверхности воды. Три троса соединяют ее с якорями, расположенными на морском дне на глубине более 500 метров. Тросы натянуты, чтобы удерживать платформу на месте. Для всех трех тросов используется одноточечная швартовка, что позволяет платформе пассивно поворачиваться против ветра. До того, как платформу X90 спустят на воду, на морском дне с помощью системы быстрого соединения устанавливают систему швартовки. Это позволяет платформе легко зафиксироваться по прибытии в точку монтажа.

Эта установка спроектирована как «ветряк наоборот». Обычно ветряные турбины обращены лицом к ветру, а вся конструкция поворачивается на верхушке мачты по мере изменения направления ветра. Это означает, что мачта должна выдерживать большие нагрузки, а лопасти ротора — крепиться максимально жестко, иначе они могут задеть мачту, что, мягко говоря, нежелательно.

В отличие от традиционных установок, X90 использует неподвижный ротор, закрепленный на платформе. Сама же платформа, подобно флюгеру, поворачивается навстречу ветровому потоку. Таким образом, ветер толкает лопасти сзади, а не спереди. Отсутствие мачты позволяет отказаться от жестких конструкций лопастей — они могут свободно сгибаться под нагрузкой. Эта инновация делает X90 не только легче по сравнению с традиционными установками, но и дешевле и проще в обслуживании.

Система крепления и сама турбина занимают меньше места на морском дне, уменьшая общее воздействие на морскую среду. Модульная конструкция X90 также способствует ее масштабированию. Инженеры уже



проектируют серийную коммерческую платформу мощностью более 20 МВт.

## **Калифорнийский стартап удвоил КПД солнечных панелей на единицу площади<sup>7</sup>**

Стартап Planeted Solar использует строительных роботов и чрезвычайно плотную компоновку солнечных панелей, чтобы добиться значительно большего выхода энергии и рентабельности, а простые и эффективные элементы крепления меньше разрушают почву. Так, солнечные панели Planted мощностью 1 МВт можно разместить всего на 0,8 гектарах земли, тогда как для обычных панелей той же мощности потребовалось бы около 2 га. Недавно компания привлекла 20 млн долларов инвестиций от венчурных капиталистов, включая Билла Гейтса, на проведение крупномасштабных испытаний прототипа.

Обычно фотоэлектрические модули на солнечных электростанциях расположены рядами, с определенными промежутками между ними. Компания Planeted Solar предлагает другую конструкцию — цельное полотно фотоэлементов. Опоры конструкции позволяют игнорировать неровности ландшафта с уклоном до 27%. Это снижает расходы на земельные работы и позволяет получать больше энергии с квадратного метра. Для чистой энергетики это довольно важный показатель, поскольку солнечные электростанции нужно много свободного и ровного пространства.

«По сравнению с конструкциями, ориентированными на юг и меняющимися углом наклона, массив панелей Planted обеспечивает сравнимый выход по кВт ч/кВт п при использовании более высокого соотношения нагрузки инвертора и значительно дешевле по стоимости конструкции и установки. Все это снижает объем работ и риски, а также требует меньше земельных площадей», — говорится в пресс-релизе компании.

Солнечные панели Planted мощностью 1 МВт можно разместить всего на 0,8 гектарах земли, тогда как обычно потребовалось бы около 2 га. Несущие элементы, совместимые со всеми форматами современных сол-

---

<sup>7</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/06/19/kaliforniiskii-startap-udvoil-kpd-solnechnih-panelei-na-edinicu-ploshadi> Опубликовано 19.06.2024

нечных панелей, в два раза снижают издержки и сокращают сроки установки. Кроме того, подход компании позволяет снизить эрозию почвы.

После завершения этапа проектирования компания использует для установки панелей роботов, пишет PV Magazine.

По словам гендиректора Planed Solar Эрика Брауна, компания быстро развивается и готова перейти от этапа прототипов к реальным проектам.

## **Инновационная геотермальная станция Fervo Energy получила крупнейший заказ<sup>8</sup>**

Fervo Energy, компания, разработавшая технологию горизонтального бурения для добычи геотермальной энергии, подписала 15-летний контракт с Southern California Edison на поставку 320 МВт электроэнергии. Этого хватит для обеспечения электроснабжения 350 000 домов. Контракт является крупнейшим в мире соглашением о покупке геотермальной энергии. Первые 70 МВт заработают в 2026 году, а к 2028 году общая мощность электростанции составит 373 МВт. С конца 2023 года Fervo обеспечивает электроэнергией дата-центры Google.



<sup>8</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/07/05/innovacionnaya-geotermalnaya-stanciya-fervo-energy-poluchila-krupneishii-zakaz> Опубликовано 5.07.2024

Год назад Fervo Energy представила новую концепцию сбора геотермальной энергии на своем пилотном заводе Project Red в Неваде. Вместо того чтобы бурить вертикальные скважины, которые доставляют воду в горячие породы, залегающие под поверхностью Земли, она использовала методы из нефтегазовой промышленности для разрушения пород, горизонтального пропускания воды через них и сбора полученного пара для приведения в действие турбин на поверхности.

Компания заявила, что ее новый метод должен изменить геотермальный ландшафт, поскольку он может работать во многих местах, а не только там, где горячие породы находятся близко к поверхности, как в Исландии и Новой Зеландии. Новое соглашение служит тому подтверждением.

Fervo подписала 15-летний контракт с Southern California Edison на поставку 320 МВт электроэнергии. Этого объема хватит для обеспечения электроснабжения примерно 350 000 домов. Электроэнергия будет поступать с электростанции Fervo Cape Station, которая строится на юго-западе штата Юта.

Первые 70 МВт заработают в 2026 году, а оставшаяся мощность будет введена в эксплуатацию в 2028 году. Таким образом, общая мощность электростанции, рассчитанной на 400 МВт, составит 373 МВт.

Заключению контракта способствовал мандат, выданный Комиссией по коммунальным предприятиям Калифорнии в 2021 году, на обеспечение 1000 МВт «независимой от погодных условий и использования батарей энергии с нулевым выбросом для повышения надежности электросети штата», — говорится в заявлении Fervo. Действительно, в отличие от ветровой и солнечной энергии, которые могут сильно зависеть от погодных условий, геотермальная энергия — гораздо более стабильный источник, поскольку тепло, которое она использует, всегда доступно прямо под поверхностью Земли.

Новый контракт — очередное достижение Fervo, следующее за чередой успехов компании. Началось все с проекта Red, финансируемого Google. Эта электростанция с конца прошлого года обеспечивает электроэнергией дата-центры IT-гиганта в Неваде. Кроме того, в феврале компания объявила об ускорении своих технологических процессов. Бурение скважин теперь осуществляется на 70% быстрее и на 50% дешевле, чем в 2022 году.

«Геотермальная энергия — это надежное и гибкое решение, жизненно важное для Калифорнии на пути к полностью декарбонизированной сети. По мере роста потребности в электроэнергии и усиления нагрузки на инфраструктуру из-за изменения климата, геотермальная энергия будет играть все более важную роль на энергетических рынках США», — сказал Дон Оуэнс из Fervo. По оценкам Министерства энергетики США, уже к

2050 году объемы вырабатываемой геотермальной энергии могут вырасти в 20 раз.

## **Новые солнечные батареи российского производства лучше всех работают в тени<sup>9</sup>**

Новый тип солнечных батарей будет эффективен не только в солнечных регионах, но и в местах с пасмурной погодой, городских условиях и даже внутри зданий. Об этом сообщили представители МИСИС.

Учёные из Университета МИСИС и Института синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова (ИСПМ РАН) разработали органические полупроводники для перовскитных модулей, которые при слабом освещении повышают их мощность до 90% и увеличивают КПД на 2,42%.

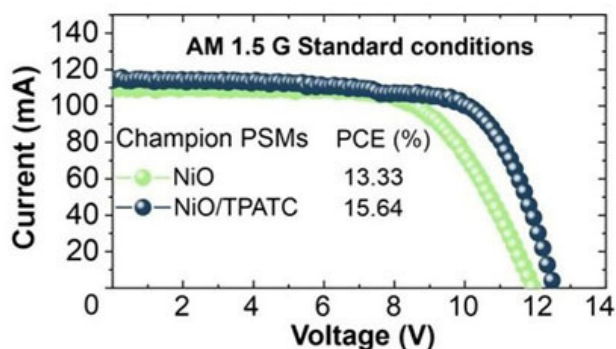
Галоидные перовскитные солнечные панели состоят из тонкоплёночных структур с нанокристаллическим перовскитовым поглотителем между слоями переноса заряда. Эти панели могут генерировать больше энергии, чем кремниевые аналоги, и их производство дешевле. Наивысшая эффективность преобразования энергии у них на данный момент составляет 26,1%.

Эксплуатационные характеристики панелей сильно зависят от химической стабильности поверхностей многослойных конструкций. Под воздействием тепла и света возникают летучие соединения йода и другие побочные продукты, вызывающие коррозию и окисление. Накопление дефектов на границах слоев приводит к потерям энергии. Органические самособирающиеся монослои лучше всего предотвращают повреждения перовскитных элементов. Эти материалы отличаются упорядоченной молекулярной структурой. Она образуется при поглощении активных веществ с поверхности.

Чтобы улучшить перовскитные солнечные элементы, учёные синтезировали самособирающийся монослой на основе трифениламина с карбоксильной связующей группой. Это улучшило перенос заряда между перовскитными поглотителями и неорганическими слоями.

---

<sup>9</sup> Источник: <https://hightech.fm/2024/07/12/solar-rus> Опубликовано 12.07.2024



После нанесения монослоя повысилась эффективность носителей заряда и уменьшились потери энергии. Тесты при естественном освещении показали, что перовскитные элементы с монослоем сохраняют до 98% своей первоначальной производительности после тысячи часов работы, тогда как необработанные устройства теряют более 20% мощности уже через 400 часов. Ранее учёные МИСИС представили складную солнечную батарею на основе гибридных перовскитов с КПД более 25% в условиях затенения, готовую к промышленному производству.

Исследование поддержал Российский научный фонд (проект № 22–19–00812).

## Ученые изобрели солнечные панели, которые смогут генерировать электроэнергию даже ночью<sup>10</sup>

Благодаря исследованиям, проведённым Стэнфордским университетом, группа экспертов нашла способ изменить конструкцию обычных солнечных батарей, чтобы они могли генерировать электроэнергию и в ночное время, пишет SEEDS.

Выработка электроэнергии в ночное время с плотностью 50 мВт/м<sup>2</sup> стала возможной благодаря радиационному охлаждению фотоэлемента.

<sup>10</sup> Источник: <https://www.seeds.org.ua/uchenye-izobrel-i-solnechnye-paneli-kotorye-smogut-generirovat-elektroenergiyu-dazhe-nochyu/> Опубликовано 13.07.2024

Целью исследования было продемонстрировать, что полупроводники можно использовать для изменения функции кремниевых солнечных панелей, чтобы они могли обеспечивать энергию ночью, а не только в дневное время, сообщило издание *Esoticias*.

Для этого использовали термоэлектрический генератор, имеющий систему, способную преобразовывать изменения температуры в электричество. Он функционировал как посредник между солнечными панелями и воздухом, генерируя электрический ток.

В ходе тестов исследователи установили, что термоэлектрический генератор производит только 1% тока, генерируемого обычной солнечной батареей в светлое время суток, тогда как ночью этот показатель возрастет до 40%.

Благодаря длительному сроку службы термоэлектрических генераторов предлагаемая исследователями конфигурация может иметь более низкие долгосрочные расходы по техническому обслуживанию по сравнению с аккумуляторным хранением. Нет сомнений в том, что результаты исследования многообещающие, однако ученые считают, что система еще не готова к массовому производству.

Продемонстрированная плотность мощности нового фотоэлемента применима в работе приборов ночного освещения, а также способна питать датчики, устраняя необходимость в аккумуляторах.

# Традиционная энергетика

## **Уголь, нефть и газ до сих пор занимают около 80% в мировой доле производства энергии<sup>11</sup>**

Мир до сих пор остается зависимым от ископаемого топлива. Более того, в 2023 году глобальное потребление первичной энергии достигло исторических максимумов.

Так, статистика показывает, что около 81% мирового энергетического баланса приходится именно на ископаемое топливо. Институт энергетики опубликовал данные по глобальному потреблению по состоянию на 2024 год, пишет 24TV.

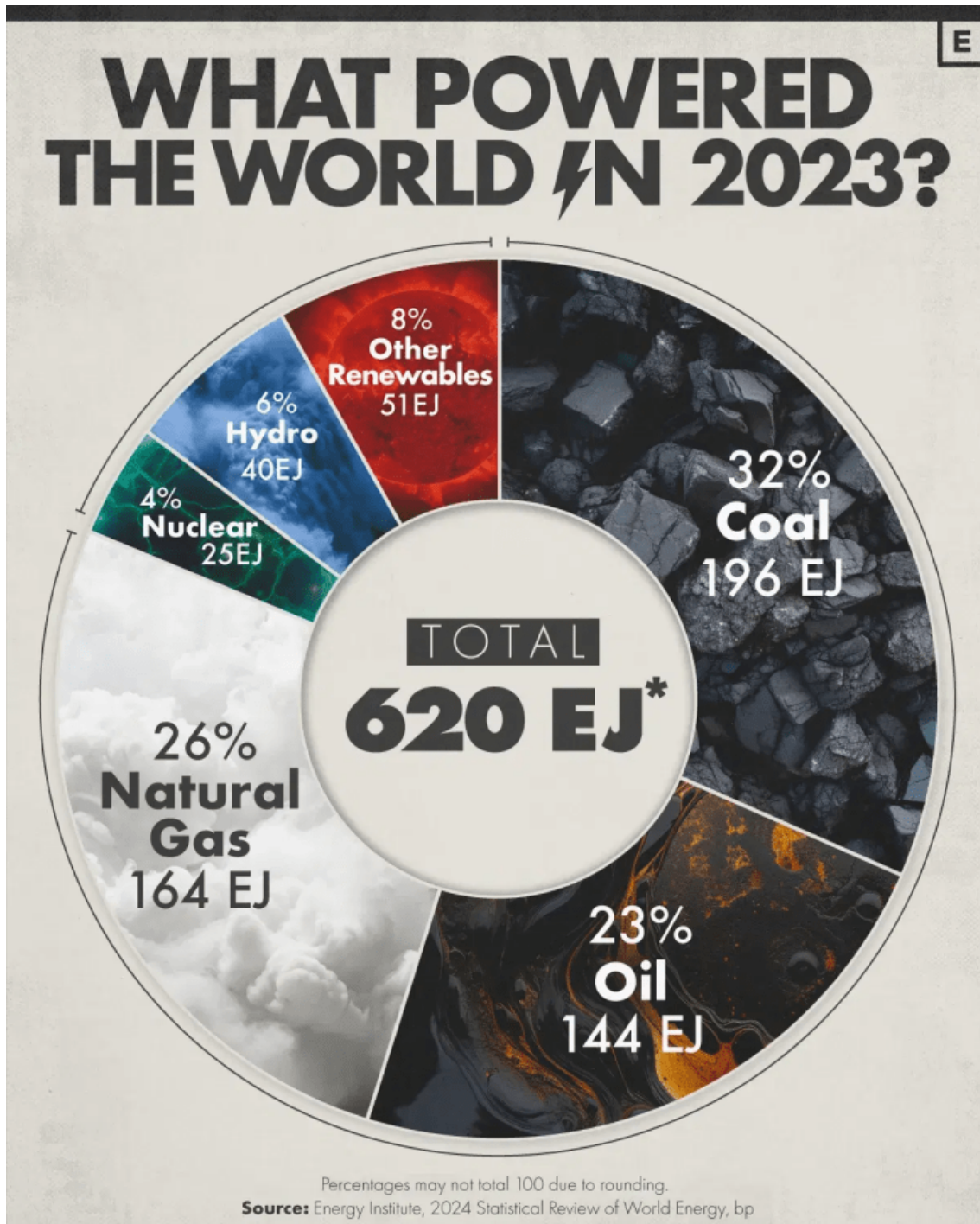
### **Уголь и нефть остаются лидерами**

Нефть, уголь и газ остаются наиболее популярным способом получения энергии в мире – на них приходится 81% энергетического баланса. Для сравнения: возобновляемые источники энергии занимают лишь 15%. Это хоть и является самым высоким показателем за всю историю человечества, однако точно не позволяет полностью отказаться от первичной энергии.

Так, за 2023 год человечество использовало на 1,5% больше ископаемого топлива, чем в 2022. Причиной новых рекордов стал всплеск спроса на энергию, более половины которого приходится на Глобальный Юг – там спрос растет вдвое быстрее общемировых темпов.

---

<sup>11</sup> Источник: <https://eenergy.media/news/30130> Опубликовано 12.07.2024



*Источники энергии в 2024 году  
Данные Института энергетики, инфографика Voronoi*



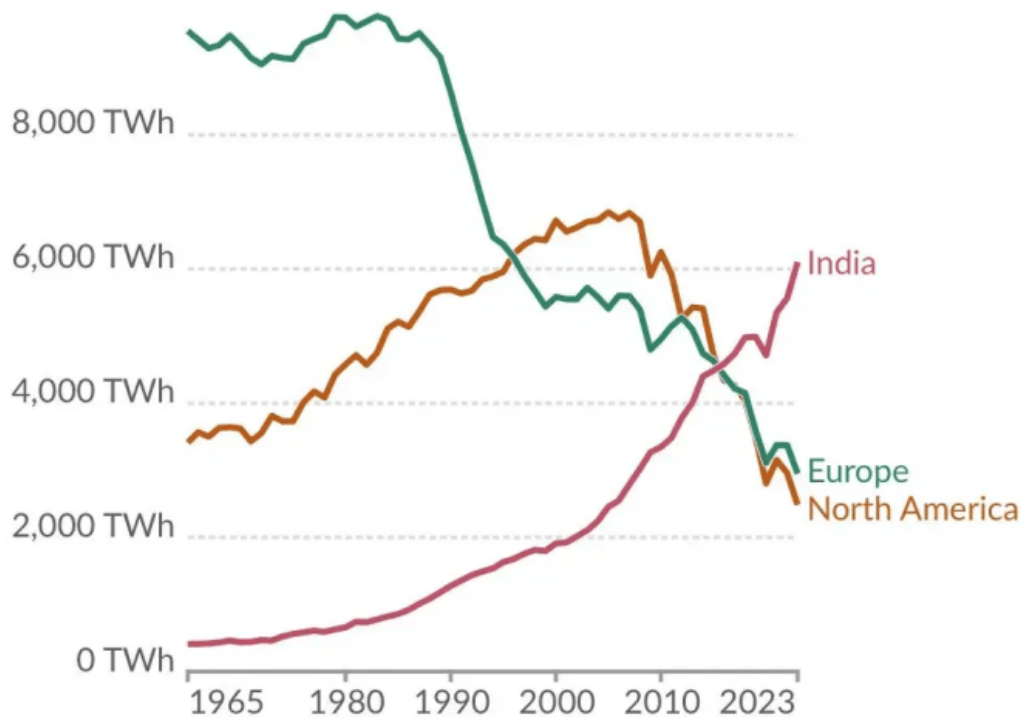
## Индия – топливный гигант

По данным Института энергетики, сейчас Индия потребляет больше угля, чем все страны Европы и Северной Америки вместе взятые. Потребление угля в Европе и Северной Америке в течение длительного времени было высоким, однако постепенно идет на снижение, чего не скажешь об Индии.

### Coal consumption

Our World  
in Data

Annual consumption of coal for primary energy, measured in terawatt-hours (TWh).



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024)

OurWorldInData.org/fossil-fuels | CC BY

*Индия использует рекордное количество угля  
Данные Института энергетики, инфографика Voronoi*

Только в последние десятилетия Индия нарастила использование первичной энергии в несколько раз. Причиной этого является индустриализация и развитие, что вызывает спрос на дешевую электроэнергию. Эту потребность Индии закрывают большие залежи угля, которые страна активно использует.

### **Наибольшие выбросы углекислого газа**

Рост использования первичной энергии, в частности угля, привел и к еще одному антирекорду. В 2023 году зафиксирован выброс 40 гигатонн углекислого газа (CO<sub>2</sub>), что является самым высоким зарегистрированным уровнем. По сравнению с 2022 годом этот показатель вырос на 2%.

Международное энергетическое агентство утверждает, что частично на это повлияла засуха, что привело к дефициту гидроэлектроэнергии. Без этого, вероятно, выбросы CO<sub>2</sub> были бы значительно меньше.

Стоит указать, что уголь считается самым дешевым и самым грязным ископаемым топливом. Также этот тип топлива является крупнейшим источником выбросов углекислого газа. Считается, что именно уголь приводит к повышению глобальной средней температуры на более 0,3 градуса с 1,2 со времен промышленной революции. Он также является главным источником загрязнения воздуха.

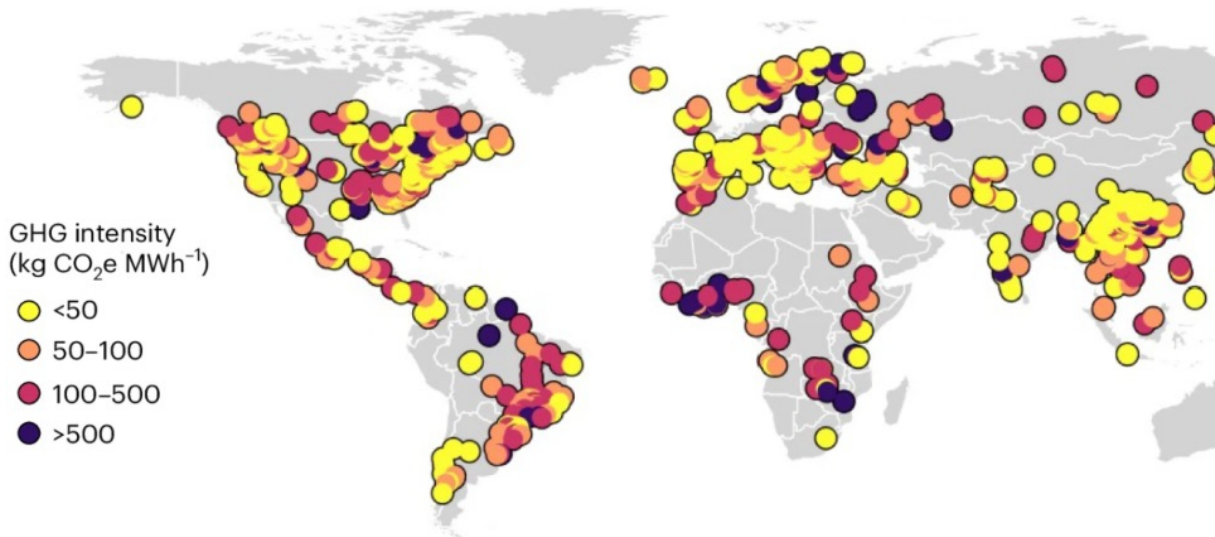
### **Выбросы от водохранилищ ГЭС предложили снизить плавучими солнечными электростанциями<sup>12</sup>**

Выбросы парниковых газов их водохранилищ ГЭС можно снизить с 39 до 22 килограмм CO<sub>2</sub>-эквивалента на мегаватт-час произведенной электроэнергии, если оснастить эти водоемы плавучими солнечными электростанциями, которые будут компенсировать часть выбросов. Впрочем, для массового внедрения таких мер адаптации имеет смысл дожидаться снижения

---

<sup>12</sup> Источник: <https://nplus1.ru/news/2024/06/28/offsetting-of-hydropower> Опубликовано 28.06.2024

выбросов от производства солнечных батарей — сейчас выбросы, сопровождающие жизненный цикл плавучих панелей, превосходят такие выбросы от ГЭС. Результаты исследования опубликованы в журнале *Nature Sustainability*.



*Rafael Almeida et al. / Nature Sustainability, 2024*

Гидроэлектростанции — крупнейший в мире источник возобновляемой энергии. Они не производят прямых выбросов парниковых газов в ходе своей работы и поэтому считаются низкоуглеродным способом получения электроэнергии. Однако порядка 10 процентов мировых ГЭС по выбросам парниковых газов на единицу выработки электроэнергии не уступают электростанциям, использующим ископаемое топливо. Дело в том, что в водохранилищах ГЭС разлагается органическое вещество, что и приводит к дополнительным выбросам метана.

Впрочем, у водохранилищ есть и преимущество — на их поверхности удобно размещать плавучие солнечные электростанции (FPV), которые могут увеличить суммарную выработку электроэнергии и компенсировать выбросы парниковых газов. Ученые под руководством Рафаэля Алмейды (Rafael Almeida) из Индианского университета в Блумингтоне оценили мировой потенциал такой меры компенсации. Для этого они использовали базу данных о выбросах парниковых газов из водоемов 964 ГЭС с мощностью более 10 мегаватт и разработали математическую модель, с помощью которой рассчитали компенсацию этих выбросов за счет использования плавучих солнечных электростанций.

Оказалось, что на текущий момент медианные выбросы для ГЭС составляют 39 килограмм  $\text{CO}_2$ -эквивалента на мегаватт-час произведенной электроэнергии. Это меньше, чем у плавучих солнечных электростанций (48 килограмм  $\text{CO}_2$ -эквивалента на мегаватт-час). При этом карбоноёмкость работы 205 ГЭС превышает пределы, установленные для устойчивой гидроэнергетики, и составляет более 100 килограмм  $\text{CO}_2$ -эквивалента на мегаватт-час. Авторы отметили, что если сейчас интегрировать плавучие солнечные электростанции в водоемы всех 964 исследованных ГЭС, то их суммарные выбросы изменятся незначительно.

По предположению ученых, в будущем может реализоваться сценарий повсеместного энергетического перехода, и тогда жизненный цикл солнечных электропанелей, в том числе плавучих, будет сопровождаться выбросами парниковых газов в 10 раз ниже нынешних значений — не более пяти килограмм  $\text{CO}_2$ -эквивалента на мегаватт-час. В таком случае оборудование водоемов ГЭС плавучими фотоэлектростанциями позволит практически вдвое сократить их углеродный след — до 22 килограмм  $\text{CO}_2$ -эквивалента на мегаватт-час.

Косвенные выбросы парниковых газов от ГЭС можно снизить, но это не решит всех проблем, которые создает этот вид энергетики для окружающей среды. Например, в Азии и Латинской Америке они затопили низины и лишили местообитаний уже 20 % всех тигров, а еще привели к утрате растительного покрова и даже снижению ВВП.

## **Без водохранилищ, плотин и даже без воды: чем удивляет «новая» гидроэнергетика<sup>13</sup>**

Эпоха гигантских равнинных ГЭС постепенно подходит к концу. На смену им приходят гидроэлектростанции нового типа. Они куда меньше вредят природе и работают в паре с другими возобновляемыми источниками — например, солнечными и ветряными парками. Мы говорим о гидроаккумуляторах — хотя это направление далеко не новое, в 21 веке оно переживает период расцвета.

---

<sup>13</sup> Источник: <https://www.techinsider.ru/technologies/1649245-bez-vodohranilishch-plotin-i-daje-bez-vody-chem-udivlyaet-novaya-gidroenergetika/> Опубликовано 3.07.2024



*Верхний резервуар ГАЭС в Северном Уэльсе, Австралия*

Если мы говорим о «новой гидроэнергетике», подразумевается, что существует «старая». Речь идет о равнинных ГЭС, таких, как гидрокаскад на Волге и сибирских реках, или как китайская станция «Три ущелья».

По большому счету, в 20 веке львиная доля гидроэнергетики приходилась на равнинные станции. Остальные – горные ГЭС, приливные и прочие – добавляли ничтожную долю.

Именно равнинные электростанции в наши дни вызывают больше всего критики. Из-за плотин, перегородивших реки, вымирают миграционные виды рыб, такие как лосось и осетр. Водоохранилища затопляют самые плодородные пойменные земли. А выбросы метана из водоохранилищ ставят ГЭС в один ряд по вредности с тепловыми электростанциями.

И хотя их продолжают строить в некоторых странах, включая Китай и Индию, ясно, что дни такой гидроэнергетики сочтены.

Но это не значит, что гидроэнергетике в целом пришел конец. Мысль инженеров повернула в другом направлении.

## **Гидроаккумуляторы: 5 концепций, от обычных до нетривиальных**

Солнечная и ветряная энергетика тоже не безвредна, но куда безопаснее плотинных ГЭС. Беда в том, что ветер и солнце дают энергию неравномерно – значит, ее надо запасать на то время, когда генерация ослабевает. Например, накачивая насосами воду в резервуар, находящийся на большой высоте. Тогда во времена, когда энергии не хватает, можно спустить воду через гидротурбины и получить дополнительное электричество – такие системы и называются гидроаккумуляторами, или гидроаккумулирующими электростанциями (ГАЭС).

В наши дни 95% запасенной электроэнергии хранится именно в таких «батареях».

Творчески мыслящие конструкторы придумали множество вариантов гидроаккумуляторов.

### **«Классика» ГАЭС**

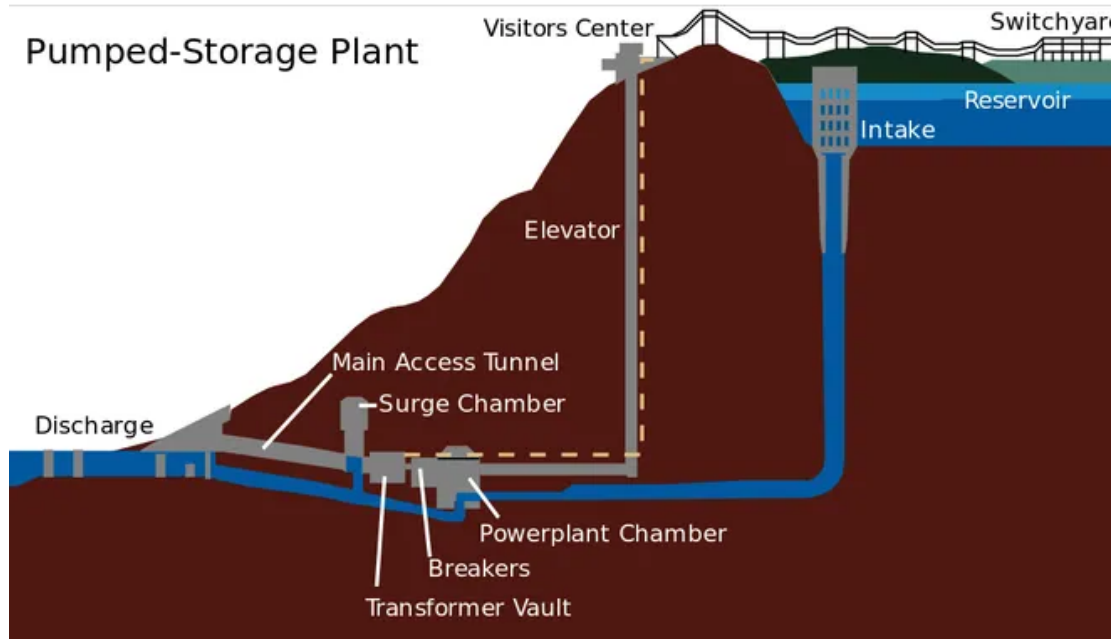
Самый популярный в наши дни способ – это перекачивать энергию между двумя искусственными озерами, расположенными на разной высоте. Обустроить такую электростанцию можно только в холмистой местности с большим перепадом высот.

Существует упрощенный вариант их конструкции, когда в качестве нижнего резервуара используется река, канал или море – первым в мире примером морской ГАЭС стала станция «Янбару» в Японии, построенная в 1999 г.

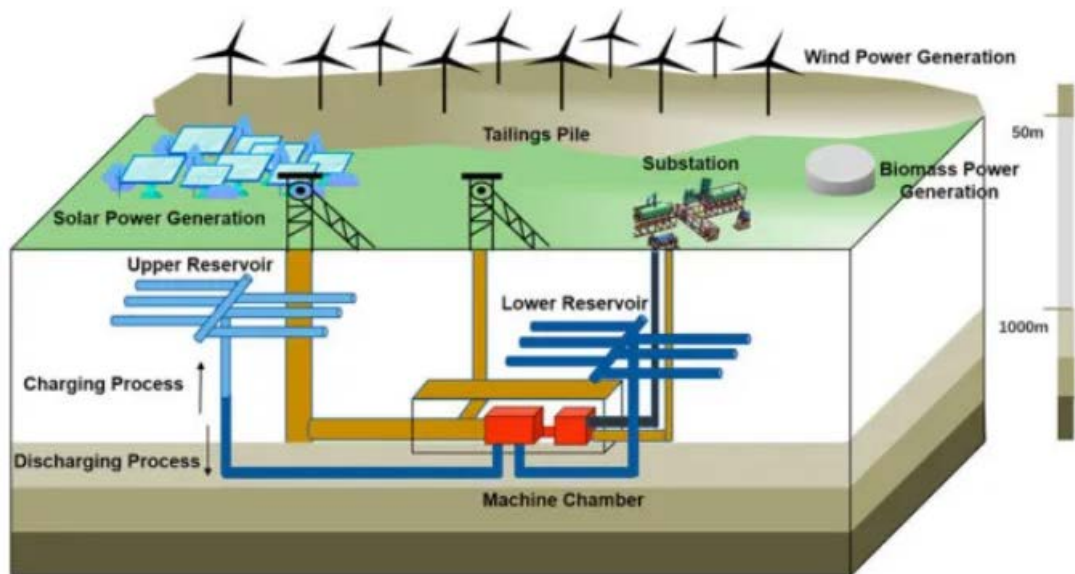
### **Подземные батареи**

Что если нет холмов? Тогда стоит поискать подходящие пустоты под землей – например, старые неиспользуемые шахты, – и превратить их в резервуар для воды. Расчеты ученых показывают, что эффективность таких хранилищ может быть даже выше, чем у традиционных ГАЭС.

Пока реализованных проектов такого типа в мире не существует, но их разработка ведется в ряде стран, где велась добыча полезных ископаемых – например, в Австралии, США и Финляндии.



*Схема работы гидроаккумулирующей электростанции*

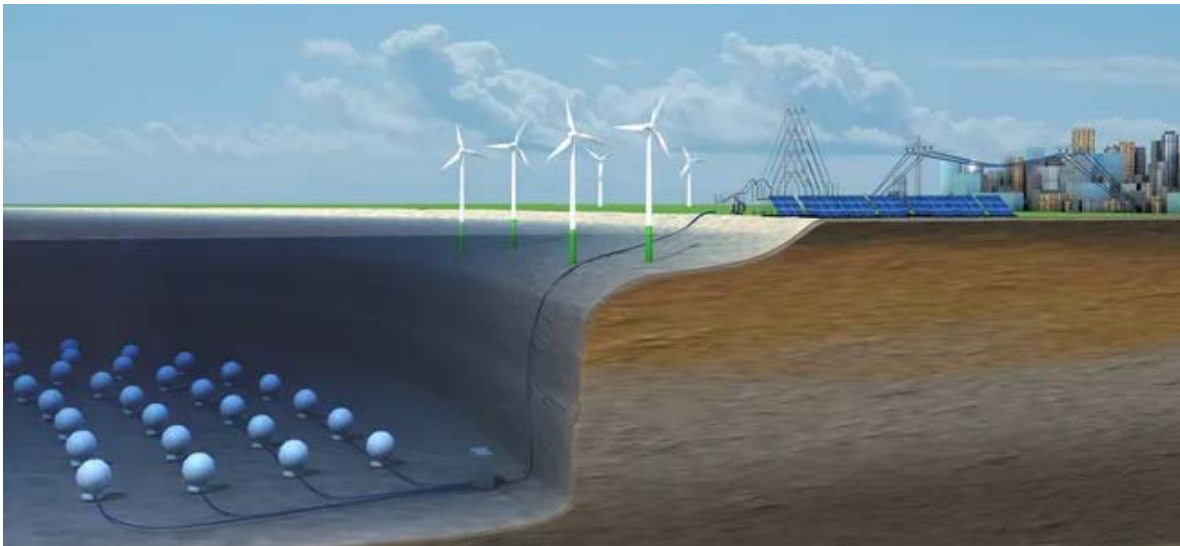


*Подземная ГАЭС: энергия ветряных турбин и солнечных панелей используется, чтобы закачать воду в верхние подземные резервуары (слева на рисунке)*

## Подводные хранилища

Хранить воду под водой?! Это не шутка. В 2017 году проект StEnSea (Storing Energy at Sea – «хранение энергии в море») успешно провел месячные испытания подводной ГАЭС. Искусственная сфера была опущена на океанское дно. Из нее выкачивали воду, используя избыток электричества. А когда электроэнергии не хватало, вода снова заливалась в сферу через гидротурбину, вырабатывая электричество.

Прелесть этой конструкции в том, что в небольшой сфере можно запасти огромное количество энергии, если опустить ее достаточно глубоко – ведь чем глубже, тем выше давление и напор воды. А кроме того, для их работы не нужно ни затоплять земли, ни рыть шахты.

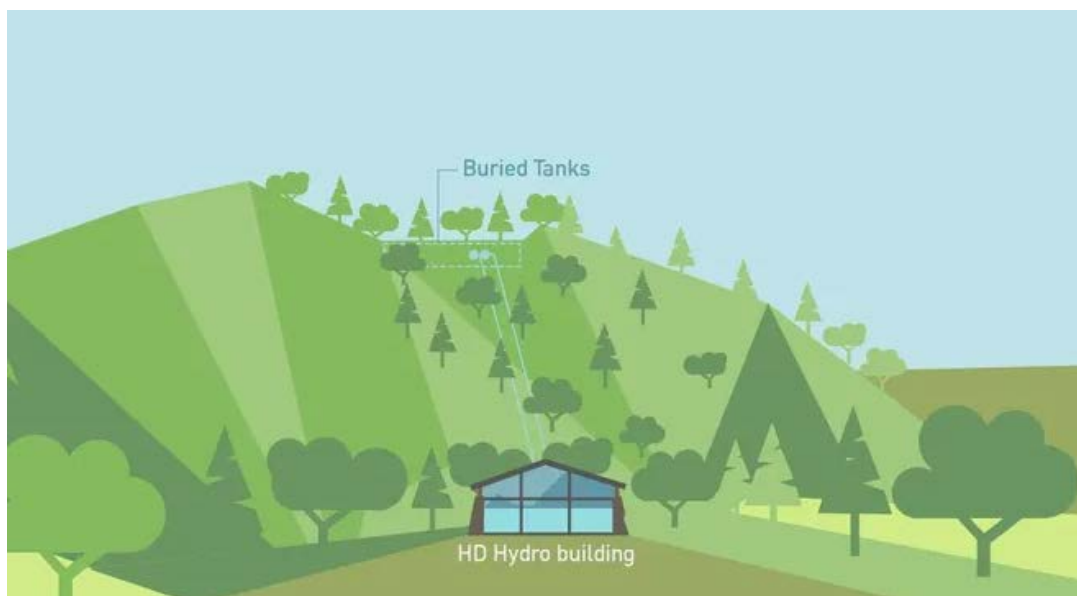


*Подводное хранилище StEnSea*

## ГАЭС без воды

Даже если обустроить резервуар на суше, его размеры можно существенно уменьшить путем увеличения плотности жидкости. Этим и занимается команда проекта RheEnergise: они разрабатывают гидроаккумулятор, который работал бы на суспензии частиц в воде, плотность которой в 2,5 раза выше, чем у простой воды.





*Гидроаккумулирующее хранилище высокой плотности*

### **Добавим электролиз**

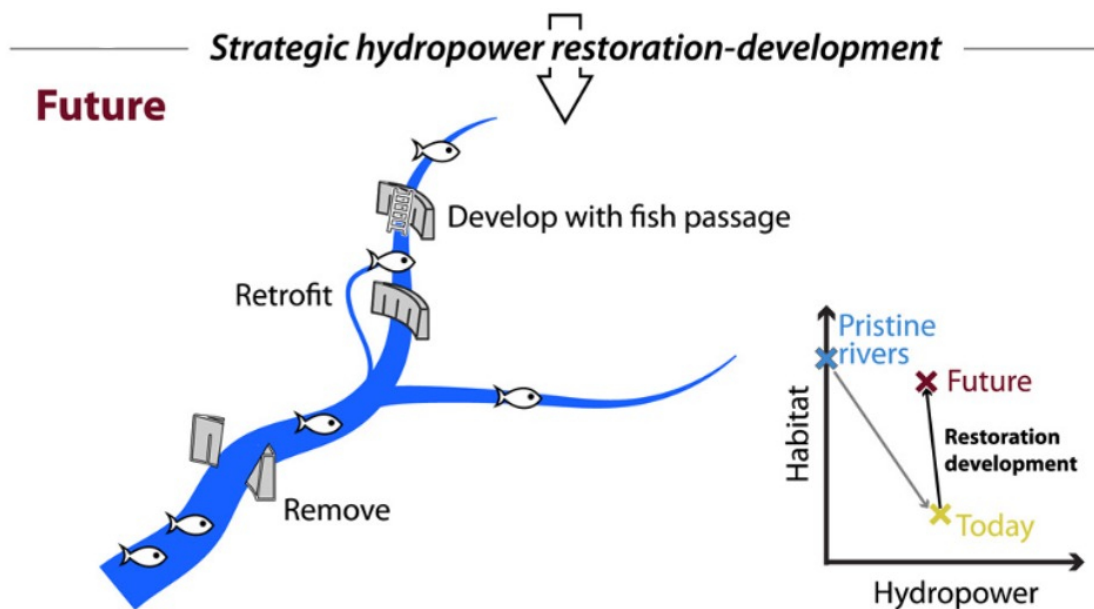
Можно ли сделать так, чтобы вода поднималась вверх сама собой? Оказывается, можно. Для этого надо поставить в нижнем озере не насосы, а электролизеры – устройства, разлагающие воду на водород и кислород. Легкий водород будет подниматься по трубам и храниться в баллонах. А когда нужна энергия, его сжигают в газовых генераторах, получая электричество. При этом образуется вода, которую – вы, конечно, догадались – спускают через гидротурбины, получая еще порцию электричества.

## **Модернизация плотин и удаление худших из них вернет среду обитания речным рыбам<sup>14</sup>**

Если разрушить 10 наиболее опасных для окружающей среды плотин в бассейне Нижнего Меконга, а оставшиеся оборудовать эффективными рыбоходами, то связность среды обитания речных рыб можно повысить

<sup>14</sup> Источник: <https://nplus1.ru/news/2024/07/08/hydropower-and-fish-habitat> Опубликовано 8.07.2024

с 54 до 87 %. Впрочем, такой сценарий приведет к падению суммарной выработки электроэнергии почти на четверть, говорится в исследовании, опубликованном в журнале *One Earth*.



*Valerio Barbarossa et al. / One Earth, 2024*

Развитие гидроэнергетики сопровождалось возведением плотин на крупных природных водотоках, что стало главной причиной падения численности пресноводных рыб во всем мире. Были изменены режимы речного стока и температуры, и, как следствие, нарушены миграционные маршруты рыб, ограничено их расселение и снижено биоразнообразие. Несмотря на эти проблемы, для стран с еще не полностью реализованным гидроэнергетическим потенциалом ГЭС остаются ключевым путем перехода на низкоуглеродную энергию.

Валерио Барбаросса из Лейденского университета вместе с коллегами исследовали возможности восстановления популяций рыб, пострадавших от использования каскада плотин на крупной ГЭС. Для этого они создали модель, которая позволила оценить влияние плотин на 710 видов речных рыб в бассейне Нижнего Меконга, и рассмотрели несколько сценариев модернизации и планирования гидроэнергетики в регионе. В качестве показателя, завязанного на воздействии плотин, авторы выбрали связность среды обитания — то есть возможность рыб свободно перемещаться между разными частями среды обитания для нереста и поиска пищи. Она измеряется в процентах и сейчас в Нижнем Меконге оценивается в 54 %.

Моделирование показало, что если бы при проектировании действующих плотин, которые обеспечивают электроэнергию мощностью 10,3 ги-

гаватта в год, была учтена потребность рыб в миграции, то связность среды обитания могла бы составлять 84 %. Согласно прогнозам ученых, сейчас развитие гидроэнергетики в Нижнем Меконге с учетом допущенных ошибок может пойти по трем путям. Первый не улучшит связность среды, но и практически не снизит ее, при этом выработка энергии увеличится до 17,7 гаватта. Чтобы реализовать такой сценарий, необходимо возвести несколько новых плотин, но при проектировании выбрать для них участки с учетом миграции рыб, а также быть готовыми адаптировать управление ГЭС под жизненный цикл рыбы и договариваться об этом с соседними государствами, использующими воды Нижнего Меконга для нужд гидроэнергетики.

Второй путь потенциально способен повысить связность среды до 59 % и сохранить выработку электроэнергии на прежнем уровне. Он подразумевает не только улучшенное проектирование и управление, но и модернизацию восьми наиболее проблемных плотин — замену на более эффективные, оснащение их рыбоходами и системами пропуска речных осадков (из-за работы ГЭС экосистемы ниже по течению недополучают важный для них ил). Третий путь может улучшить связность среды до еще более высокого уровня, чем тот, который был достижим при изначальном проектировании каскада плотин — до 87 %, однако выработка электроэнергии при его внедрении снизится почти на четверть (на 2,5 гаватта). Для этого придется не только улучшать управление и модернизировать плотины, но и разрушить 10 наиболее проблемных из них как в русле самого Меконга, так и на его притоках. Авторы отметили, что сочетание стратегического планирования и модернизации плотин может стать эффективным способом повысить устойчивость гидроэнергетики во всем мире.

Хотя гидроэнергетика относится к возобновляемой, она не может считаться безуглеродной. Многим ГЭС для работы нужны водохранилища — застойные водоемы, в которых гниет органика и происходят выбросы метана. Ученые подсчитали, что в будущем почти половину таких выбросов можно будет компенсировать, если на поверхности воды размещать плавучие фотоэлектростанции.

## **Климатические изменения угрожают разрушить тысячи американских плотин<sup>15</sup>**

Инцидент с плотиной Рапидан в Миннесоте в июне этого года привлек внимание к серьезной проблеме стареющей инфраструктуры плотин в США. Эта ситуация наглядно демонстрирует, как изменение климата усугубляет риски, связанные с экстремальными погодными явлениями.

Согласно анализу Inside Climate News, многие плотины в верхнем Среднем Западе находятся в аналогичном или даже худшем состоянии. Регион столкнулся с увеличением числа экстремальных погодных явлений, включая рекордные наводнения.

В США насчитывается около 92 000 плотин, многие из которых испытывают возрастающую нагрузку из-за климатических изменений. Пятая национальная оценка климата отмечает значительное увеличение годовых осадков в Среднем Западе, что повышает риск разрушения плотин. С 2018 года в регионе зафиксировано около 30 случаев разрушения или близких к разрушению ситуаций с плотинами.

Национальный реестр плотин классифицирует плотину Рапидан как объект со “значительным” потенциалом опасности и в “плохом” состоянии. Подобная классификация применима к тысячам плотин по всей стране, причем около 4100 плотин отмечены как находящиеся в плохом или неудовлетворительном состоянии.

Власти штатов и федеральное правительство подчеркивают необходимость решения проблемы уязвимости стареющих плотин. Многим из них более 60 лет, и накопление осадочных пород усугубляет риски. Ремонт, замена или демонтаж этих плотин становится насущной необходимостью для предотвращения потенциальных катастроф.

Несмотря на сложности, связанные с высокими затратами и экологическими проблемами, предпринимаются усилия по повышению безопасности плотин. Выделение значительных средств через Закон об инвестициях в инфраструктуру и рабочих местах подчеркивает стремление укрепить инфраструктуру плотин страны перед лицом растущих угроз изменения климата.

---

<sup>15</sup> Источник: <https://newsworldcars.com/news-59676836.html> Опубликовано 13.07.2024

## Системы хранения энергии

### Новый катализатор увеличивает производительность топливных элементов в три раза<sup>16</sup>

Топливные элементы привлекают к себе все больше внимания благодаря своей высокой производительности и экологичности. Особое место среди них занимают твердооксидные топливные элементы, обладающие наивысшим КПД и совместимые с разными типами топлива: водородом, биогазом, природным газом. Однако их производительность ограничивает недостаточно высокая скорость реакции на электродах. Группа ученых из Южной Кореи разработала процесс, который — всего за 4 минуты — существенно повышает производительность твердооксидных топливных элементов.

Общая эффективность твердооксидных топливных элементов определяется в основном кинетикой окислительно-восстановительной реакции (ОВР), происходящей на катоде. Скорость реакции на катоде ниже, чем на аноде, что ограничивает общую скорость реакции. В поисках решения этой проблемы ученые разрабатывают новые материалы для катодов с высокой активностью реакции восстановления кислорода, однако, обычно им не хватает химической стабильности, рассказывает Phys.org.

Команда химиков из Корейского института передовых технологий и Пусанского университета занялась изучением свойств композитного электродного материала LSM-YSZ, который широко используется в промышленности ввиду превосходной стабильности. В результате они разработали процесс нанесения на поверхность электрода нанослоя оксида празеодимия. Этот катализатор активно способствует ОВР. Нанесение слоя значительно повышает производительность твердооксидных топливных элементов.

Испытания показали, что твердооксидные топливные элементы с электродами, покрытыми новым материалом, проявляют при температуре

---

<sup>16</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/06/19/novii-katalizator-uvlichivaet-proizvoditelnost-toplivnih-elementov-v-tri-raza> Опубликовано 19.06.2024

650 градусов Цельсия рекордную для LSM-YSZ плотность энерговыделения — в три раза выше, чем электроды без оболочки.

Новый метод работает при комнатной температуре и атмосферном давлении, не требует сложного оборудования или химических процессов. При погружении композитного электрода в раствор с ионами празеодимия и при воздействии электрического тока возникают ионы гидрата окиси. Они реагируют с ионам празеодимия, формируя осадок, покрывающий электрод. После высыхания оболочка превращается в оксид, который остается стабильным и стимулирует ОВР в условиях высоких температур. Весь процесс занимает всего 4 минуты.

## **«Умное» углеродное волокно с функцией хранения энергии попробует заменить батареи<sup>17</sup>**

Стартап Sinonus разрабатывает «умное» углеродное волокно, способное выполнять функцию батареи. В Sinonus считают, что такой способ хранения энергии может революционизировать все — от электросамолетов до ветряных электростанций. Например, электромобили избавятся от тяжелой батареи, и им потребуется меньше энергии для движения, а лопасти ветряной турбины смогут накапливать энергию в периоды низкого спроса для ее распределения в часы пик. Но пока углеродно-электродные батареи тестировались только в устройствах с низким энергопотреблением.

Шведские инженеры уже давно занимаются разработкой композитных материалов с возможностью хранения электроэнергии. Впервые об этих исследованиях стало известно больше десяти лет назад, когда компания Volvo объявила о своем участии в совместном исследовательском проекте с рядом научных партнеров, включая Технологический университет Chalmers. Спустя несколько лет исследований ученые смогли определить конкретный тип углеродного волокна с оптимальным сочетанием электропроводности и структурной жесткости. В конечном итоге им удалось создать прототип «безмассовой» углеродной батареи.

---

<sup>17</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/06/19/umnoe-uglerodnoe-volokno-s-funkciei-hraneniya-energii-poprobuuet-zamenit-batarei> Опубликовано 19.06.2024

В 2022 году университет совместно с венчурной компанией Chalmers Ventures выделил этот проект в отдельную компанию — Sinonus. Стартап ставит перед собой цель разработки «многофункциональных» материалов, которые могут выполнять две или более функций, чтобы способствовать общей экономии ресурсов. В электромобиле, к примеру, система хранения энергии на основе углеродного волокна, вероятно, будет весить столько же или даже меньше, чем традиционные силовые элементы из стали и алюминия. При этом она будет обладать дополнительным преимуществом — запасать собственную энергию, избавляя от необходимости использовать большую и тяжелую батарею.

Компания Sinonus назначила Маркуса Зеттерстрёма новым генеральным директором. Его задача — коммерциализировать технологию углеродного волокна, способного выполнять функцию электродов. Sinonus пока не озвучивает точных сроков выхода на рынок первых коммерческих продуктов на основе этой разработки.

Sinonus заявляет, что уже доказала жизнеспособность концепции в лабораторных условиях, заменив батарейки AAA своими углеродно-электродными батареями в устройствах с низким энергопотреблением.

Однако для достижения масштабных целей компании потребуется значительно увеличить мощность, начиная с оборудования Интернета вещей и компьютеров, и постепенно переходя к энергоёмкой технике, такой как электромобили и самолёты.

Зеттерстрём признает, что зарядка углеродного волокна энергией, возможно, окажется не такой эффективной, как у традиционных аккумуляторов. Однако углеродное волокно обладает дополнительным преимуществом — прочностью и несущей способностью. Это позволяет добиться значительных улучшений на уровне всей системы. Sinonus пока не опубликовала показатель плотности энергии для своей концепции батареи, но прототип 2021 года имел ничтожную плотность 24 Втч/кг, что составляет лишь малую часть показателя современных литий-ионных аккумуляторов. Еще одним спорным вопросом является стоимость. Неизвестно, действительно ли замена дорогих батарей для электромобилей на специально сконструированное электропроводящее углеродное волокно будет дешевле.

Sinonus ссылается на предыдущее исследование Chalmers, которое показало, что батареи из углеродного волокна могут увеличить дальность хода электромобилей на 70%. Стартап также предполагает, что более низкая плотность энергии может стать положительным моментом, поскольку исключает использование опасных химических веществ и высокую концентрацию энергии, что в конечном итоге снижает риск катастрофических сбоев.

## Прорыв в разработке недорогих натриевых батарей<sup>18</sup>

Твердотельные натриевые батареи без анода были и прежде, но только химикам из США удалось успешно объединить все три качества в одном аккумуляторе. Они разработали стабильную архитектуру, выдерживающую несколько сотен циклов. Удалив анод и используя недорогой натрий вместо лития, они получили безопасный, высокоэффективный и доступный накопитель энергии.

Литий встречается в земной коре примерно в тысячу раз реже, чем натрий. Хуже того, его месторождения расположены крайне неравномерно: 75% добывают в «литиевом треугольнике» Чили, Аргентины и Боливии. Вдобавок, его добыча сопряжена со значительным промышленным загрязнением и затоплением больших территорий. Натрий же получают из морской воды или кальцинированной соды гораздо более щадящими для окружающей среды способами.

Для того чтобы сделать натриевую батарею конкурентоспособной, плотность ее энергии должна быть не хуже, чем у литий-ионной. Для этого исследователям из Калифорнийского университета в Сан-Диего пришлось разработать новую архитектуру натриевых батарей, сообщает Science Daily.

Обычно у аккумуляторов есть анод, накапливающий ионы в процессе зарядки и отдающие в ходе использования накопленную энергию. Батареи без анода хранят ионы в виде электрохимического осаждения на щелочном металле непосредственно на токосъемнике. Такой подход обеспечивает более высокое напряжение элемента питания, меньшую стоимость и повышенную плотность энергии. Однако у него есть и минусы.

«Любой безанодной батарее необходим хороший контакт между электролитом и токосъемником, — сказал Грейсон Дейшер, первый автор исследования. — С жидким электролитом в этом нет ничего сложного, поскольку жидкость проникает повсюду и контактирует с любой поверхностью. Твердый электролит так не умеет».

С другой стороны, жидкие электролиты становятся причиной постепенного возникновения пассивирующего слоя, который уменьшает производительность батареи. Поэтому вместо электролита, окружающего токосъемник, ученые использовали токосъемник из алюминиевого порошка, окружающий твердый электролит, как жидкость.

---

<sup>18</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/07/04/proriv-v-razrabotke-nedorogih-natrievih-batarei>  
Опубликовано 4.07.2024



Ученые запатентовали свою разработку и рассчитывают, что преимущества новой архитектуры окажутся достаточными для того, чтобы технологию заметили и взяли в производство.

## **Найдена альтернатива ванадию для проточных батарей<sup>19</sup>**

Надежный накопитель энергии должен удерживать заряд не менее восьми часов и отдавать его как можно быстрее при возникновении необходимости. В этой области ведущей технологией считается проточная редокс-батарея. Южнокорейские исследователи обнаружили альтернативу ванадию, важному компоненту проточных батарей. Оказывается, этот металл, который добывают из ванадиевых руд, можно легко заменить на более доступные молекулы углерода и кислорода.

Проточные редокс-батареи выгодно отличаются от литий-ионных гибкостью конфигурации: их легко модифицировать под изменяющиеся условия добавлением ячеек или электролита. Также у них больше срок службы, а их компоненты менее токсичны. Однако ванадий, который применяется в этих батареях, хоть и встречается в природе чаще, чем литий, тоже может быть труднодоступен для некоторых стран.

Для того чтобы проточные батареи не повторили судьбу литий-ионных и не стали слишком дорогими, ученые пытаются найти альтернативные замены ванадию, рассказывает ИЕ. И находят его в виологенах. Это органические соединения, в состав которых входят такие элементы, как углерод и кислород. Правда, предыдущие исследования по замене ванадия на виологены сталкивались с проблемой низкой растворимости соединения в электролите, которая ведет к сниженной плотности энергии и нестабильности процессов заряда и разряда.

Решением этой проблемы стало добавление функциональных групп сульфоната и сложного эфира, которые не только облегчили растворимость, но и помогли избавиться от другого недостатка виологенов: иногда два слоя виологенов комбинируются таким образом, что не могут удерживать заряд.

---

<sup>19</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/07/07/naidena-alternativa-vanadiyu-dlya-protocnih-batarei>  
Опубликовано 7.07.2024

жать заряд. Для предотвращения этой проблемы ученые добавили альфаметилловую функциональную группу.

В результате плотность энергии в проточной редокс-батарее возросла в два раза по сравнению с ванадиевой проточной батареей. После 200 циклов полной разрядки прототип показал 99,7% эффективности и 92,4% сохранения емкости, что указывает на улучшение производительности и стабильности аккумулятора.

Исследование ученых из Корейского института энергетики было опубликовано в журнале ACS Applied Materials and Interfaces.

## **Южнокорейская и американская компании будут печатать батареи для электромобилей<sup>20</sup>**

SK On, подразделение южнокорейской нефтегазовой компании SK Innovation, владеет двумя фабриками по производству аккумуляторов для электромобилей в США. Недавно она решила увеличить свое присутствие в южных штатах и приступила к строительству новых цехов в партнерстве с Ford Motor и Hyundai Motor Group. Четвертой стороной в соглашении о сотрудничестве стала американская компания Sakuu, разработавшая эффективную и недорогую технологию 3D-печати электродов.

---

<sup>20</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/07/10/yuzhnokoreiskaya-i-amerikanskaya-kompanii-budut-pechatat-batarei-dlya-elektromobilei> Опубликовано 10.07.2024



«Вместе с прорывной технологией Sakuu и высочайшим профессионализмом SK On в области производства батарей мы готовы преодолеть трудности, стоящие сегодня перед индустрией аккумуляторов», — говорится в заявлении компаний.

SK On собирается вместе с Sakuu разрабатывать и внедрять в производство новейшую платформу Kavian — технологию 3D-печати электродов для твердотельных батарей. Это гибкий и надежный метод, который легко интегрируется в существующие электрохимических техпроцессы производства анодов и катодов. И позволяет обойтись без токсичных веществ вроде N-метилпирролидона или политетрафторэтилена.

Платформа не занимает много места и может быть внедрена в производственную линию без существенных изменений и затрат. Кроме того, сам процесс позволяет снизить расходы и риск неисправностей.

Технология уже прошла испытания, пишет IE, компания Sakuu готовится вывести ее на рынок. С декабря 2022 года пилотная фабрика выпускает полностью функциональные и высокопроизводительные батареи различной формы и размеров.

## Инновационные решения в энергетике

### Как заставить смерч работать<sup>21</sup>

Учеными Снежинского физико-технического института НИЯУ МИФИ под руководством доктора физико-математических наук, профессора Сергея Петровича Баутина создана первая в мире адекватная газодинамическая теория восходящих закрученных потоков — таких, как смерчи, огненные вихри и тропические циклоны. Теория, как считают ученые, имеет прикладное значение, поскольку она обосновывает создание вихревой электростанции, которая будет производить электричество из кинетической энергии вращения Земли вокруг своей оси. А также созданная газодинамическая теория восходящих закрученных потоков предлагает конкретное воздействие на циклон, которое разрушит его еще в океане. При этом предлагаемое воздействие будет иметь разумные энергетические характеристики – не надо будет производить атомный взрыв.

Почему смерчи и циклоны крутятся? Почему бы теплomu воздуху не подниматься от земли строго вертикально? Профессор Сергей Петрович Баутин считает, что до сих пор никто в мире не дал научно обоснованного удовлетворительного ответа на этот вопрос. А созданная Сергеем Баутиным и учениками в Снежинском филиале МИФИ газодинамическая теория восходящих закрученных потоков газа впервые дает ответ на эту загадку.

Ответ очень короткий: крутятся потоки воздуха в земной атмосфере заставляет сила Кориолиса. Так, в честь французского ученого XIX века Гюстава Гаспара Кориолиса, называют силу инерции, действующую на частицы в атмосфере Земли в направлении, перпендикулярном их общему горизонтальному движению. На Земле, как известно, самое большое проявление силы Кориолиса — на полюсах. Но там холодно и восходящих тепловых потоков нет. А на экваторе, где сильнее всего греет Солнце, сила Кориолиса равна нулю. Вот где-то посередине между экватором и полюсами, там, где тепла еще много, а сила Кориолиса уже проявляет себя, и возникают природные восходящие закрученные тепловые потоки – циклоны. При этом, в северном полушарии сила Кориолиса природные вихри закручиваются против хода часовой стрелки, а в южном наоборот – смерчи и тропические циклоны закручиваются по ходу часовой стрелки.

---

<sup>21</sup> Источник: <https://ab-news.ru/kak-zastavit-smerch-rabotat/> Опубликовано 19.06.2024

Разумеется, Земля крутится сравнительно медленно, и сила Кориолиса не особенно велика. Но на больших масштабах, когда мы имеем дело с достаточно большим потоком воздуха над ровной поверхностью – скажем степью ли морем – то ее действия оказывается достаточным, чтобы сильно закрутить вихрь.

Именно незначительность силы Кориолиса во многом объясняет то, что до сих пор ученые, занимающиеся атмосферными вихрями, часто не обращали на нее внимание и просто отбрасывали в своих расчетах как незначительную. Но Сергей Баутин уверен: именно это забытое метеорологами слагаемое и содержит главную тайну атмосферных вихрей, включая торнадо и тайфуны. Построенная Сергеем Баутиным газодинамическая теория восходящих закрученных потоков основана на решениях системы уравнений газовой динамики – нелинейных дифференциальных уравнениях с частными производными. При этом рассмотрена и более усложненная модель, принимающая во внимание вязкость и теплопроводность воздуха.

Важным эмпирическим подтверждением своей теории Сергей Баутин считает данные о торнадо, собранные в течение 5 лет наблюдений американским метеорологом Яной Хаузер из Университета Огайо. Данные Хаузер подтвердили, что все смерчи возникают у поверхности Земли. Расчеты школы Баутина разоблачают некоторые мифы о смерчах.

Например, в википедии говорится, что смерч — это «атмосферный вихрь, возникающий в кучево-дождевом (грозовом) облаке и распространяющийся вниз, часто до самой поверхности земли, в виде облачного рукава или хобота диаметром в десятки и сотни метров». Однако, профессор Баутин объясняет, что все ровно наоборот: воздушные потоки всегда начинаются у нагретой поверхности земли и идут снизу-вверх. А впечатление, что облачный хобот спускается сверху-вниз возникает только из-за того, что водяной пар и пыль, образующие облако, хорошо видны, в то время как нижняя часть вихря может быть прозрачной и поэтому невидимой.

В Снежинском физико-техническом институте профессор Сергей Баутин создал собственную научную школу, участники которой занимаются различными проблемами газодинамики и, прежде всего, моделированием вихрей. И ученые уверены, что созданные ими модели могут иметь прикладное применение. В первую очередь Сергей Баутин утверждает, что знает, как разрушить тайфун с помощью взрывов. Атомный взрыв для этого не понадобится – достаточно взорвать примерно 50 зарядов суммарной мощностью около 4 килотонн на конкретной высоте вокруг «глаза циклона».

Сила взрыва остановит восходящее движение воздуха и циклон разрушится. И, как не парадоксально это звучит, именно из-за действия силы

Кориолиса. Мероприятие конечно масштабное, но и тропические циклоны чреватые большими разрушениями – например, ущерб от тайфуна «Лайон-рок», обрушившегося на Приморье в 2016 году, превысил 7 млрд рублей. К сожалению профессору Баутину С.П. не хватило «административного ресурса», чтобы убедить администрацию Приморского края обсудить вопрос об уничтожении тропических циклонов. Возможно, ректорату НИЯУ МИФИ такого ресурса хватит.

Во-вторых, Сергей Баутин со своими соавторами разработал концепцию вихревой электростанции. Мощный вентилятор создает восходящий воздушный поток, но когда поток начинает закручиваться из-за действия силы Кориолиса, то энергия крутящегося вихря оказывается гораздо больше, чем у создавшего ее вентилятора. И этот рукотворный смерч можно заставить крутить ветряк с горизонтально расположенными лопастями.

Расчеты школы Баутина до сих пор никем не опровергнуты, а его ученики вносят собственный вклад в развитие науки — так, недавно, выпускница аспирантуры Снежинского физико-технического института Ольга Опрышко защитила кандидатскую диссертацию на тему «Численное моделирование придонных частей торнадо и тропического циклона в стационарном случае».

## **Японские ученые приступили к производству электроэнергии из снега<sup>22</sup>**

Исследователи из японского города Аомори приступили к изучению методов получения электроэнергии из снега. Ученые считают, что это позволит увеличить устойчивое энергоснабжение и решить проблему нехватки электроэнергии.

Аомори – красивый японский город, расположенный в 715 км к северу от Токио. Помимо уникальных хвойных лесов, этот город известен тем, что является одним из самых заснеженных мест на Земле - каждый год здесь выпадает от 7 до 8 метров снега.

---

<sup>22</sup> Источник: <https://overclockers.ru/blog/amv212/show/83783/yaponskie-uchenye-pristupili-k-proizvodstvu-elektroenergii-iz-snega> Опубликовано 20.01.2023

В прошлом году снежный покров в городе был настолько велик, что местным властям пришлось потратить около 46 миллионов долларов (5,9 миллиарда йен) только на то, чтобы убрать его с крыш домов и дорог. А знаете ли вы, как японцы избавляются от такого огромного количества снега? Они собирают его и скидывают в море – причем весь.

Поначалу такой подход может показаться неплохим решением, однако он требует много времени, ресурсов и денег. Команда исследователей из расположенного в Аомори IT-стартапа Forte и Университета электросвязи (UEC, Токио) предложила интересное решение снежной проблемы.

Ученые предложили использовать лишний снег в Аомори для производства чистой и доступной электроэнергии. Да совершенно, верно, электричество из снега, и исследователи уже приступили к испытаниям этой технологии в бассейне заброшенной школы, о чем сообщает издание The Japan Times.

Исследователи также считают, что подобное решение может оказаться весьма эффективным инструментом для многих европейских стран, которые в настоящее время сталкиваются с энергетическим кризисом на фоне российско-украинского военного конфликта. В большинстве европейских стран нет недостатка в снеге, и они могли бы использовать его для производства чистой энергии.

В прошлом месяце компания Forte Co. и университет University of Electro-Communications запустили совместный проект в городе Аомори по выработке электрической энергии из снега. Цель проекта - обеспечить возобновляемый источник недорогой энергии для решения проблемы потенциального дефицита электроснабжения. Journal Interesting Engineerin | Kyodo News Plus.

### **Как из снега можно получить электричество?**

В ходе своего исследования японские ученые будут "воздействовать большим количеством снега и атмосферного воздуха на турбину", генерирующую электричество. Очевидно, что наружный (атмосферный) воздух имеет более высокую температуру, чем воздух, окружающий снег, поскольку он получает некоторое количество тепла от солнца.

С помощью тепловых трубок холодный воздух (из складированного снега) и теплый воздух (с улицы) будут поступать в охлаждающую жидкость внутри турбины. Разница температур между холодным и теплым воздухом приведет к возникновению конвекционного течения в теплоносителе турбины. Этот ток в конечном итоге заставит турбину вращаться и вырабатывать электроэнергию.

Авторы утверждают, что новая технология производства электроэнергии из снега может достичь такой же эффективности, как и солнечные электростанции, и, возможно, будет гораздо более рентабельной. При этом производительность этой системы напрямую зависит от фактора разницы температур. "Чем больше разница температур, тем выше эффективность выработки электроэнергии", - рассказывает Nikkei Asia один из авторов исследования, профессор UEC Кодзи Эноки.

Интересно, но это не первый случай, когда ученые пытаются сгенерировать электричество из снега. Например, в 2019 году группа специалистов из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (UCLA) разработала устройство, способное вырабатывать электрическую энергию из падающего снега.

Правда, такое устройство могло питать только небольшие приборы. В прошлом было предпринято еще несколько подобных попыток. Однако ни одно из них не стало масштабируемым решением для получения электроэнергии из снега, подобное тому, что предложили японские инженеры.

В рамках совместного проекта местный IT-стартап Forte Co. и Университет электрокоммуникаций в Токио намерены привести в действие турбину с помощью энергии, получаемой, при охлаждении жидкости из снега, а затем испаряемой под воздействием тепла окружающего воздуха. Journal Interesting Engineerin | Kyodo News Plus.

### **Проблемы и трудности производства электроэнергии из снега**

В отличие от любого другого метода производства возобновляемой энергии, метод получения электричества из снега также сталкивается с определенными проблемами. Например, чтобы сделать этот процесс масштабируемым, потребуются огромные снегохранилища. Кроме того, компаниям, эксплуатирующим снегоэнергетические станции, будет непросто обеспечить непрерывную подачу горячего воздуха в заснеженных регионах.

Чтобы проверить целесообразность новой методики, ученые намерены продолжить эксперимент до марта. Одновременно авторы проекта планируют изучить возможности использования для своей системы воздуха из горячих источников, а также преодолеть некоторые другие технические ограничения.

Будем надеяться, что испытания пройдут успешно, и данная технология получения электричества из снега произведет новую революцию в области возобновляемых источников энергии в холодных регионах нашей планеты.



## **Установка способна автономно вырабатывать 30 кг водорода в год с площади 100 м<sup>2</sup><sup>23</sup>**

Водород давно прочат в качестве замены ископаемому топливу, вот только добывать его традиционным электролизом не слишком рентабельно: нужно электричество и дорогое оборудование. Альтернативой может стать использование для расщепления молекул воды солнечной энергии. Специалисты из Германии разработали модульное фотокатолитическое решение, позволяющее автономно и эффективно вырабатывать водород. Модуль поддерживает простое масштабирование — со 100 м<sup>2</sup> модулей можно получить 30 кг водорода в год, что обеспечит среднему легковому автомобилю пробег 15-20 тыс. км.

В основе разработки ученых из Института им. Фраунгофера — tandemные фотоэлектрохимические ячейки, собранные в модули. Они напоминают солнечные панели, но с одним важным отличием: все выработанное электричество расходуется на процесс электролиза, который происходит в том же модуле, рассказывает сайт Института.

Для изготовления tandemного модуля инженеры покрыли стандартные стеклянные модули с обеих сторон полупроводниковый материал. Этот материал поглощает короткие волны света, а длинные проходят насквозь и поглощаются с обратной стороны. С этой же стороны, или со стороны катода вырабатывается водород, с противоположной — кислород.

Опытным путем исследователи подобрали полупроводниковый материал оптимального качества, который нанесли методом осаждения из газобразной фазы. Толщина пластины увеличилась всего на несколько нанометров. Фотогальванический элемент, привязанный к модулю, обеспечивает дополнительное напряжение, которое усиливает реакцию электролиза.

В результате получился реактор с активной площадью поверхности 50 см<sup>2</sup>. Комплекс таких модулей общей площадью 100 м<sup>2</sup> под европейским солнцем может вырабатывать более 30 кг водорода в год. Легковому автомобилю этого водорода должно хватить на 15-20 тысяч км.

«С точки зрения размеров tandemного элемента, мы ограничены тем фактом, что модуль расщепляет воду напрямую, но электричеству также необходимо для этого пройти от одной стороны модуля к другой. Если

---

<sup>23</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/07/05/ustanovka-sposobna-avtonomno-virabativat-30-kg-vodoroda-v-god-s-ploshadi-100-m2> Опубликовано 5.07.2024

увеличить площадь модуля, растущее электрическое сопротивление станет оказывать на систему неблагоприятное воздействие, — отметил Арно Гёрне, руководитель исследовательской команды. — Так что в нынешних условиях, существующий формат оптимален. Он стабильный, надежный и существенно больше, чем любое аналогичное решение».

## **Первый инвертированный перовскитовый фотоэлемент показал эффективность 25,7%<sup>24</sup>**

Китайские ученые создали первый инвертированный перовскитовый фотоэлемент из высокоэнтропийных гибридных перовскитовых материалов, обладающих уникальной структурой. Такой подход обещает существенно улучшить температурную стабильность и структурную надежность солнечной батареи, не снижая ее эффективности, поднять напряжение разомкнутой цепи и улучшить коэффициент заполнения. В ходе первых тестов экспериментальный фотоэлемент сохранил свыше 98% от первоначальной эффективности после 1000 часов непрерывной работы.

По словам разработчиков из Чжэцзянского университета, структура нового материала характерна неупорядоченными фрагментами органических молекул, индуцирующими увеличение энтропии. От других перовскитовых материалов, которые применяются в фотоэлементах, его отличает многосоставная однофазная структура, которая проявляет более высокую устойчивость фазы при высоких температурах.

Команда исследователей собрала перовскитовый фотоэлемент из пленки высокоэнтропийного гибридного перовскитового материала, состоящего из слоев упорядоченных неорганических структур и неупорядоченных органических прослоек. Кроме того, пленка обладает выдающимися характеристиками водостойкости и теплостойкости, сообщает PV Magazine.

Что касается архитектуры элемента, то он собран из подложки оксида индия-олова, слоя переноса электронов из оксида олова, перовскитового

---

<sup>24</sup> Источник: <https://hightech.plus/2024/07/08/pervii-invertirovannii-perovskitovii-fotoelement-pokazal-effektivnost-257> Опубликовано 8.07.2024

поглотителя, слоя переноса дырок из Spiro-OMeTAD и контактов из серебра.

При обычном освещении элемент показывает эффективность преобразования 25,7%, обойдя по КПД контрольный фотоэлемент (23,2%). Напряжение разомкнутой цепи достигло 1,17 В, тогда как плотность тока короткого замыкания и коэффициент заполнения составили 25,8 мА/см<sup>2</sup> и 85,2%, соответственно. После 1000 часов непрерывной работы экспериментальный фотоэлемент сохранил свыше 98% от первоначальной эффективности.

«Учитывая богатую химию фрагментов органических молекул, мы надеемся, что это открытие покажет новые возможности изменения свойств перовскитов и других родственных материалов», — сказал автор исследования, Сюэ Цзинцзин.



Составитель и верстка: Беглов И.Ф.

Подготовлено к печати  
в Научно-информационном центре МКВК

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

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