

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Инновации в энергетике: мировой опыт

Часть 7

Ташкент 2025

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

Подготовлено и издано при финансовой поддержке проекта «Региональные механизмы для 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

Возобновляемая энергетика.....	5
Перовскит, TOPCon, морские турбины: как изменится «зеленая» энергетика в 2025 году.....	5
Могут ли аномальные погодные условия остановить ветряные электростанции?	9
Новая турбина с магнитной левитацией обеспечит бесплатное электричество	15
Новая технология может обеспечить 20 лет бесплатной энергии	16
Ветряные турбины можно улучшить с помощью обычной краски: какую пользу это принесет.....	18
Энергия будет стоить дешевле: найден новый способ улучшить ветряные турбины	20
В США решили снести множество ветряных турбин: как они вредили местным жителям.....	21
Замена солнечным панелям и ветрякам: необычные устройства для генерации чистой энергии	22
Созданы фотоэлементы с рекордным напряжением разомкнутой цепи.....	26
Перовскитовый tandemный фотоэлемент на фосфоновой кислоте показал эффективность выше 30%.....	27
Солнечные панели научили «танцевать с ветром», чтобы оптимизировать выработку энергии	29
Самые необычные солнечные панели: окна-бойлеры, ковры, багажники и другие изобретения	31
Традиционная энергетика	37
Южная Азия открывает новую эру сотрудничества: трехстороннее соглашение по гидроэнергии	37

Рогунская ГЭС открывает дорогу к поддержке мегаплотин по всему миру	40
Китай построит в Тибете самую большую ГЭС в мире.....	45
Системы хранения энергии.....	47
Разработан прорывной электролит для твердотельных батарей	47
Найден прорывной материал для натрий-ионных аккумуляторов	48
Инновационная мембрана сделает проточный аккумулятор дешевле.....	49
Вместо литий-ионных батарей: представлен новый аккумулятор на основе соленой воды.....	50
Нефтяные резервуары станут батареями для «зеленой» энергии.....	51
Первый самозаряжающийся суперконденсатор использует солнечную энергию с эффективностью 63%	52
Инновационные решения в энергетике.....	54
Зачем немцам гигантские бетонные шары на морском дне? Необычные подводные аккумуляторы проходят испытания у побережья Калифорнии	54
В Китае началось строительство крупнейшего хранилища энергии на сжатом воздухе	57
Замена солнечным панелям и ветрякам: топ-5 необычных и странных технологий.....	59
В Южной Корее скрестили солнечные панели и суперконденсаторы — они подходят для мощных потребителей.....	64

Возобновляемая энергетика

Перовскит, TOPCon, морские турбины: как изменится «зеленая» энергетика в 2025 году¹

Чего ждать в 2025 году

Аналитики Международного энергетического агентства (IEA) прогнозируют, что в 2025 году более трети электроэнергии в мире будет вырабатываться за счет возобновляемых источников энергии, хотя сейчас уровень распространения электростанций ниже целевых показателей, установленных на Конференции ООН по изменению климата. По их подсчетам, к 2025 году впервые в истории на Азию будет приходиться половина мирового потребления электроэнергии, а треть от общего количества будет потреблять Китай.

Консалтинговая компания Deloitte в своем недавнем отчете добавляет, что спрос на «зеленую» энергию превышает предложение, поэтому в мире строят новые электростанции, стремясь снизить дефицит ресурсов. В 2025 году между производителями начнется гонка, в которой важную роль сыграет низкая стоимость и модульность.

Анализ шведской инжиниринговой компании AFRY показал, что Китай добивается значительных успехов в освоении возобновляемых источников энергии. В 2025 году в стране установят оборудование для ее добычи на уровне, значительно превышающем 250 ГВт, хотя темпы несколько снизятся по сравнению с предыдущими годами. С 2020 по 2023 год рост внедрения возобновляемых источников в Китае вырос на 60%: с ~530 ГВт до ~860 ГВт.

Согласно отчету «Energy Outlook 2025», подготовленному исследовательской фирмой Economist Intelligence Unit, производство энергии за счет возобновляемых источников достигнет рекордного уровня. По всему

¹ Источник: <https://focus.ua/digital/685739-trendy-zelenoy-energetiki-v-2025-godu-neobychnye-tehnologii> Опубликовано 27.12.2024

миру появятся солнечные и ветровые установки с общей генерацией более 250 ГВт, притом значительную их часть запустят в Китае.

В Европе же спрос на энергию в 2025 году должен остаться почти на том же уровне, а к 2026 году может даже снизиться. Причинами эксперты называют экономический спад и амбициозными мерами по увеличению доли возобновляемых источников, введенными в результате энергетического кризиса 2022 года. «Чистая» генерация теперь нужна не только ради экологии, но и для укрепления энергетической безопасности. Это касается, в том числе, и Украины.

Солнечная энергетика в 2025 году

Фотоэлектрические технологии продолжают развиваться и предлагают большую эффективность при все более низких затратах. В 2025 году стоит ожидать прорывов в области эффективности и новых дизайнов солнечных панелей, в том числе:

- двусторонние солнечные панели: улавливают солнечный свет с обеих сторон для повышения эффективности.
- перовскитные солнечные элементы: обеспечивают более высокую эффективность при более низкой стоимости, чем традиционные панели на основе кремния.
- прозрачные солнечные панели: их можно встраивать в окна и фасады зданий, превращая в электростанции целые здания.

Новые солнечные элементы

Модули на основе перовскита считаются одним из самых перспективных отраслей, поскольку они потенциально могут достигнуть более 30% эффективности преобразования солнечной энергии в электричество, что является значительным улучшением по сравнению с традиционными панелями на основе кремния. Но еще больше перспектив у тандемных панелей, объединяющих в себе кремниевый и перовскитный слои, которые улавливают разные части солнечного света. Недавно южнокорейская компания Qcells представила тандемный элемент с рекордной эффективностью — 28,6%. Вероятно, в 2025 году эта технология начнет активнее развиваться и внедряться по всему миру.

Стоит также обратить внимание на технологию TOPCon (Tunnel Oxide Passivated Contact), которая предусматривает особую архитектуру энергетической ячейки. На кремниевую поверхность наносится слой окси-

да кремния толщиной несколько нанометров, который пассивирует ее, то есть не пропускает определенные заряды от соединительных контактов и предотвращает потерю производительности в задней части элемента.

Как пишет The Nation, технология TOPCon будет лидировать ближайшие пять лет или более, обеспечивая высокую эффективность выработки энергии (пока на уровне 25,9%) и долгий срок службы. Она также выделяется самыми низкими производственными затратами на гигавайт и самыми низкими инвестициями в оборудование в сочетании с постоянным повышением эффективности. Например, эффективность ячейки на 1% выше и прирост выходной мощности 30 Вт+.

Накопители солнечной энергии

В следующем году большую роль должны сыграть системы хранения солнечной энергии. По прогнозам BloombergNEF, с 2023 по 2030 год мировой рынок хранения энергии может с годовым приростом в 21% до 137 ГВт/442 ГВт-ч. Это расширение обусловлено достижениями в технологии аккумуляторов, включая переход от батарей на основе литий-никелевого марганцево-кобальтового оксида (NMC) к литий-железо-фосфатным (LFP), которые обеспечивают более высокую эффективность и низкие затраты.

Технология батарей LFP будет особенно полезна для систем управления батареями (BMS), работающих при поддержке искусственного интеллекта и машинного обучения. Они могут значительно повысить эффективность и срок службы аккумуляторов за счет оптимизации циклов заряда и разряда, а также вовремя предупреждать о необходимости обслуживания.

Нестандартные панели

Инженеры в последнее время много экспериментируют с форматами солнечных модулей, чтобы их можно было устанавливать в самых разных местах. Уже представлены гибкие, складные, прозрачные панели, и это наверняка не предел. В 2025 году стоит ожидать новых открытий, которые позволят добывать еще больше солнечной энергии.

Гибкие солнечные панели, изготовленные из тонкопленочных или фотоэлектрических материалов, очень легкие и универсальны, их применение охватывает крыши, транспортные средства и носимые технологии. Прозрачные фотоэлектрические модули в недалеком будущем могут заме-

нить стекла в окнах, а недавно представленная технология позволяет еще и греть воду.



Гибкая солнечная панель

Испанская компания по производству возобновляемой энергии Iberdrola объявила о проекте солнечной электростанции Fernando Pessoa мощностью 1200 МВт в Португалии, которая будет введена в эксплуатацию в 2025 году. Строительство этого проекта обеспечит чистую, дешевую и произведенную на месте энергию, достаточную для удовлетворения годовых потребностей около 430 000 домохозяйств, что почти вдвое превышает численность населения города Порту.

Ветряные турбины в 2025 году

IEA прогнозирует, что в 2025 году генерация ветряных электростанций может превзойти атомные. Ожидается, что мировой рынок ветроэнергетики продолжит свой устойчивый рост благодаря повышению спроса на возобновляемые источники энергии и поддержку со стороны государств. Возможно, будет установлен новый рекорд по установке новых ветроэнергетических станций по всему миру, как наземных, так и морских. Последняя отрасль стремительно развивается.

В 2025 году планируют запустить несколько крупномасштабных проектов для добычи энергии с помощью ветра в море. Dogger Bank Wind Farm — крупная морская ветряная электростанция, строится у побережья Йоркшира в Англии, а первая очередь будет введена в эксплуатацию в

2025 году. На этом этапе станция будет производить достаточно энергии для обеспечения электроэнергией примерно 6 миллионов домов в Великобритании. Она может стать крупнейшей в мире.

Германия строит в Северном море ветряную электростанцию He Dreiht Offshore Wind Farm общей мощностью 960 МВт. Ожидается, что она начнет вырабатывать электроэнергию в 2025 году и обеспечит энергией около 1,1 миллиона домохозяйств.

Всемирный совет по ветровой энергетике отмечает, что по состоянию на 2023 год на долю Китая приходится 64% всех доходов от ветрогенерации в рамках глобальной цепочки поставок ветроэнергии — от добычи до транспортировки и установки, а к 2025 году, как ожидается, количество станций увеличится на 58%.

Могут ли аномальные погодные условия остановить ветряные электростанции?²

Когда речь заходит о ветряных электростанциях, у большинства возникает ассоциация с бесконечными рядами огромных турбин, которые вертятся где-то в чистом поле или на побережье. Все просто: ветер дует — лопасти крутятся, электричество генерируется. Но так ли уж это просто на самом деле? Есть ли для ветряных турбин своя «нелетная погода»? Оказывается, есть.

Как работают ветряные турбины и что им мешает?

Чтобы разобраться, когда ветряки могут испытывать проблемы, полезно знать принцип их работы. Ветряные турбины функционируют на базе довольно простой механики: лопасти на роторе вращаются от ветра. Затем ротор приводит в действие генератор, который и превращает механическую энергию в электричество, отправляемое далее в электросеть.

² Источник: <https://www.ixbt.com/live/offtopic/mogut-li-anomalnye-pogodnye-usloviya-ostanovit-vetryanye-elektrostantsii.html> Опубликовано 25.11.2024

Но проблема в том, что для эффективной работы турбины необходим определенный диапазон скоростей ветра. Это не просто «чем сильнее ветер, тем лучше». Слишком слабый или слишком сильный ветер может стать серьезным препятствием для работы ветряных электростанций.

- Слишком слабый ветер — проблема. Если ветер дует со скоростью ниже 3 м/с, турбина просто не запустится. Для этого требуется минимальная энергия, чтобы преодолеть инерцию лопастей. Такие дни не редкость, особенно в летний сезон или в условиях затяжной антициклонной погоды, когда воздушные массы становятся стабильными, и ветер ослабевает. В такие моменты турбины остаются в состоянии покоя, и никакой генерации энергии не происходит.
- Слишком сильный ветер тоже враг ветряков. Когда скорость ветра превышает примерно 25 м/с (что соответствует сильному шторму), турбины автоматически отключаются. Это связано с необходимостью защитить оборудование от возможных повреждений. При слишком сильных нагрузках на лопасти существует риск механических поломок, а также перегрузки генератора. Таким образом, турбины оснащены системами безопасности, которые просто останавливают их при опасных условиях. Остановка турбин в таких случаях — это не отказ, а продуманная мера предосторожности. Ведь ремонт обойдется дороже, чем временное прекращение работы.
- Пороги запуска и остановки. Важно понимать, что ветряные электростанции разработаны с учетом так называемых «порогов запуска» и «порогов останова». Порог запуска — это та минимальная скорость ветра, при которой турбина начинает крутиться и производить электричество. Порог останова — это скорость, при которой система автоматически останавливает турбину для предотвращения аварийных ситуаций. Эти пороги регулируются с учетом типа турбины и климатических особенностей региона, где она установлена.
- Турбулентность и нестабильность ветра. Помимо скорости, важным фактором является стабильность ветра. Слишком частая смена направления создает турбулентность, что негативно сказывается на работе турбины. Система ориентации турбины (yaw system) должна постоянно настраивать ротор в направлении ветра, чтобы максимизировать производительность. Но если направление ветра меняется слишком часто, турбина тратит больше энергии на настройку, чем на генерацию, что снижает общую эффективность. Это особенно актуально в горных или холмистых районах, где воздушные потоки часто отклоняются.

Таким образом, для эффективной работы ветряных турбин важно не только наличие ветра, но и его стабильные характеристики. Слишком сла-

бый ветер не дает энергии, слишком сильный разрушает оборудование, а нестабильный — мешает поддерживать оптимальную работу. Именно в этих случаях можно говорить о «нелетной погоде» для ветряков — тех условиях, при которых они либо не могут работать, либо работают неэффективно.

Нестабильность ветра — непредсказуемая сторона «зеленой» энергии

Еще одна важная деталь — нестабильность. Ветер меняется не только по силе, но и по направлению.

- Ветряные электростанции оснащены системой ориентации, которая автоматически настраивает турбину в нужное положение, но иногда частые изменения направления делают этот процесс неэффективным. Системы ориентации, конечно, продвинутые, но они тоже имеют свои ограничения. Частое изменение направления ветра приводит к постоянным перенацеливаниям, что в конечном итоге снижает общую производительность. В этом случае турбина тратит значительное количество энергии на то, чтобы подстроиться под изменяющиеся условия, и фактически это становится «бегом на месте» — вроде бы есть движение, но результат минимальный.
- Также стоит отметить, что подобная нестабильность затрудняет планирование и предсказание выработки энергии. В отличие от традиционных источников, где подача энергии может быть четко рассчитана и отрегулирована, ветер является крайне непредсказуемым элементом. В случае внезапного штиля вся генерация может сойти на нет в считанные минуты, что ставит под удар стабильность всей энергосистемы. В результате приходится задействовать резервные мощности, чтобы компенсировать недостаток, что создает дополнительную нагрузку на традиционные источники энергии.

Энергосистемы, в которых доля ветровой энергии высока, должны быть более гибкими и готовыми к постоянным изменениям. Здесь важны современные системы прогнозирования ветра и технологии накопления энергии, которые могут сглаживать колебания. Однако, даже самые передовые решения не могут полностью устранить фактор случайности, связанный с ветром. В этом и заключается главный вызов для ветроэнергетики — необходимость не просто генерировать энергию, но и делать это стабильно, с минимальными перерывами.

Зависимость от климата и сезонности

Климат и сезонность тоже влияют на выработку. Осень и весна обычно считаются самыми продуктивными периодами для ветряных электростанций: перепады температур создают благоприятные условия для формирования ветров. А вот зимой, особенно в тихие морозные дни, можно столкнуться с так называемым «штилем» — полным отсутствием ветра. В такие моменты ветряки просто стоят, и их эффективность равна нулю.

Существует еще и проблема обледенения. При низких температурах лопасти турбин могут покрываться льдом, что снижает их аэродинамические свойства и, следовательно, производительность. Иногда приходится даже приостанавливать работу турбин, чтобы избежать повреждений.

Сложности в эксплуатации и поддержании стабильности сети

Не стоит забывать и про так называемую «интеграцию в сеть». Ветряная энергия непостоянна, а электросеть требует стабильности. Основная задача сетевой инфраструктуры — поддержание сбалансированного энергопотока. Это значит, что каждый раз, когда ветряная генерация падает из-за изменения скорости ветра, традиционные источники энергии должны немедленно восполнить этот пробел. Проблема в том, что включение и выключение традиционных станций — процесс медленный и не всегда эффективный.

- Система энергоснабжения должна уметь реагировать на колебания буквально в режиме реального времени. Для этого используются так называемые пиковые электростанции, которые могут запускаться и останавливаться относительно быстро. Однако их эксплуатация стоит дорого, а из-за частого запуска увеличивается износ оборудования, что приводит к дополнительным расходам на ремонт и поддержание. Таким образом, интеграция ветряной энергии в общую сеть требует как технических, так и финансовых вложений.
- Также важно помнить, что для передачи электричества от ветряных электростанций к центральной сети требуются специальные системы управления и балансировки. Эти системы отвечают за регулировку объемов подаваемой энергии и предотвращение перегрузок. Например, при резком усилении ветра и соответственно увеличении генерации, может произойти скачок напряжения, который негативно повлияет на стабильность сети и безопасность работы оборудования. Для предотвращения таких ситуаций используются системы накопления энергии, способные временно хранить излишки мощности.

- Также значительную роль играют технологии накопления энергии, такие как аккумуляторные станции или гидроаккумулирующие электростанции. Эти технологии позволяют «сглаживать» пики и провалы в выработке энергии, накапливая излишки во время ветреных периодов и выдавая их в сеть в периоды штиля. Однако на сегодняшний день подобные накопители имеют свои ограничения в емкости и стоимости, что делает их применение масштабным вызовом.
- Важным элементом в поддержании стабильности также являются системы прогнозирования ветра. Чем точнее можно предсказать, как будет меняться скорость и направление ветра в ближайшие часы и дни, тем более подготовленной будет энергосистема. Это позволяет заранее запланировать подключение резервных мощностей или накопителей и минимизировать риски отключений.

Почему ветроэнергетика по-прежнему важна?

Несмотря на все эти ограничения, ветроэнергетика остается одним из самых перспективных источников возобновляемой энергии.

- Во-первых, технологии не стоят на месте. Уже разрабатываются системы, которые могут лучше предсказывать изменения ветра и даже адаптировать работу турбин к изменяющимся условиям. Современные системы прогнозирования ветра используют алгоритмы машинного обучения и собирают данные с множества датчиков, что позволяет более точно прогнозировать поведение воздушных потоков. Это помогает операторам оптимально планировать генерацию энергии и минимизировать риски перебоев.
- Во-вторых, создаются мощные аккумуляторы, которые смогут хранить излишки энергии, когда ветер дует особенно сильно, и отдавать ее в периоды штиля. На сегодняшний день на рынке появляются все более эффективные и емкие аккумуляторные системы, такие как литий-ионные батареи и новейшие разработки на основе других материалов, например, натрий-ионные. Их основная задача — обеспечить стабильность сети, снижая зависимость от капризов природы. Внедрение подобных накопителей энергии — шаг к более надежной и предсказуемой работе ветряных электростанций.
- Кроме того, стоит помнить, что, несмотря на свои недостатки, ветер — это бесплатный ресурс. Ветряные электростанции не нуждаются в топливе, их выбросы равны нулю. Это значит, что они не загрязняют окружающую среду, не требуют постоянного снабжения углем, газом или нефтью, и таким образом значительно сокращают углеродный след. В условиях, когда мир стремится к снижению выбросов

парниковых газов и переходу на более чистые источники энергии, этот аргумент становится ключевым в пользу развития ветроэнергетики.

- Не стоит забывать и об экономической стороне вопроса. С развитием технологий стоимость производства и установки ветряных турбин снижается. Постепенное удешевление оборудования и установка на более выгодных с точки зрения ветра локациях делают ветроэнергетику конкурентоспособной по сравнению с традиционными источниками. Помимо этого, стимулирующие меры со стороны государства, субсидии и «зеленые тарифы» помогают ускорить развитие этого сектора.

Таким образом, актуальность ветроэнергетики определяется не только экологическими аспектами, но и экономической выгодой в долгосрочной перспективе. Хотя ветряные электростанции сталкиваются с множеством вызовов, сочетание новых технологий, снижения издержек и экологической необходимости делает их важным и перспективным элементом мировой энергосистемы.

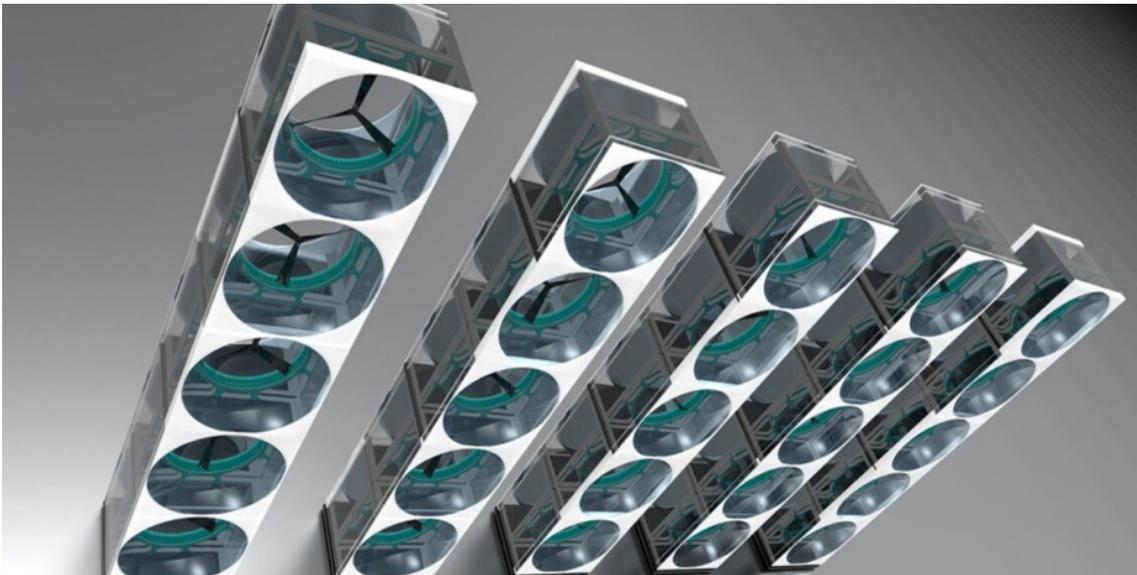
Заключение

Итак, есть ли для ветряных электростанций «нелетная погода»? Определенно, да. Слишком сильный ветер, слабый ветер, обледенение — все это препятствия, с которыми приходится сталкиваться. Но это не значит, что ветроэнергетика не имеет права на существование. Скорее, это показывает, что ставить все на одну карту — наивно. Возобновляемая энергетика — это мозаика, и ветер — лишь один из ее фрагментов. Не идеальный, но крайне важный. И, как ни крути, мир без ветряков уже представить сложно.

Новая турбина с магнитной левитацией обеспечит бесплатное электричество³

Турбина Eolic Cell Wall использует магнитную подвеску для минимизации контактной поверхности, что значительно улучшает ее производительность.

Устройство Eolic Cell Wall располагает системой магнитной левитации для генерирования энергии ветра. Эта концепция технологии ветряных турбин предлагает новый подход к использованию электроэнергии в домохозяйствах, пишет ecoticias.com.



Eolic Wall разработана командой под руководством Альфредо Калле, которая внедряет энергию ветра в городскую и жилую среду. Прикрепленная к стене, эта турбина использует магнитную подвеску для минимизации контактной поверхности, что значительно улучшает ее производительность. Она не требует громоздких установок, которые используются для обычных турбин.

В отличие от ветряков, которым требуются большие площади, Eolic Wall может быть интегрирована в городскую среду. Технология основана на магнитной левитации. Обычно ветряные турбины теряют энергию из-за механического трения различных компонентов. Так вот система магнитной

³ Источник: <https://focus.ua/digital/684160-turbina-s-magnitnoy-levitaciey-obespechit-besplatnoe-elektrichestvo> Опубликовано 17.12.2024

левитации уменьшает это трение и, таким образом, улучшает производительность. С таким ветряком домохозяйства получают менее массивное, менее шумное и более эффективное решение для генерирования ветровой энергии, подходящее для городских и пригородных жилых домов.

Кроме того, механизм без трения увеличивает срок службы турбины и снижает расходы на техническое обслуживание. Домовладельцы получают преимущество в виде долговечной системы подачи энергии, которая эффективна на протяжении всего срока службы. Эта надежность делает Eolic Wall инновацией и долгосрочной инвестицией в возобновляемый источник энергии.

Использование магнитной левитации также повышает безопасность и совместимость с окружающей средой. В отличие от обычных турбин, которые шумят и могут мешать фауне региона, Eolic Wall бесшумен и незначительно инвазивный. Эти особенности делают его идеальным для домашнего использования.

Новая технология может обеспечить 20 лет бесплатной энергии⁴

Ветряк SZYARA 12000W способен работать при минимальной скорости ветра 1,3 м/с; максимальная скорость ветра составляет до 40 м/с, что дает возможность использовать его в крайне неблагоприятных и экстремальных погодных условиях

Инновационное решение для использования энергии ветра теперь представлено в виде вертикальных ветряных турбин SZYARA 12000W. Это современное устройство превращает дома в энергоэффективные пространства, пишет ecoticias.com.

Вертикальная ветряная турбина SZYARA 12000W имеет срок службы до 20 лет, что делает ее долгосрочным решением для любого домовладения. Она оснащена запатентованным генератором переменного тока с постоянными магнитами, объединяющим статор с уменьшенным крутящим моментом и повышенной эффективностью, чтобы гарантировать мак-

⁴ Источник: <https://focus.ua/digital/682240-vetryanaya-turbina-szyara-12000w-obespechit-20-let-besplatnoy-energii> Опубликовано 5.12.2024

симальную выработку с минимальными потерями энергии. Кроме того, контроллер заряда МРРТ оптимизирует преобразование энергии для эффективности при изменениях скорости ветра, тем самым увеличивая эффективность устройства. Использование этой технологии с солнечной панелью поможет создать гибридную систему, которая максимально генерирует зеленую энергию.

Ветряк способен работать при минимальной скорости ветра 1,3 м/с; при этом максимальная скорость ветра составляет до 40 м/с, что дает возможность использовать его в крайне неблагоприятных и экстремальных погодных условиях.

Он имеет три лопасти, изготовленные из высококачественного стекловолокна. Это дает малый вес и высокую прочность, что гарантирует производительность на протяжении двух десятилетий. Применять устройство можно как в городской среде, так и в сельской местности.



Ветряная турбина SZYARA 12000W

SZYARA 12000W Turbine имеет низкий уровень шума, минималистичный дизайн, который позволяет расположить ее на приусадебном участке, на крыше дома и пр. Корпус ветряка устойчив к коррозии и может выдерживать ветер без значительных повреждений. Установить турбину можно самостоятельно — без помощи профессионалов. На высоте 7-12 метров можно добиться оптимального захвата ветра в конкретных условиях, пишет СМИ. Она проста и в обслуживании.

«Домовладельцы могут легко настроить турбину, поскольку она поддерживает 12 В, 24 В, 48 В и 220 В. Это обеспечивает максимальную

гибкость при подключении к различным типам систем», — говорится в материале.

Ветряные турбины можно улучшить с помощью обычной краски: какую пользу это принесет⁵

Хотя ветряные турбины считаются экологически чистым источником энергии, они также наносят ущерб природе, который можно легко уменьшить.

Эксперимент на ветряной электростанции Смела в Норвегии показал, что окрашивание лопастей в контрастный цвет значительно сокращает смертность среди диких птиц из-за столкновений с ветряными турбинами. Об этом пишет портал The Diary 24.



В рамках эксперимента две трети одной лопасти турбин окрашивали в черный цвет. В результате наблюдалось 70% снижение смертности среди всех видов пернатых в районе четырех окрашенных турбин по сравнению с контрольными неокрашенными турбинами.

⁵ Источник: <https://focus.ua/digital/685173-vetryanye-turbiny-mogut-stat-bezopasnee-issledovanie>
Опубликовано 23.12.2024

По данным портала, одной из целей эксперимента была защита орланов-белохвостов, которые находятся под угрозой вымирания. В районе окрашенных лопастей не было зафиксировано ни одного случая гибели этих птиц.

Похожие испытания проводятся в Дании, США, Нидерландах и Южной Африке. К примеру, в южноафриканском варианте на ветряной электростанции Umoya Energy будут установлены четыре турбины, каждая лопасть которых окрашена в две широкие красные полосы, а 16 турбин вокруг них будут выступать в качестве контрольных для исследования. Результаты будут опубликованы через несколько лет.

Ранее, в 2020 году, были опубликованы результаты исследования гибели птиц из-за турбин, проведенного BirdLife South Africa, которое показало, что с 2014 по 2018 год на 20 ветровых электростанциях по всей стране погибло около 800 птиц. Многие из убитых или пострадавших птиц включали виды, находящиеся под охраной, такие как черные луни и капские грифы.

«Большинство мер, доступных для минимизации столкновений с турбинами, являются дорогостоящими и редко бывают полностью эффективными. Наш многолетний опыт мониторинга воздействия ветряных электростанций на птиц показывает, что ни одна мера не сможет полностью исключить смертельные случаи в каждой ситуации», — говорится в отчете.

В издании подчеркнули, что нанесение узоров или полос на лопасти ветряных турбин – это относительно небольшая мера предосторожности, однако она приносит пользу популяциям птиц в районах вокруг ветроэлектростанций.

Энергия будет стоить дешевле: найден новый способ улучшить ветряные турбины⁶

Исследователи выяснили, как правильно сократить расход материалов на строительство турбин, чтобы сделать «зеленую» электроэнергию дешевле.

Исследовательский институт EPRI Europe в сотрудничестве с DTU Wind and Energy Systems, ETH Zurich, EDF, IFPEN, Университетом Бергена и DNV реализовал четырехлетний проект HIPERWIND, который показал, что использование меньшего количества материалов при строительстве морских ветряных турбин может снизить стоимость вырабатываемой энергии на 9%. Об этом пишет портал ReNews.

Как отмечают в издании, морские ветряные турбины работают в более суровых условиях, чем их аналоги на земле, из-за чего требуют более надежных и дорогих конструкций. Это часто является причиной увеличения затрат, а соответственно и стоимости электроэнергии.

В рамках HIPERWIND исследователи изучили способы измерения и определения различных непостоянных факторов, таких как условия окружающей среды, нагрузки и надежность ветряной турбины. Это помогло определить, как правильно сократить расход материалов и снизить затраты на электроэнергию.

По данным участников проекта, использование меньшего количества материалов при строительстве турбины может снизить первоначальные затраты, которые составляют около 30% от общей стоимости энергии. Это может сделать энергию, вырабатываемую морскими турбинами, на 9% дешевле. Дополнительная экономия также может достигнута за счет планирования технического обслуживания в периоды низких цен на электроэнергию.

«Главным достижением HIPERWIND является интеграция неопределенностей в процесс проектирования», — сказал Николай Димитров, руководитель проекта из DTU Wind.

В проекте использовался реальный пример морской ветряной электростанции Тиссайд в Англии, принадлежащей EDF. Группа экспертов оценила, могут ли полученные знания снизить затраты в случае реконструкции ветряной электростанции. Дальнейшие исследования будут сосредоточены на развитии этих новых методологий в производстве.

⁶ Источник: <https://focus.ua/digital/684280-nayden-sposob-sdelat-vetroenergetiku-deshevle-issledovanie> Опубликовано 17.12.2024

В США решили снести множество ветряных турбин: как они вредили местным жителям⁷

По словам жителей региона Кахуку на Гавайях, огромные ветряные турбины вызывали у них головные боли, нарушение сна и приступы.

В штате Гавайи (США) планируют вывести из эксплуатации многие ветровые турбины после внедрения новых правил касательно строительства подобных объектов. Эти правила были приняты в ответ на жалобы местных жителей, пишет портал Honolulu Civil Beat.



Как отмечают в издании, протесты против установки турбин начались еще в 2019 году, когда партия ветряных турбин высотой 173 метра отправилась в Кахуку. Люди выступали против размещения турбин рядом с домами и школой. В конечном итоге полиция арестовала более сотни протестующих, которые блокировали дорогу, и турбины были запущены.

После установки турбин многие жители Кахуку продолжили протесты, жалуясь на головные боли, нарушение сна и приступы. Протестующие заявляли, что их благополучие страдает от близости турбин, и что их

⁷ Источник: <https://focus.ua/digital/684792-v-ssha-snesut-vetryanye-turbiny-v-chem-prichina> Опубликовано 20.12.2024

раздражает мерцание теней, вызванное заходящим солнцем, светящим сквозь вращающиеся лопасти.

Кроме того, местные жители дали показания в городском совете, выразив обеспокоенность тем, что механические неисправности турбин могут поставить под угрозу близлежащие дома и начальную школу, которая находится примерно в 580 метрах.

В ответ на эти жалобы городской совет Гонолулу утвердил новые правила, требующие, чтобы турбины располагались на расстоянии не менее 2 километров — или в 10 раз больше их высоты. Да этого отступ мог быть равным высоте турбины.

По данным издания, новые правила означают, что многие турбины могут быть демонтированы по окончании их текущих контрактов на электроэнергию. Первую партию планируют вывести из эксплуатации в 2031 году, а остальные турбины, скорее всего, будут остановлены к 2040 году. По мнению экспертов, это решение может заставить застройщиков более осторожно относиться к инвестициям в возобновляемую энергетику.

Замена солнечным панелям и ветрякам: необычные устройства для генерации чистой энергии⁸

Инженеры не перестают удивлять своими находками и изобретениями в сфере зеленой энергетики. В этом материале Фокус расскажет о трех устройствах, которые могут стать альтернативной ветряным турбинам с лопастями, а также солнечным панелям.

Турбина с крыльями Tyer Wind

Ветряк Tyer Wind оснащен двумя лопастями, которые колеблются и имитируют движение крыльев парящей птицы колибри. Траектория, по

⁸ Источник: <https://focus.ua/digital/680416-vetryanye-turbiny-kotorye-zamenyat-solnechnye-paneli-video> Опубликовано 25.11.2024

которой они движутся, имеет форму восьмерки. Примечательно еще и то, что устройство довольно компактно, а это значит, что его можно применять в городских условиях, пишет newatlas.com.



Ветрогенератор Tuer Wind был разработан инженерами компании Saphon Energy, они вдохновились способностью колибри зависать на месте в течение длительного периода времени. Конструкция устройства позволяет преобразовывать линейное движение во вращательное.

Изготовленные из углеродного волокна, два вертикальных осевых крыла ветряка имеют длину 1,6 м при общей площади охвата 3,56 м. Этот относительно компактный размер меньше, чем площадь охвата типичных трехлопастных горизонтально-осевых ветряных турбин, предназначенных для бытового использования. Номинальная выходная мощность турбины Tuer в 1 кВт также меньше.

Данный ветряк производит меньше шума по сравнению с обычными ветряными турбинами, более безопасен для перелетных птиц, менее визуально бросается в глаза и позволяет устанавливать более высокую плотность турбин в конфигурации ветряной электростанции. Компания планирует создать крупномасштабную версию турбины для использования как на наземных, так и на морских ветряных электростанциях.

Ветряк-парус Saphonian

Компания Saphon Energy создала безопасную ветровую турбину, которая была вдохновлена парусами корабля. Она преобразовывает кинетическую энергию ветра в электричество с эффективностью вдвое выше и вдвое ниже, чем у обычной ветровой турбины. Устройство Saphonian реализует запатентованную систему под названием «Технология нулевых лезвий» для использования энергии ветра, сообщает allsustainable-solutions.com.

Ветер улавливается в возвратно-поступательном движении, пока не преобразуется в механическую энергию с помощью поршней. Затем поршни создают гидравлическое давление, которое может быть мгновенно преобразовано в электричество с помощью гидравлического двигателя и генератора или сохранено в аккумуляторе.



Экономия на производстве достигается за счет возможности отказаться от лопастей, ступицы и редуктора, необходимых в традиционной ветряной турбине. Безлопастной ветрогенератор Saphonian получил международный патент.

Ветряные турбины-столбики Vortex

Турбины без лопастей от Vortex — Nano, Tасoma, Grand — работают за счет вибрации. Vortex Nano высотой около 85 см генерирует мощность 3 Вт и совместима с солнечными панелями. Vortex Tасoma генерирует 100 Вт мощности, что делает его более подходящим для домашнего и фермерского использования. Еще более мощная версия, Vortex Grand, вырабатывает почти 1 кВт электроэнергии, что свидетельствует о масштабируемости этой технологии, передает ecoticias.com.

Устройства были разработаны компанией Vortex Bladeless, которая занимается инновациями в области альтернативной ветроэнергетики и предлагает рынку вихревых безлопастных ветрогенераторов. Метод их работы таков: воздух раскручивается благодаря цилиндрической мачте, которая колеблется — это и приводит к выработке механической чистой энергии. Затем механическая энергия превращается в электрическую при помощи электромагнитной индукции.



Безлопастные ветряные турбины наносят меньший ущерб окружающей среде, требуют меньших затрат и могут работать в нескольких различных средах, тем самым улучшая существующие системы возобновляемой энергии и способствуя более экологичному развитию планеты. С такими новыми разработками перспективы ветроэнергетики как сектора являются обнадеживающими и революционными.

Созданы фотоэлементы с рекордным напряжением разомкнутой цепи⁹

Арсенид галлия и другие соединения элементов III и V групп периодической системы — одни из самых распространенных материалов для изготовления фотоэлементов. Однако их высокая стоимость производства ограничивали до сих пор их применение спутниками и дронами. Миниатюрные фотоэлементы, созданные для технологии концентрированной фотовольтаики, обещают сократить применение элементов III–V групп, снизив тем самым расходы. Но для этого нужны более качественные методы производства. Один из них — плазменное травление — показали канадские ученые.

Элементы III–V групп периодической таблицы имеют ключевое значение для производства полупроводников с изменяемой энергетической щелью, что позволяет солнечным элементам увеличить диапазон поглощения, от ультрафиолетового до среднего инфракрасного. Несколько слоев этих элементов позволяют добиться повышенной эффективности по сравнению с кремниевыми фотоэлементами. Однако, эти материалы приблизительно в 100 дороже, чем кремниевые технологии.

Снизить расходы можно за счет использования линз для концентрации солнечного света. Из-за повышения напряжения требуется меньше материалов III–V групп. Однако снижение цены на кремний делает технологию концентрированной фотовольтаики менее конкурентноспособной, пишет PV Magazine.

Другой многообещающий подход — миниатюрные фотоэлементы меньше миллиметра для концентрированной фотовольтаики. Они обеспечивают улучшенное управление тепловым режимом и сокращают потери энергии. Однако меньший размер приводит к появлению большего количества дефектов, которые снижают напряжение.

Команда ученых из Университета Шербрук применила плазменное травление для создания фотоэлементов различных форм и размеров: квадратные, круглые, треугольные и даже в виде кленового листа, от 12,25 мм² до 0,01 мм². Для лучшего понимания потерь напряжения подэлементы различных размеров анализировали индивидуально. Результаты показали, что

⁹ Источник: <https://hightech.plus/2024/12/22/sozdani-fotoelementi-s-rekordnim-napryazheniem-razomknutoi-cepj> Опубликовано 22.12.2024

верхний элемент более всего страдает от контурной рекомбинации, так что для снижения потери напряжения приоритетна пассивация верхнего элемента.

На основании своих исследований ученые создали фотоэлемент с наивысшим напряжением разомкнутой цепи — 2,39 В — для фосфида индия-галлия и арсенида индия-галлия. Его площадь — 0,25 мм², а показатель эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую составил 30,61%. Самое маленькое устройство — 0,01 мм² — продемонстрировало эффективность 21,4%.

«Эти элементы были изготовлены не ради их производительности, но для демонстрации возможностей плазменного травления», — пояснили исследователи.

Перовскитовый тандемный фотоэлемент на фосфоновой кислоте показал эффективность выше 30%¹⁰

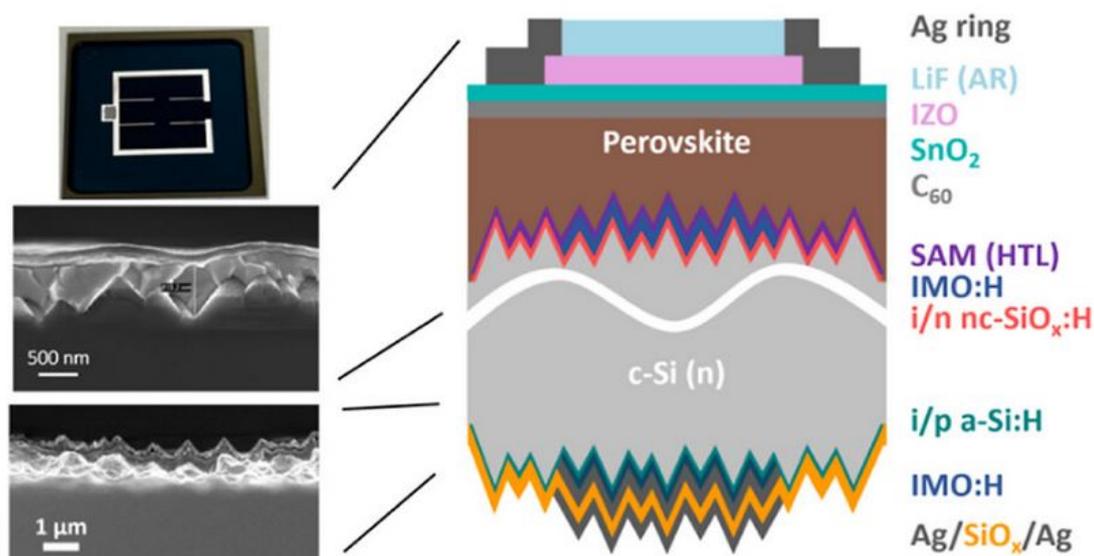
Швейцарские ученые разработали тандемные фотоэлементы на основе верхнего перовскитового слоя и нижнего элемента с гетеропереходом и двухсторонней поверхностью, покрытой микротекстурами. Такая конструкция позволяет обойти проблемы, возникающие обычно при использовании фосфоновой кислоты, и добиться высоких уровней эффективности.

Идея двухстороннего текстурированного нижнего элемента — ключевой компонент в архитектуре современных прорывных устройств, цитирует издание PV Magazine слова исследователей из Высшей технической школы Лозанны. Эту технологию используют специалисты Научно-технического университета им. короля Абдаллы (KAUST), добившиеся эффективности преобразования 33,7%, и компании Longi, разработавшие рекордный фотоэлемент — 34,6% — с нижним слоем из CZ-кремния.

Швейцарская команда изготовила элемент с гетеропереходом методом селективного травления пирамид, при котором их высота меняется

¹⁰ Источник: <https://hightech.plus/2024/12/26/perovskitovii-tandemni-fotoelement-na-fosfonovoi-kislote-pokazal-effektivnost-vishe-30> Опубликовано 26.12.2024

под воздействием щелочи без потерь тока. Для достижения тандемным фотоэлементом высокой производительности толщина перовскитового поглощающего слоя должна быть больше, чем высота текстуры поверхности. Поскольку толщина качественного перовскитового поглотителя обычно составляет 600-800 нм, высота пирамидок должна быть соответственной.



Верхний элемент состоит из слоя переноса дырок с самособирающимся монослоем на основе фосфоновой кислоты, перовскитового поглотителя, слоя транспорта электронов из оксида олова и фуллерена, прозрачного контакта из оксида индия-цинка и металлического контакта из серебра. Нижний изготовлен из двух кремниевых слоев.

Тесты при стандартном освещении показали, что тандемный фотоэлемент достигает эффективности преобразования 30,22%, напряжение разомкнутой цепи составляет 1,954 В, плотность тока короткого замыкания 18,92 мА/см², фактор заполнения 81,74%.

Результаты испытаний демонстрируют высокий потенциал текстурированных нижних элементов из CZ-кремния для тандемных фотоэлементов с перовскитовым верхним слоем. Кроме того, ученые нашли простой и применимый метод обхода проблем образования пленки при сохранении высокой скорости извлечения заряда и хороших пассивационных характеристик.

Солнечные панели научили «танцевать с ветром», чтобы оптимизировать выработку энергии¹¹

Исследователи из Центра формирования материалов при Университете PSL во Франции объединили искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение с вычислительной гидродинамикой, чтобы помочь защитить солнечные панели от экстремальных ветров. Об этом пишет Interesting Engineering.

Технология призвана помочь свести к минимуму простои возобновляемых источников энергии в условиях участвовавших экстремальных погодных явлений.

В борьбе с изменением климата фотоэлектрические или солнечные панели являются важным инструментом. Способные превращать обильный солнечный свет в электричество, эти панели могут помочь производить большие объемы чистой энергии и снизить нашу зависимость от ископаемого топлива.

США сейчас активно развивает альтернативные источники энергии, но пока существенно отстают от Китая. Летом в районе Синьцзян запустили самую крупную в мире солнечную станцию мощностью 3,5 ГВт и площадью 133,33 квадратных километра. Она способна производить около 6,09 млрд кВт*ч электроэнергии в год.

Страны по всему миру инвестируют в солнечные электростанции, чтобы достичь своих целей по нулевому уровню выбросов, что делает солнечную энергетику самым быстрорастущим сектором в энергетической отрасли. Однако с потеплением планеты есть больше неблагоприятных погодных явлений, и надежность этого возобновляемого источника энергии является серьезным риском.

Ветры одновременно и хороши, и плохи для солнечных электростанций. Когда они дуют медленно, они помогают удалять пыль и грязь с поверхности солнечных панелей. Это позволяет панели получать солнечный свет по всей площади поверхности и максимизировать производство энергии.

Кроме того, ветры также служат охлаждающими агентами для солнечных панелей. Во время работы фотоэлектрические панели имеют тенденцию накапливать внутри себя тепло. Это снижает их эффективность

¹¹ Источник: <https://focus.ua/digital/684385-solnechnye-paneli-nauchili-tancevat-s-vetrom-zachem>
Опубликовано 18.12.2024

производства энергии. Ветры помогают уменьшить накопление тепла внутри ячейки и обеспечивают эффективную работу панелей.

Для создания крупногабаритных солнечных электростанций фотоэлектрические панели устанавливаются на больших участках земли. Но это также позволяет ветрам дуть беспрепятственно, а когда скорость ветра увеличивается, тонкие панели становятся крайне уязвимыми для повреждений.

При нарушении работы солнечных электростанций из-за сильных ветров на восстановление после структурных повреждений могут уйти недели, что также нарушит подачу электроэнергии.

Чтобы минимизировать ущерб солнечным панелям от сильных ветров, исследователи работали над такими параметрами, как дорожный просвет, углы наклона и расстояние между рядами. Даже отслеживающие крепления, разработанные для максимизации производства электроэнергии путем следования за солнечным путем, были перепрофилированы для минимизации ущерба в ветреную погоду.

Солнечная электростанция может заставить свои панели занять безопасное положение, оставаясь параллельными земле, когда ветер становится сильным. Однако этого недостаточно, когда дуют сильные ветры.

Чтобы решить эту проблему, исследовательская группа под руководством Эли Хашема, профессора Университета PSL и руководителя исследовательской группы по вычислениям и жидкостям, обратилась к машинному обучению и искусственному интеллекту, чтобы создать более интеллектуальные панели, которые могли бы самостоятельно принимать решения для минимизации ущерба.

Исследователи использовали машинное обучение для моделирования ветровых условий и оптимизации углов солнечных панелей против сильного ветра. Используя имеющиеся данные, алгоритм разрабатывает креативные решения для снижения стресса.

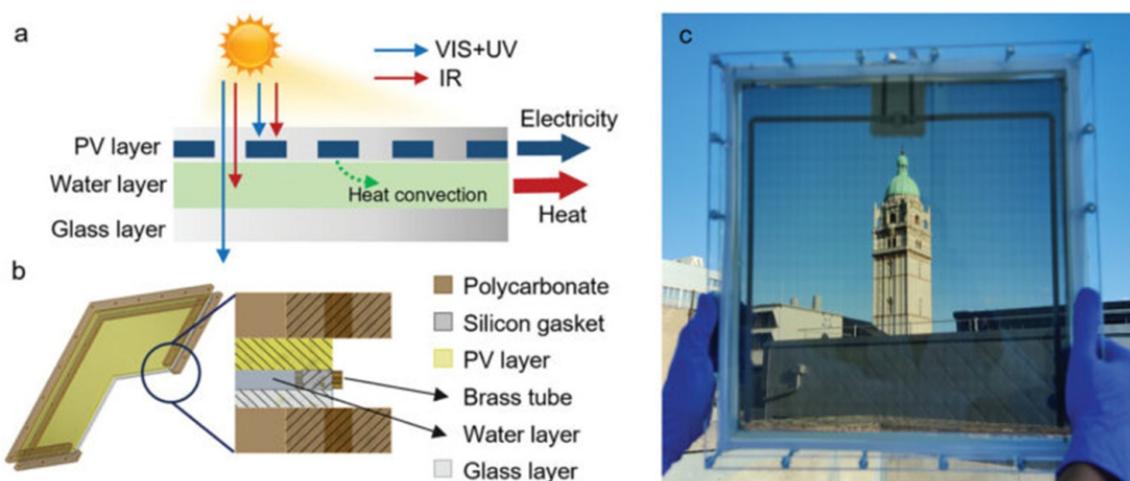
Однако вместо того, чтобы давать указания панели о действиях, которые необходимо предпринять, алгоритм машинного обучения позволяет ей стать лицом, принимающим решения, и обнаружил, что он превосходит текущие меры безопасности.

Самые необычные солнечные панели: окна-бойлеры, ковры, багажники и другие изобретения¹²

Ученые постоянно экспериментируют с солнечной энергией. Сегодня она может питать дома, автомобили, нагревать воду и даже добывать топливо.

В представлении большинства людей солнечные панели — это огромные и тяжелые пластины, которые устанавливаются на крышах, фасадах или полях. Но наука не стоит на месте, и Фокус расскажет о необычных модулях и способах их применения.

Солнечное окно = энергия + горячая вода



Недавно команда ученых из Великобритании и Германии сделала необычное окно, в котором между двумя стеклами зажат тонкий слой воды. При этом в одно из стекол встроили микрополоски из кремния, которые преобразовывают часть солнечного света в электроэнергию. Остаток излучения проходит дальше и нагревает жидкость, она подается через встроенную латунную трубку. Получается бойлер, который работает только днем, зато бесплатно.

Во время летних испытаний в Лондоне, когда температура воздуха достигала 34 градусов, фотоэлементы показали эффективность преобразо-

¹² Источник: <https://focus.ua/digital/684566-solnechnye-paneli-dlya-doma-i-avto-pyat-novyh-neobychnyh-resheniy> Опубликовано 19.12.2024

вания энергии около 3,6%, при этом вода нагрелась до 50 градусов. Таких показателей удалось достичь, установив окно под углом около 30% к Солнцу.

По подсчетам ученых, окно площадью 1,2 квадратных метра при правильной установке и наличии бака может полностью обеспечить электричеством и горячей водой семью из двух взрослых и двух детей, проживающих в трехкомнатном таунхаусе. Окно и само может служить резервуаром для воды, но тогда его площадь должна составить 2,8 квадратных метра. Большое преимущество таких модулей в том, что они не требуют много места на крыше, как обычные солнечные панели, при желании, можно заменить ими одно или каждое окно в доме, хотя под углом 90 или 60 градусов эффективность заметно снижается.

Солнечная панель — ковер



*Гибкая солнечная панель из халькопирита
производства PXP Corporation*

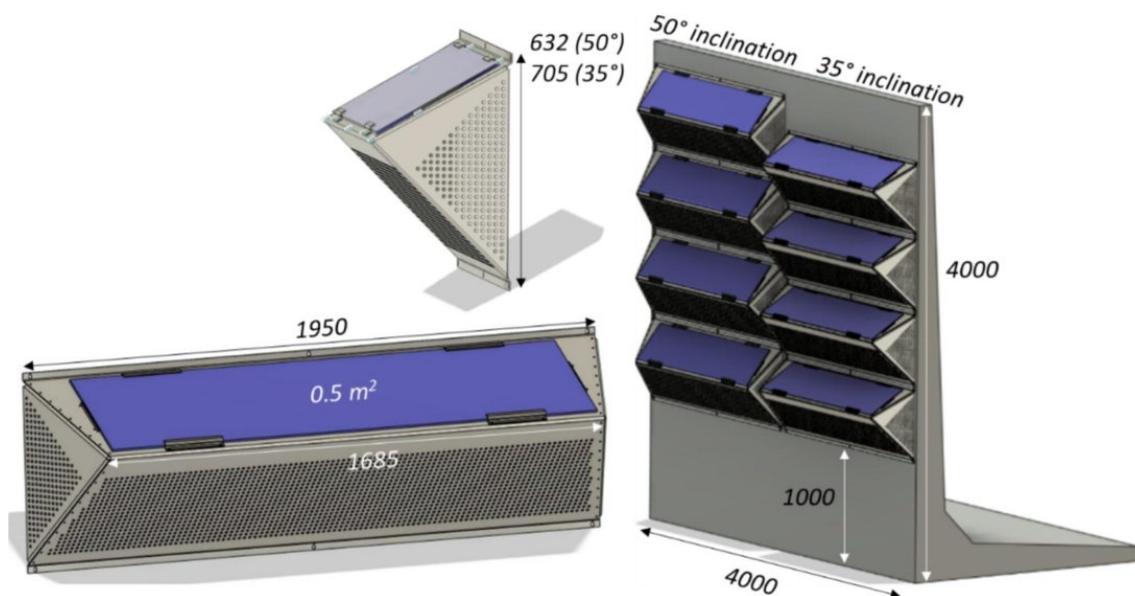
В Японии инженеры PXP Corporation изобрели гибкие солнечные модули, которые сворачиваются рулоном, и скоро запустит их серийное производство. Они сделаны из необычного материала — халькопирита, который улавливает большую часть солнечного спектра по сравнению с кремнием. Японцы уже готовы производить модули с эффективностью преобразования энергии 18%, а потом собираются увеличить ее до 19,2%.

PXP Corporation уже показала, что их гибкие панели можно устанавливать на легковые автомобили, электровелосипеды, переносные холо-

дильники. Разработчики также предлагают использовать их для питания летательных аппаратов со станциями связи, работающими на высоте около 20 км.

Корпорация также сделала тандемные ячейки из перовскита и халькопирита, которые достигли эффективности 26,5%, однако неизвестно, гибкие ли они.

Солнечные зигзаги — неожиданная польза



Чертеж шумопоглощающего солнечного модуля

Группа исследователей из Нидерландов и Бельгии сделала необычный фотоэлектрический модуль с шумозащитными свойствами, построенный в форме зигзага. Во время экспериментов они сделали прототип 4 на 4 метра и установили на нем восемь панелей предоставленных бельгийским производителем Soltech, и датчики температуры Fiber Bragg Grating (FBG), шумопоглощающий материал.

Панели в ней размещаются под углом на плоскостях, которые обращены к солнцу, это устраняет нежелательные блики. Согласно расчетам, годовая удельная выработка до 941 кВт ч при угле наклона 35 градусов и 1066 кВт ч при угле наклона 50 градусов. Срок окупаемости составляет от 6 до 10 лет.

Устанавливать такие модули создатели предлагают вдоль автомагистралей в густонаселенных районах, где очень шумно из-за транспорта, при этом слишком мало места для постройки традиционных солнечных

электростанций. Таким образом система одновременно поглощает звуки и вырабатывает электроэнергию.

Солнечная панель вместо багажника



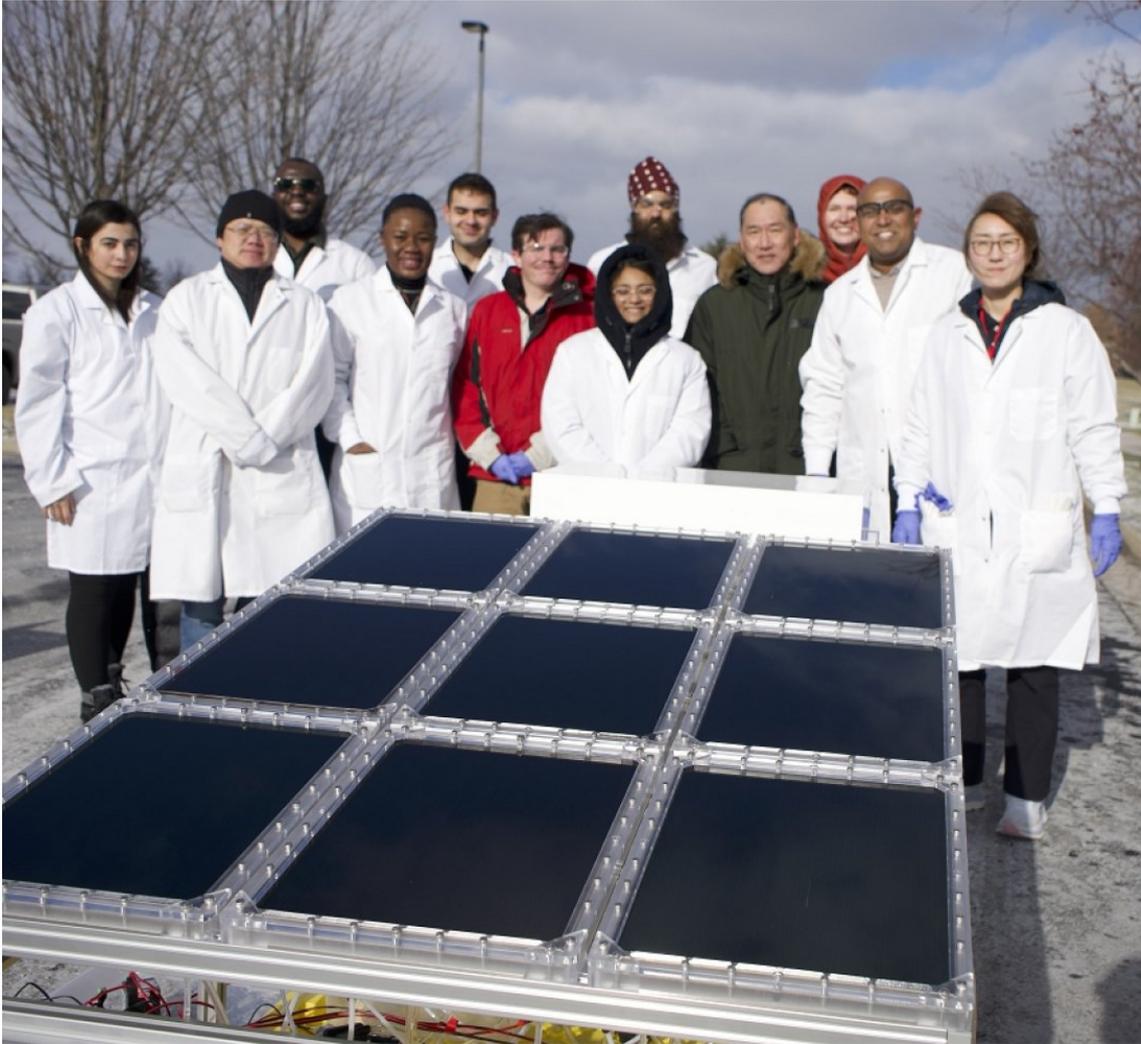
Багажник с солнечным модулем от DartSolar

В декабре компания DartSolar из США представила багажник для крыши электромобиля, который раскладывается в солнечную электростанцию и оснащен аккумуляторами. Ее можно использовать во время путешествия, чтобы проехать дальше на 32 км в день или подзарядить транспортное средство в случае непредвиденной разрядки на дороге. Кроме того, комплекс При потребности послужит обычным багажником для перевозки грузов весом до 23 кг.

В сложенном виде солнечный модуль имеет мощность 360 Вт, а если разложить две части в сторону капота и багажника, то она увеличивается до 1 000 Вт. Массив панелей подключается к блоку питания в задней части авто, который преобразует солнечную энергию в переменный ток напряжением 120 В.

В настоящее время стоимость багажника составляет 2950 долларов. Производитель обещает, что модуль окупится за два года активного использования, а прослужить может 10 лет. В комплекте поставляются инструкция по ремонту, чертеж и детали.

Водородная солнечная панель



Солнечная водородная панель SunHydrogen добывает топливо

Компания SunHydrogen придумала солнечную систему, которая вместо электричества добывает кислород и водород, преобразовывая свет и воду. Водород может служить экологически чистым топливом.

В октябре 2024 года SunHydrogen отчиталась об испытаниях модуля, созданного в сотрудничестве с компанией STF Solar, на научно-исследовательском объекте Honda в Японии. Эффективность преобразования солнечной энергии в водород зафиксировали на уровне 10,8%. После этого в декабре рабочий прототип сумел добыть водород на морозе за пределами лаборатории в США.

Примечательно, что сейчас система занимает площадь всего 1 квадратный метр. Разработчик планирует улучшить технологию и масштаби-

ровать модуль до 25 квадратных метров или больше благодаря более экономичным материалам.

Традиционная энергетика

Южная Азия открывает новую эру сотрудничества: трехстороннее соглашение по гидроэнергии¹³

Бират Анупам

Региональное сотрудничество получило новый импульс благодаря открытию проекта, в рамках которого гидроэнергия Непала будет поставляться в Бангладеш через энергосистему Индии.

15 ноября вступило в силу трехстороннее соглашение о совместном использовании электроэнергии между Индией, Непалом и Бангладеш. В соответствии с соглашением, которое было подписано 3 октября, богатый гидроэнергией Непал будет экспортировать 40 МВт электроэнергии в страдающий от дефицита энергии Бангладеш через энергосистему Индии.

Непал и Бангладеш не имеют общей границы, поэтому Индия, которая соединяет эти две страны, является частью инициативы по трансграничной торговле электроэнергией. Проект, который совместно открыли министры трех стран, является исторической вехой в региональном сотрудничестве.

Это первый трехсторонний гидроэнергетический проект в Южной Азии.

Индия, Непал и Бангладеш также сотрудничают в разработке гидроэнергетического проекта Sunkoshi-3 мощностью 683 МВт. Хотя плотина расположена в 60 км от Катманду в Непале, проект будет разрабатываться совместно конгломератами и разработчиками трех стран в сотрудничестве с правительствами трех стран.

По сообщениям СМИ, отношения между Индией и Непалом, а также между Индией и Бангладеш находятся не в лучшем состоянии.

¹³ Источник: Birat Anupam. With Start of Trilateral Hydropower Trade, South Asia Begins Historic Cooperation / <https://thediplomat.com/2024/11/with-start-of-trilateral-hydropower-trade-south-asia-begins-historic-cooperation/> Опубликовано 21.11.2024

Говорят, что Нью-Дели расстроен премьер-министром Непала Кхадга Прасад Шармой Оли и поэтому не направил ему приглашение посетить Индию. Считается, что отношения Индии с Бангладеш испортились после падения правительства Шейх Хасины. Сообщается, что премьер-министр Индии Нарендра Моди «отклонил» просьбу Бангладеш о встрече с главным советником временного правительства Мухаммадом Юнусом в кулуарах недавнего саммита Генеральной Ассамблеи ООН в Нью-Йорке.

Несмотря на сложные взаимоотношения, сотрудничество между этими странами в рамках многосторонних проектов приносит свои плоды. В качестве примера можно привести недавнее начало реализации трехстороннего соглашения о поставках электроэнергии между Непалом, Индией и Бангладеш.

Совместное использование гидроэлектроэнергии Индией и Непалом насчитывает несколько десятилетий. В прошлом году две страны подписали соглашения, предусматривающие покупку Индией 10 000 МВт гидроэлектроэнергии у Непала в течение следующих 10 лет.

В индийско-непальском топливообеспечении тоже есть прогресс. 10 сентября 2019 г. две страны достигли исторической вехи, открыв 69-км нефтепровод из непальского Амалекхунджа в индийский Мотихари. Финансируемый Индией нефтепровод стоимостью \$45 млн является первым трансграничным нефтепроводом в Южной Азии. Индия, которая является единственным поставщиком топлива для Непала, не имеющего выхода к морю, ранее транспортировала нефть в Непал только с помощью танкеров. Теперь нефтепровод позволил Непалу импортировать топливо по более низкой цене. По сути, нефтепровод Индия-Непал позволит Непалу ежегодно экономить на транспортных расходах на топливо около \$8,7 млн.

Взаимосвязь между странами Южной Азии является одной из худших в мире. Двусторонняя напряженность, антииндийские настроения и опасения малых стран, что Индия будет доминировать над их гораздо меньшими экономиками, стоят на пути улучшения связи.

В результате страны Южной Азии страдают от плохой связности «НАТ», где Н означает гидроэнергетику, А - авиацию, а Т - транзит и туризм.

Трансграничные гидроэнергетические проекты в Южной Азии немногочисленны, и весь потенциал двустороннего и трехстороннего сотрудничества между странами-экспортерами гидроэнергии, такими как Непал и Бутан, и странами-импортерами, такими как Индия и Бангладеш, еще не использован.

Что касается авиации, то перелет из Катманду (Непал) в Тхимпху (Бутан) – эти две страны разделяет узкая полоска индийской территории –

сложнее, чем из Катманду в Таиланд. Прямого рейса между Нью-Дели и Исламабадом нет. Путешественникам приходится летать через города Персидского залива.

Транзитное путешествие тоже не проще. Бангладеш находится менее чем в получасе езды от восточной границы Непала. Однако для того, чтобы попасть в Бангладеш, непальскому путешественнику из дальневосточного Непала придется ехать за визой в посольство Бангладеш в Катманду, которое находится в 15 часах езды. Чтобы попасть в Непал из Бангладеш через Индию, приходится сталкиваться с проблемами однократного или двукратного въезда, что негативно сказывается на потенциальных туристических связях в регионе.

Экспорт гидроэлектроэнергии из Непала в Бангладеш и экспорт нефти из Индии в Непал по трубопроводам - одни из редких проектов трансграничного сообщения в Южной Азии.

Как крупнейшая страна Южной Азии и единственное государство региона, имеющее общие границы практически со всеми соседними странами, Индия занимает уникальное положение, позволяющее ей не только содействовать инициативам по обеспечению связи НАТ, но и взять на себя лидирующую роль в их реализации.

Недавние усилия Индии по укреплению энергетических связей с соседними странами подчеркивают ее стремление занять роль регионального центра торговли электроэнергией и нефтепродуктами. Помимо Непала и Бангладеш, где Индия активизировала сотрудничество в области энергообеспечения, она будет поставлять сжиженный природный газ (СПГ) для электростанций Шри-Ланки. Она также работает над созданием подводной линии электропередачи для снабжения островного государства электроэнергией.

Однако такие трансграничные соглашения о передаче электроэнергии не всегда просты. Индийская компания Adani Power поставляет электроэнергию в Бангладеш с апреля 2023 г. Однако в результате валютного кризиса и политического кризиса, вызванного отставкой, шейхи Хасины, Бангладеш не смог выплатить Adani Power более \$800 млн. Adani Power сократила поставки более чем на 60 % и заявила, что возобновит их, как только Бангладеш начнет погашать задолженность. На фоне кризиса в двусторонних отношениях после Хасины Индия, похоже, сохраняет неизменную позицию.

Несмотря на отдельные раздражители на дипломатическом и политическом уровнях, призывы к усилению региональной связи и сотрудничества звучат все громче во всех странах. Это сотрудничество занимает важное место в повестке дня частного сектора. Правительствам стран Южной

Азии следует прислушаться к этим требованиям и проявить решительность в продвижении регионального взаимодействия.

Рогунская ГЭС открывает дорогу к поддержке мегаплотин по всему миру¹⁴

Жак Лесли

Несмотря на продолжающуюся критику, Всемирный банк одобрил проект строительства Рогунской ГЭС — первый из пяти проектов строительства крупных плотин, которые, как ожидается, получат его поддержку в ближайшие месяцы. Изменение климата повысило потребность в возобновляемых источниках энергии, но экологические и социальные издержки строительства таких масштабных проектов остаются.

После десятилетия отказа от финансирования крупных гидроэлектростанций Всемирный банк возвращается в этот бизнес с большим размахом.

На протяжении последней половины XX века Всемирный банк был ведущим мировым спонсором крупных гидроэлектростанций. Но в последние два десятилетия его деятельность шла по зигзагообразной схеме: сторонники и критики плотин внутри учреждения поочередно определяли политику в области гидроэнергетики. В последние 10 лет критики, обеспокоенные огромными социальными и экологическими издержками больших плотин и длительными сроками их строительства, похоже, доминировали, и банк поддержал только один новый проект большой гидроэлектростанции.

Но в начале этой недели совет директоров банка одобрил схему, согласно которой банк станет ведущим финансистом проекта стоимостью 6,3 миллиарда долларов по завершению строительства Рогунской плотины в Таджикистане. Этот часто срывающийся проект, начатый в 1976 году, в настоящее время завершен примерно на 30 процентов. Если плотина будет полностью построена, она станет как самой высокой в мире плотинной вы-

¹⁴ Источник: Jacques Leslie. In a Major Reversal, the World Bank Is Backing Mega Dams / <https://e360.yale.edu/features/world-bank-hydro-dams> Опубликовано 24.12.2024 Перевод «Відкритий ліс»

сотой 1100 футов, так и одной из самых дорогих в мире, а ее общая стоимость составит 11 миллиардов долларов.

Всемирный банк и официальные лица Демократической Республики Конго также ведут переговоры об условиях сделки, которая будет включать финансирование Инга-3, третьей из восьми предложенных плотин в мегапроекте, известном как Гранд-Инга. Гранд Инга – это предприятие стоимостью 100 миллиардов долларов, которое станет крупнейшей в мире плотиной, почти вдвое превышающей мощность китайской плотины «Три ущелья», которая в настоящее время является крупнейшей в мире гидроэлектростанцией, и потенциально обеспечит электроэнергией значительную часть африканского континента. Кроме того, плотина изменит гидрологию второй по мощности реки мира, Конго, что, по мнению противников, вредно для окружающей среды.

Кроме того, в апреле прошлого года банк «дал принципиальное согласие» возглавить консорциум международных и региональных банков, финансирующих строительство одной из крупнейших в Непале плотин на реке Арун стоимостью 1,1 миллиарда долларов. Плотина, получившая название «Верхний Арун», финансируется индийскими компаниями, и ее электроэнергия предназначена для экспорта в Индию. Но Непал уже пересыщен гидроэлектроэнергией, и, как сообщила в октябре газета *Mu Republica*, выходящая в Катманду, в течение нескольких лет он теряет огромное количество произведенной электроэнергии из-за неадекватности линий электропередач. Кроме того, плотина Верхнего Аруна строится в регионе, который очень уязвим к землетрясениям и наводнениям, вызванным разрушением ледяных плотин на ледниковых озерах.

Роль банка в этих проектах знаменует собой резкое изменение его подхода к гидроэлектрическим плотинам. «Рогун и Инга – крупнейшие плотины в мире, таких масштабов мы не видели уже несколько десятилетий», – говорит Джош Клемм, соисполнительный директор *International Rivers*, НПО по защите рек, расположенной в Окленде (Калифорния). С 2014 по нынешний год банк поддержал только один новый крупный гидроэнергетический проект – Нахтигаль в Камеруне. Однако в период с этой недели до середины 2025 года совет директоров банка, скорее всего, одобрит финансирование пяти крупных плотин, включая Рогунскую и Ингу-3.

Мы являемся свидетелями масштабного шага [Всемирного банка] по рассмотрению вопроса о финансировании ряда крупных проектов, которые, как ожидается, окажут огромное влияние на речные бассейны или уже вызвали большие исторические споры», – сказал в интервью Евгений Симонов, координатор международной коалиции „Реки без границ“ и научный сотрудник Университета Нового Южного Уэльса в Канберре. «Все-

мирный банк возвращается к проектам, от которых он когда-то отказался из-за очевидных проблем и рисков, но эти риски никуда не делись».

В ответ на вопросы представители Всемирного банка заявили: «Никаких изменений в политике финансирования гидроэнергетики не произошло». Тем не менее, становится все более очевидным, что гидроэнергетика является важным компонентом в продвижении инвестиций в чистую энергию», – говорится в заявлении, ссылаясь на потенциал гидроэнергетики в качестве дополнения к солнечной и ветровой энергии.

Сторонники гидроэнергетики утверждают, что плотины могут генерировать огромное количество возобновляемой энергии в странах, где большинство населения не имеет электричества.

Всемирный банк поддерживает гидроэнергетику с перерывами с конца 1990-х годов, когда социальные и экологические противоречия, вызванные его усилиями по строительству плотин, побудили банк создать следственный орган – так называемую Всемирную комиссию по плотинам – из 12 независимых экспертов для выработки рекомендаций по надлежащему планированию, проектированию и строительству больших плотин. Но Всемирный банк счел рекомендации комиссии, выпущенные в 2000 году, настолько ограничительными, что отклонил их. Вместо этого он принял политику «Высокий риск/высокая награда», которая всецело поддерживала большую гидроэнергетику. Но банк пошел на попятную, когда его плотины снова вызвали споры. В 2013 году банк снова попытался поддержать большие гидроэлектростанции, но затем отступил до 2018 года, когда он смягчил свои социальные и экологические стандарты для таких проектов.

«Мы считаем, что вновь открывшаяся любовь банка к большой гидроэнергетике отражает желание Аджая Банги, президента банка с июня 2023 года, начать свой срок работы с громких событий, даже если для этого придется забыть об экологических и социальных проблемах, которые раньше исключали возможность реализации проектов», – говорит Клемм.

Тем не менее, по словам экспертов, должностные лица банка, похоже, преуменьшают значение гидроэнергетики в своих планах, отмечая, что они, возможно, не хотят привлекать внимание к высоким затратам на строительство плотин в то время, когда избранный президент Дональд Трамп, вероятно, рассматривает возможность прекращения поддержки банка со стороны США. В сборнике противоречивой националистической политики «Проект 2025», составленном советниками, близкими к Трампу, говорится, что новая администрация «должна выйти из Всемирного банка и Международного валютного фонда и прекратить свой финансовый вклад в обе организации». США являются крупнейшим вкладчиком банка.

Независимо от того, сколько из этих проектов приведут к строительству плотин, эксперты считают, что участие банка не изменит текущую траекторию падения мировой индустрии строительства плотин по многим очевидным причинам. К ним относятся огромные первоначальные затраты на строительство плотин, после чего приходится ждать десятилетие или более, прежде чем начнут поступать доходы от электроэнергетики; разрушение рыбных запасов и речных экосистем; перемещение 80 миллионов человек по всему миру, по самым скромным оценкам, и нанесение ущерба средствам к существованию еще полумиллиарда человек; значительные выбросы метана из некоторых водохранилищ; резкое сокращение производства энергии, когда засуха, которая становится все более распространенной из-за изменения климата, опустошает водохранилища, как это происходит в настоящее время на юге Африки и в других странах; и, казалось бы, переворот, снижение их конкурентоспособности по сравнению со все более дешевыми ветряными и солнечными установками.

Несмотря на все это, сторонники гидроэнергетики утверждают, что эта технология способна генерировать огромное количество возобновляемой энергии в странах, где у большинства людей вообще нет электричества. Если раньше представители отрасли продвигали свои проекты как критически важные для экономического развития стран или регионов, то теперь они говорят о том, что гидроэнергетика может дополнить солнечную и ветровую энергию.

Неправительственные организации, занимающиеся защитой рек, такие как International Rivers, утверждают, что «печать» банка придает неоправданный блеск отрасли, побуждая другие региональные и международные банки поддерживать еще больше проектов плотин. «Мы пишем, чтобы выразить нашу коллективную тревогу по поводу заметного всплеска предлагаемой и недавней поддержки Всемирным банком масштабного развития гидроэнергетики», – говорится в девятистраничном письме, направленном 23 октября руководителям банка и подписанном более чем 100 экологическими НПО со всего мира. В письме содержался призыв к банку прекратить инвестирование практически во все гидроэнергетические проекты. Банк ответил быстро, но бегло, подтвердив свое «партнерство» с НПО, но не ответив на пункты письма.

Рогун и Большая Инга уже несколько десятилетий являются магнитом для споров. Таджикистан является очагом соперничества в Центральной Азии, где западные, арабские, российские и китайские интересы борются за политические и экономические рычаги; один из способов для Европы и США получить влияние на лидеров Таджикистана – помочь им построить самую высокую в мире плотину. Поддержка Рогунской ГЭС может стать особенно действенной тактикой, поскольку проект очень популярен в Таджикистане и, по словам Симонова, лидеры страны «одержимы»

плотиной. Согласно документу Всемирного банка, одним из недостатков Рогунской ГЭС является то, что она приведет к переселению от 50 000 до 60 000 человек. По словам Симонова, инженерные фирмы предложили альтернативные планы строительства плотины, которая была бы ниже на 115 футов и позволила бы переселить до 30 000 человек. По словам Симонова, чиновники отвергли эти планы, поскольку их интересовал в первую очередь престиж, который, по их мнению, должен быть обеспечен строительством самой высокой в мире плотины.

В период с 2033 года, когда планируется завершить строительство Рогунской ГЭС, до 2039 года, когда ее водохранилище будет заполнено, плотина начнет вырабатывать электроэнергию и, согласно оценке, подготовленной для совета директоров банка, «принесет значительные выгоды для внутреннего и регионального благосостояния, будет способствовать декарбонизации региональных энергосетей в Центральной Азии и потенциально преобразует экономику Таджикистана». Для таджиков непосредственный интерес представляет то, что плотина должна устранить перебои с электричеством, которые нарушают отопление в холодные зимы в стране. Загвоздка в том, что вода, которая будет вращать турбины Рогунской электростанции зимой, летом будет отводиться из реки Вахш, а это значит, что она больше не будет поступать к фермерам и другим людям, которые зависят от нее в Афганистане, Туркменистане и Узбекистане, по словам Симонова. Рогун также серьезно угрожает заповеднику Тигровая балка в Таджикистане, входящему в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, поскольку навсегда ликвидирует паводки, необходимые для поддержания пойменных лесов, говорят экологи. А к моменту завершения строительства плотины, говорится в письме НПО, направленном 23 октября во Всемирный банк, другие варианты возобновляемой электроэнергии, по прогнозам, будут намного дешевле.

В оценке Всемирного банка по Рогунской ГЭС общий риск проекта был классифицирован как «высокий». Среди перечисленных рисков – ограниченный опыт таджикских чиновников, что привело к задержкам в проектировании и строительстве, а также к «техническим проблемам и проблемам безопасности плотины»; влияние проекта на государственный долг; низкие показатели электроэнергетического сектора Таджикистана, что может ограничить доходы от продажи электроэнергии; и расположение проекта в активной сейсмической зоне.

Как и Рогунская ГЭС, проект Гранд-Инга в Демократической Республике Конго имеет запутанную историю. После строительства плотин Инга-1 и Инга-2 в 1972 и 1982 годах, соответственно, плохие плотины обеспечивают электричеством лишь каждого пятого конголезца, и это условие не изменит строительство плотины Инга-3 стоимостью более 14 миллиардов долларов. Из огромной прогнозируемой мощности «Инга-3» в

11 000 мегаватт 5000 будут экспортироваться в Южную Африку (после строительства линий электропередач стоимостью еще 4 миллиарда долларов); 3000 будут направлены горнодобывающим компаниям в провинции Катанга в 1700 милях от ДРК; а остальные будут использованы для повышения надежности электроснабжения Киншасы, столицы страны. Сельские жители по-прежнему будут обходиться без электроэнергии.

Исследование, в котором сравниваются более экологичные энергетические альтернативы Инга-3, опубликованное в журнале *Environmental Research Letters* в 2018 году, говорит о том, что плотина нецелесообразна с финансовой точки зрения. В нем делается вывод, что в большинстве сценариев «сочетание ветра, солнечной фотоэлектрической энергии и некоторого количества природного газа является более экономически эффективным, чем „Инга-3“». С момента появления исследования стоимость солнечной и ветровой энергии только снизилась.

Китай построит в Тибете самую большую ГЭС в мире¹⁵

Китай утвердил строительство гигантской гидроэлектростанции на реке Ярлунг Цангпо в Тибете, способной производить до 300 млрд кВт ч электроэнергии ежегодно — втрое больше, чем крупнейшая в мире плотина «Три ущелья». Проект стоимостью более 1 трлн юаней (\$137 млрд) станет не только самым масштабным инфраструктурным объектом Китая, но и одним из самых сложных с инженерной точки зрения, учитывая сейсмическую активность региона и перепады высот.

Река Ярлунг Цангпо течет по Тибетскому плато, образуя самый глубокий каньон на Земле и преодолевая поразительный перепад высот в 7667 м, прежде чем достичь Индии, где она известна как река Брахмапутра. Это также один из самых дождливых районов материкового Китая.

Ожидается, что проект будет вырабатывать 300 млрд кВт ч электроэнергии в год. Этого достаточно для удовлетворения годовых потребностей более 300 млн человек. Для сравнения, плотина Three Gorges, которая

¹⁵ Источник: <https://hightech.plus/2024/12/29/kitai-postroit-v-tibete-samuyu-bolshuyu-ges-v-mire>
Опубликовано 30.12.2024

сейчас имеет самую большую установленную мощность в мире, была спроектирована для производства 88,2 млрд кВт ч.

В 2020 году Янь Чжиюн, занимавший тогда пост председателя государственной компании Power Construction Corporation of China, отметил, что участок реки Ярлунг Цангпо обладает одним из самых высоких в мире потенциалов для гидроэнергетики. По его словам, перепад высот в 2000 м на отрезке реки длиной 50 км позволяет освоить около 70 млн кВт мощности, что превышает мощность трех плотин «Три ущелья» (22,5 млн кВт каждая).

Реализация этого масштабного проекта потребует решения технических и инженерных задач. Так, для работы плотины необходимо будет построить 4-6 туннелей длиной 20 км каждый, проходящих сквозь гору Намча-Барва. Туннели должны отводить около 2000 кубометров воды в секунду — это огромный объем. Проект осложняется расположением в сейсмически активной зоне на границе тектонических плит, а также различиями в геологическом строении плато и равнин.

Особое внимание будет уделяться защите окружающей среды. Предполагается, что строительство гидроэлектростанции послужит стимулом для развития близлежащих объектов солнечной и ветровой энергетики, что позволит создать в регионе комплексную базу чистой энергии.

Дата начала строительства и точное местонахождение проекта не разглашаются.

Системы хранения энергии

Разработан прорывной электролит для твердотельных батарей¹⁶

Твердотельные батареи с анодом из металлического лития обладают значительно более высокой плотностью энергии, по сравнению с литий-ионными элементами питания. Но, к сожалению, они подвержены разрушительному воздействию дендритов, кристаллических отростков, которые снижают их стабильность и безопасность. Специалисты из Канады и США разработали твердотельный электролит, поддерживающий стабильность цикла зарядки и разрядки.

Главное ограничение роста рынка электромобилей, по мнению исследователей, в ограниченном запасе хода современных аккумуляторов. В первую очередь, это объясняется низкой — около 300 Вт ч/кг — плотностью энергии литий-ионных батарей. Твердотельные литий-металлические батареи могут достигать 500 Вт ч/кг и обеспечивать запас хода более 1000 км.

До сих пор развитию литий-металлических батарей мешало отсутствие надежных и производительных твердотельных электролитов, пишет Phys. Таким образом, главной задачей ученых из Западного университета и Университета штата Мэриленд стала разработка нового электролита, сочетающего высокую стабильность по отношению к металлическому литию с высокой ионной проводимостью.

Исследователи начали с нитридов, материала с достаточно высокой стабильностью, но низкой ионной проводимостью. И разработали на их основе β -Li₃N. В предварительных испытаниях электролит продемонстрировал 100-кратное увеличение ионной проводимости и большую стабильность по сравнению с имеющимися видами нитридов лития.

Благодаря дефектам в кристаллической структуре, таким как вакантные места, ученые смогли снизить энергетические барьеры и повысить ко-

¹⁶ Источник: <https://hightech.plus/2024/12/25/razrabotan-prorivnoi-elektrolit-dlya-tverdotelnih-batarei> Опубликовано 25.12.2024

личество подвижных ионов лития. Этот материал поможет преодолеть ограничения, свойственные производительным твердотельным батареям, утверждают авторы исследования.

Несмотря на существенный прогресс в разработке традиционных литий-ионных элементов питания, они остаются объемными, тяжелыми и огнеопасными — не лучшее сочетание качеств для наземного или воздушного транспорта. Китайские ученые представили новую технологию твердотельных литиевых батарей, которая обещает сделать аккумуляторы безопасными и очень недорогими.

Найден прорывной материал для натрий-ионных аккумуляторов¹⁷

Хотя литий-ионные аккумуляторы остаются ведущей технологией для мобильной электроники и электротранспорта, трудности с добычей лития заставляют искать альтернативные варианты накопителей энергии. Международная команда исследователи разработала новый материал для натрий-ионных батарей, обещающий более высокое напряжение и емкость. К тому же, он доступнее и дешевле лития.

«Натрий почти в 50 раз дешевле лития и его можно добывать из морской воды, что делает его намного более жизнеспособным вариантом для накопления энергии в больших масштабах, — сказал Пьер-Мануэль Канепа из Университета Хьюстона, один из руководителей проекта. — Натрий-ионные батареи могут быть дешевле и проще в изготовлении, что помогает снизить зависимость от лития и сделать технологию батарей более доступной во всем мире».

Созданный группой Канепа материал — фосфат натрия-ванадия с химической формулой $\text{Na}_x\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ — увеличивает плотность энергии натрий-ионной батареи более чем на 15%. Таким образом, пишет Science Daily, этот показатель поднимается с 396 Вт ч/кг, как у средней натриевой батареи, до 458 Вт ч/кг.

¹⁷ Источник: <https://hightech.plus/2024/12/24/naiden-prorivnoi-material-dlya-natrii-ionnih-akkumulyatorov> Опубликовано 24.12.2024

Новый материал отличается от существующих тем, что позволяет натрию функционировать в качестве однофазовой системы. Это означает, что он остается стабильным, выделяя и поглощая ионы натрия, и выдавать постоянное напряжение в 3,7 В. Это немного больше, чем могут существующие материалы (3,37 В), но даже такая незначительная разница позволяет существенно повысить плотность энергии. Ключевой компонент нового материала — ванадий, способный существовать в разных стабильных состояниях.

«Постоянное изменение напряжения — ключевая характеристика, — сказал Канепа. — Это значит, батарея может быть более эффективной, не теряя стабильности электродов. Это прорыв в натрий-ионной технологии».

Метод синтеза, который ученые применяли до получения $\text{Na}_x\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$, можно использовать и для производства других материалов с похожими химическими свойствами.

Инновационная мембрана сделает проточный аккумулятор дешевле¹⁸

Возобновляемая энергетика требует надежных и практически применимых решений для накопления энергии, способных нейтрализовать ненадежность солнца и ветра. В то время как литий-ионные аккумуляторы требуют больших расходов, проточные редокс-батареи отличаются дешевизной и простотой масштабирования. Новая ионообменная мембрана для проточной батареи, разработанная британскими и китайскими исследователями в сотрудничестве с компанией British Petroleum, делает этот тип накопителя еще дешевле и доступнее.

Мембрана, разделяющая два жидких электролита — важный компонент проточной редокс-батареи. Она обеспечивает быстрый обмен ионами, не давая при этом соляным растворам смешиваться. Традиционные материалы для изготовления мембран — перфторированные сульфокислоты, довольно дорогие и вредные для окружающей среды. Производство этих

¹⁸ Источник: <https://hightech.plus/2024/12/29/innovacionnaya-membrana-sdelaet-protocnii-akkumulyator-desheвле> Опубликовано 29.12.2024

мембран требует применения веществ, которые природоохранные движения называют «вечными химикатами».

Углеводородные мембраны намного дешевле, их легче изготавливать массово. Два года назад ученые из КНР продемонстрировала рулонный метод производства этих мембран. Однако по эффективности они не могли сравниться с обычными, рассказывает ИЕ.

Команда ученых из Имперского колледжа Лондона и Химико-физического института Даляня взялась исправить этот недостаток, разработав мембраны из монопористых сульфированных полиэфирэфиркетонов (sPEEK). Благодаря соединению с трехмерным триптиценом этот материал обеспечил более высокую ионную проводимость и химическую стабильность. Взаимосвязанные водные каналы обеспечили быстрый и выборочный транспорт ионов с эффективной работой аккумулятора при малых потерях энергии.

Затем мембраны успешно прошли испытания в проточной батарее с плотностью тока до 500 mA/cm^2 , но ученые собираются усовершенствовать конструкцию, а также перейти от листового к рулонному методу производства.

Вместо литий-ионных батарей: представлен новый аккумулятор на основе соленой воды¹⁹

Американская компания Salgenx, которая является подразделением Infinity Turbine LLC, объявила о запуске своей новаторской проточной редокс-батареи на основе соленой воды, которая является альтернативой традиционным литий-ионным батареям. Об этом пишет Business Wire.

Сообщается, что новая батарея Salgenx создана для крупномасштабного хранения энергии, что делает ее идеальной для коммунальных компаний и возобновляемых источников энергии. Модульная конструкция позволяет расширить систему, если потребности в хранении энергии выросли.

¹⁹ Источник: <https://focus.ua/digital/682021-hranenie-energii-predstavlena-protocnaya-batareya-salgenx> Опубликовано 4.12.2024

Благодаря использованию негорючих, нетоксичных материалов аккумулятор на морской воде значительно снижает риски, связанные с тепловым разгоном и возгоранием. Это делает новые батареи безопаснее по сравнению с литий-ионными аналогами.

Еще одно преимущество нового аккумулятора — экологическая устойчивость. Батарея изготовлена из экологически чистых материалов, в том числе биоугля из бамбука, поэтому сводит к минимуму воздействие на окружающую среду и упрощает процессы переработки.

Как отмечают в издании, использование общедоступных ресурсов приводит к снижению затрат на производство. Это делает аккумулятор финансово выгодным решением для хранения энергии в масштабах сети.

Помимо хранения энергии, проточная редокс-батарея Salgenx на основе соленой воды предлагает еще две возможности. Во-первых, одновременно с процессом зарядки производится пресная вода, что решает проблему нехватки воды. Вторая функция – хранение тепловой энергии.

Нефтяные резервуары станут батареями для «зеленой» энергии²⁰

Американский стартап Quino Energy, разработавший нетипичные проточные аккумуляторы, приступил к первому в своем роде проекту по превращению бывших нефтяных резервуаров в хранилища возобновляемой энергии. Об этом пишет портал CleanTechnica.

В статье говорится, по мере сворачивания нефтяной промышленности нефтебазы по всей территории США могут быть преобразованы в фермы проточных аккумуляторов. По данным Агентства энергетической информации США, существующие в стране нефтехранилища могут вместить проточных аккумуляторов на 4 ТВт·ч

Так, компания Quino Energy разработала новую формулу проточной батареи на водной основе, использующую хиноны (класс органических молекул). Компания получила грант в размере 2,6 млн долларов США для

²⁰ Источник: <https://focus.ua/digital/685329-hranenie-energii-neftyannye-rezervuary-stantut-batareyami> Опубликовано 24.12.2024

демонстрации того, что резервуары для хранения нефти из углеродистой стали можно перепрофилировать в проточные батареи.

По данным портала, стартап построит и будет эксплуатировать проект лабораторного масштаба мощностью 3 кВт/24 кВт ч. Эта система позволит быстро выявлять и устранять любые потенциальные проблемы.

В Quino Energy ожидают, что проект продемонстрирует сокращение расходов по сравнению с установкой других формул проточных батарей и по сравнению с литий-железо-фосфатными батареями на 30–40%. В компании также подчеркнули, что стратегия «батарея-масляный бак» экономит пространство.

«При полном заполнении два бака объемом 75 000 кубических метров могут вмещать до 3 ГВт ч энергии на площади, которая примерно в три раза меньше, чем эквивалентная основная установка литий-ионно-фосфатных (LFP) батарей», — утверждают в Quino Energy.

Первый самозаряжающийся суперконденсатор использует солнечную энергию с эффективностью 63%²¹

Совместная исследовательская группа представила высокопроизводительный самозаряжающийся суперконденсатор для хранения энергии, который эффективно улавливает и хранит солнечную энергию, что является значительным достижением в области устойчивой энергетики. Об этом пишет Interesting Engineering.

Эта инновационная технология объединяет суперконденсаторы и солнечные элементы, знаменуя собой важную веху в развитии технологий накопления энергии.

В новаторском исследовании, опубликованном в журнале Energy, рассказывается о том, как исследовательская группа расширила возможности существующих суперконденсаторов.

²¹ Источник: <https://focus.ua/digital/686326-novyj-superkondensator-ispolzuet-solnechnuyu-energiyu-s-effektivnostyu-63-detalj> Опубликовано 31.12.2024

Используя композитные материалы на основе карбонатов и гидроксидов никеля, они добились впечатляющих результатов в области энергоэффективности.

Такая устойчивость делает его перспективным вариантом для реальных приложений.

Помимо впечатляющих возможностей хранения энергии, исследовательская группа успешно создала гибридное устройство хранения энергии, объединяющее кремниевые солнечные элементы с суперконденсаторами.

Эта комбинация позволяет системе хранить и использовать солнечную энергию в режиме реального времени. Впечатляет то, что гибридная система достигла эффективности хранения энергии 63%, а также общей эффективности 5,17%.

Эти достижения открывают светлое будущее для коммерциализации решений по самозаряжающемуся хранению энергии.

«Используя композитные материалы на основе переходных металлов, мы устранили ограничения традиционной технологии хранения энергии и предложили устойчивое энергетическое решение».

Дэмин Ли, научный сотрудник Лаборатории возобновляемых источников энергии Национального университета Кенбук, добавил: «Наша команда намерена провести дополнительные исследования для дальнейшего повышения эффективности устройства и раскрытия его полного коммерческого потенциала».

Разработка этого самозаряжающегося накопителя энергии происходит в решающий момент, когда мир движется к более чистым энергетическим решениям.

Эта новая технология расширяет возможности хранения энергии и открывает путь к более эффективному использованию солнечной энергии, что соответствует глобальным усилиям по сокращению выбросов углерода и содействию устойчивому развитию.

Поскольку исследователи продолжают совершенствовать эту технологию, потенциальные сферы применения самозаряжающихся устройств становятся все шире: от питания домов до поддержки электромобилей.

Инновационные решения в энергетике

Зачем немцам гигантские бетонные шары на морском дне? Необычные подводные аккумуляторы проходят испытания у побережья Калифорнии²²

Что делают 9-метровые бетонные шары на глубине в сотни метров у побережья Калифорнии и что у них общего с солнечными панелями или ветряками? Оказывается, немецкие учёные проводят глубинные испытания необычных аккумуляторов для излишков вырабатываемой энергии. В качестве аккумуляторов разработчиками были выбраны девятиметровые пустотелые бетонные сферы.



²² Источник: <https://www.ixbt.com/live/supply/zachem-nemcam-gigantskie-betonnye-shary-na-morskom-dne-neobychnye-podvodnye-akkumulyatory-prohodyat-ispytaniya-u-poberezhya-kalifornii.html> Опубликовано 9.12.2024

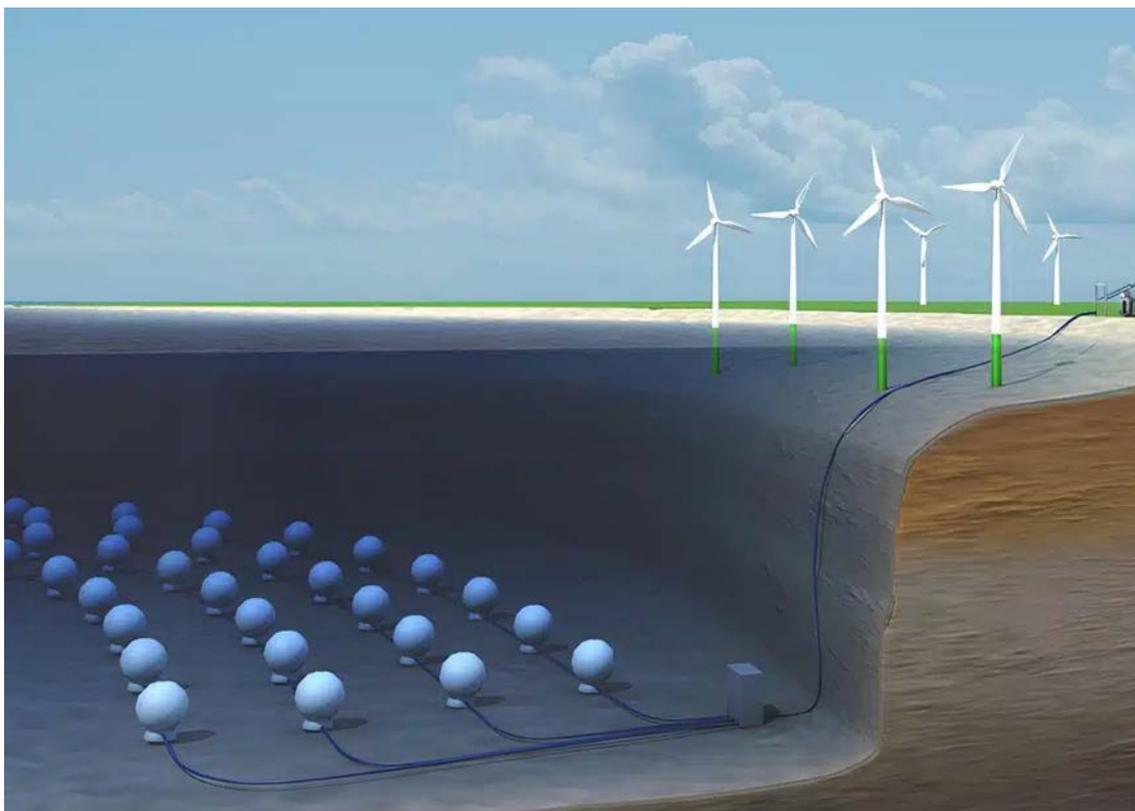
Учёные из института энергетики и технологий энергетических систем Фраунгофера разработали и сейчас проводят испытания системы подводного хранения энергии. Этот проект называется StEnSea, то есть The Stored Energy at Sea (русский вариант, возможно выглядел бы как «ЭХМ» — Энергия, хранящаяся в море) и он предполагает погружение 9метровых бетонных шаров на морское или океанское дно. Именно атлантическое побережье Калифорнии и было выбрано для эксперимента, там возле Лонг-Бич на глубине от 500 до 600 метров сейчас и проходят испытания необычных аккумуляторов.

Как работает подводный аккумулятор?

В каждый такой шар встроен сменный (для облегчения обслуживания) модуль с насосом и системой связи. При избытке энергии в системе выработки, этот насос начнёт выкачивать из шаров воду, создавая внутри вакуум. Запланированная разница в давлении должна составить 75 бар, то есть порядка 74 атмосфер. В сети нет информации о толщине стен шаров, но, очевидно что при таком давлении они должны быть на самом деле толстыми — что и объясняет вес шара, который составляет 400 тонн!

Когда же ситуация на берегу изменится и энергия потребуется, то океанская вода под большим (напомню — речь идёт о глубине в сотни метров) давлением начинает наполнять шары, по пути раскручивая классическую связку турбины и генератора. В настоящий момент ёмкость прототипа составляет 0.4 мегаватт-часа, при мощности выработки энергии в 0,5 мегаватт. И, очевидно, речь идёт лишь об одном шаре, а не всей тестируемой системе. При её масштабировании мощность и ёмкость будут пропорционально расти.

Это не первое испытание, до того в 2016 г оно успешно состоялось на меньших 100м глубинах Боденского озера с использованием шаров меньшего диаметра. Сейчас наступило время проверить как полноразмерные аккумуляторы покажут себя в условиях реального применения на большей глубине. Для помощи учёным к проекту присоединились занимающийся 3D-печатью бетона американский стартап Sperra и немецкий производитель насосов Pleuger Industries.



В чем преимущества и недостатки?

Очевидным преимуществом таких подводных систем хранения энергии является изобилие места на морском дне. Также стоит отметить такие преимущества бетона в качестве материала для шаров как сравнительно небольшая цена, долговечность, простота изготовления и экологичность.

Что касается недостатков (реальных и потенциальных), то это вопрос того, во сколько обойдется эксплуатация системы насосов на большой глубине, равно как и цена возможного ремонта на всём протяжении работы хранилища. Также стоит отметить что классическая технология гидроаккумулирующих станций ГАЭС (т.е. закачка воды из нижнего в верхний бьеф при избытке энергии и слив закаченной воды через платину при недостатке) должна иметь большую энергоэффективность.

Но для ГАЭС нужен перепад высот, в идеале ещё и пара высоких берегов, чтобы запереть меж них воду — а значит и все упирается в подходящий рельеф. Да и климат тоже играет роль, в засушливой местности ГАЭС не построить. А система «бетонные шары на морском дне», в целом, требуют только наличия нескольких сотен метров глубины возле побережья — и таких участков множество вдоль побережья изрядного числа приморских стран.

Сколько стоит киловатт-час?

А вот стоимость хранения энергии, по словам представителей института Фраунгофера, является весьма конкурентоспособной относительно других технологий и может составить порядка 4,6 цента за киловатт-час. Глубина воды от 600 до 800 метров считается идеальной для оптимизации затрат и производительности.

Пока неизвестно получит ли развитие эта технология, стоит ожидать результатов тестового запуска и необходимый объем данных будет получен лишь через два года, к концу 2026 г. Если всё пройдет хорошо, то в планах института Фраунхофера испытать еще более крупные сферы, нарастив их диаметр до изначально запланированных 30 метров.

В Китае началось строительство крупнейшего хранилища энергии на сжатом воздухе²³

Huaneng Group запустила вторую фазу проекта Jintan Salt Cavern Compressed Air Energy Storage в провинции Цзянсу. На новом этапе будут установлены два блока CAES мощностью 350 МВт каждый с общей емкостью 1,2 млн кубометров, позволяющие генерировать до 2,8 ГВт ч электроэнергии за один цикл зарядки. Проект отличается нулевыми выбросами углерода и энергоэффективностью более 60%. После завершения объект будет носить звание крупнейшего в мире хранилища энергии на сжатом воздухе.

На втором этапе проекта будут представлены два дополнительных блока аккумулирования энергии сжатым воздухом (CAES) мощностью 350 МВт каждый, с общим объемом хранения 1,2 млн кубометров. Установка станет крупнейшей в мире по мощности генерации электроэнергии, общей емкости хранения и интегрированной эффективности среди всех объектов CAES в мире. Емкость хранилища позволит производить до

²³ Источник: <https://hightech.plus/2024/12/24/v-kitae-nachalos-stroitelstvo-krupneishego-hranilisha-energii-na-szhatom-vozduhe> Опубликовано 24.12.2024

2,8 ГВт·ч электроэнергии за полную зарядку с предполагаемыми 330 циклами зарядки-разрядки в год.



На первом этапе проекта, завершеном ранее, был установлен блок CAES мощностью 60 МВт, что позволило получить опыт эксплуатации и заложить основу для следующего этапа.

В Jintan реализованы различные решения, повышающие производительность. Например, благодаря бестопливной технологии процесс генерации энергии не требует использования внешних источников топлива. За счет аккумуляции и повторного использования тепла, выделяемого при сжатии воздуха, достигаются нулевые выбросы углерода и эффективность преобразования энергии свыше 60%.

Оптимизация системы хранения энергии позволила улучшить производственные процессы и конфигурацию оборудования. На объекте внедрили систему управления «одним кликом», которая упрощает работу персонала и ускоряет запуск установки. Эффективность оборудования выросла на 0,5%, а метод быстрого запуска воздушной турбины сократил время включения генератора с 20 минут до 5 минут. Это повысило скорость реагирования на пиковые нагрузки.

Jintan — результат сотрудничества трех организаций. Huaneng International Power Jiangsu Energy Development инвестирует в проект, строит его и будет им управлять. China National Salt Industry Group (CNSIG) через свою дочернюю компанию China Salt Cavern Comprehensive Utilization Co. обеспечивает подземные хранилища для газа. А Университет Цинхуа занимается научными исследованиями и разработками.

Замена солнечным панелям и ветрякам: топ-5 необычных и странных технологий²⁴

Зеленая энергетика набирает обороты в мире. Многие ученые работают в этом направлении и предлагают миру альтернативные технологии для генерирования чистой энергии из возобновляемых источников. О самых необычных разработках расскажет Фокус.

Гелевые шары для выработки энергии

Компания Altaeros создала необычные турбины — Buoyant Airborne Turbine. Это заполненные гелием «пончики», которые запускаются в воздух и там, летая на большой высоте, генерируют ветряную энергию. Создатели уверяют, что они ничем не уступают традиционным лопастным ветрякам, сообщает [esoticias.com](https://www.esoticias.com). Такой гелевый шар собирает потоки воздуха благодаря проделанному в нем отверстию. Чем выше он находится, тем больше энергии способен выработать. Оптимальная высота составляет от 305 до 610 м. Утверждается даже, что Buoyant Airborne Turbine способна генерировать в 8 раз больше энергии, чем ветряные наземные электростанции.

Внешне турбина похожа на дирижабль, однако в свободный полет ее не отпускает специальное крепление, при помощи которого накопленная энергия передается наземной станции. Устройство хорошо тем, что не оставляет углеродного следа и может использоваться в любых местах — городах и селах, в горах, на островах и в прочих труднодоступных местах.

Установка происходит довольно быстро, равно как и развертывание. Специальной энергетической инфраструктуры не требуется. В районах, где электричество недоступно или дорого, этот новый тип турбин может существенно помочь.

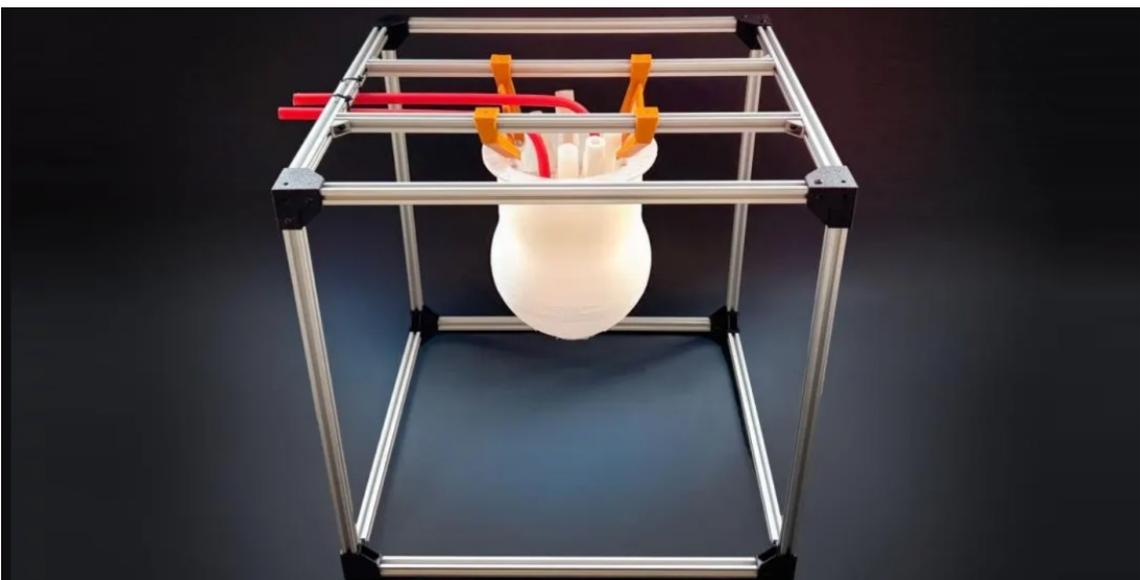
²⁴ Источник: <https://focus.ua/digital/686174-top-5-strannyh-tehnologiy-zelenoy-energetiki-foto-video>
Опубликовано 30.12.2024



Ветряная турбина Buoyant Airborne Turbine

«Вечный» ядерный реактор для добычи водорода

Компания California Thermodynamics представила недавно мини-реактор, производящий синтетическое топливо, пишет Forbes. Он позволяет добывать топливо на месте, поэтому транспортировка не понадобится. Это особенно удобно для военных, логистические цепочки которых часто атакуют противники во время вооруженных конфликтов.



Ядерный реактор California Thermodynamics

В основе лежит технология водяного гомогенного реактора (ВГР), которая впервые была продемонстрирована в 1940-х годах. Она предполагает использование раствора солей урана в воде, внутренней и внешней камер, одна из которых служит для охлаждения.

Этот реактор безопасен, его основной минус — коррозия, возникающая из-за радиоактивного урана, который разъедает металлические стенки камеры. Ученые решили проблему коррозии, напечатав из специального антикоррозийного материала на 3D-принтере защитный «мешок».

Устройство способно производить 22 л водорода в минуту, преобразовывать его в жидкое углеводородное топливо благодаря реакции Фишера-Тропша.

Тысячи таких реакторов дадут возможность вырабатывать топливо всегда и везде, не завися ни от логистики, ни от поставщиков. Любой вид транспорта можно будет заправить без проблем.

Ветряная турбина с мягкими лопастями

Инженеры стартапа Green разработали вертикальные ветряки с мягкими лопастями, передает E1N Presswire. Они имеют мощность 3 кВт, либо 20 кВт, либо 55 кВт. Использовать их можно в городской среде для питания домохозяйств или предприятий.

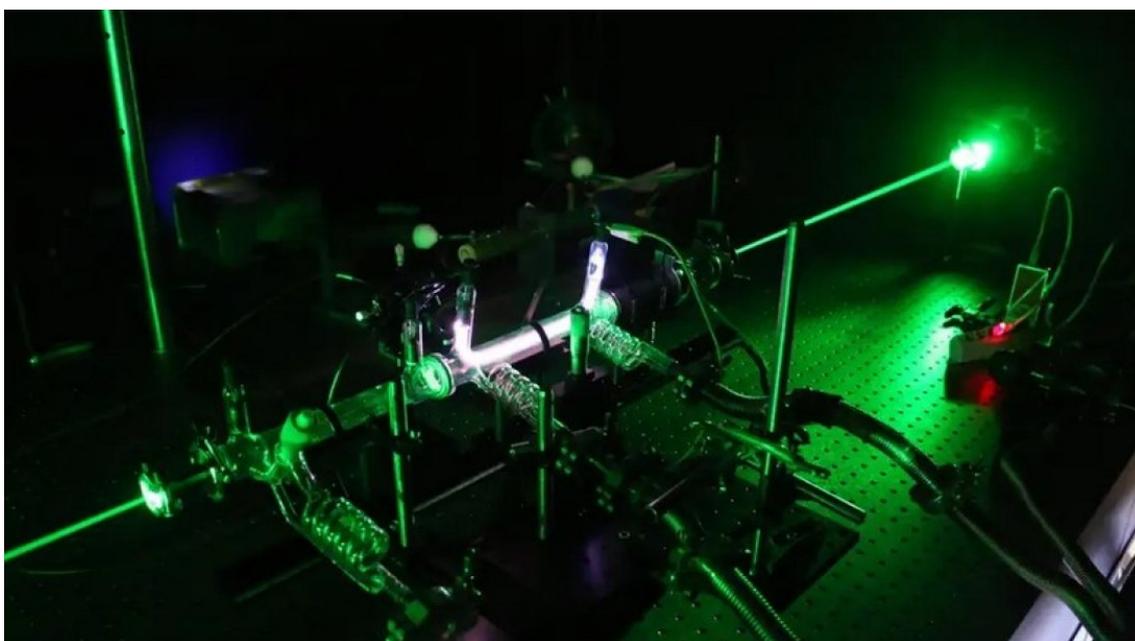


Лопастей мягкие, а потому гибкие, что помогло повысить КПД преобразования энергии и обеспечить минимальный износ. Более того, конструкция предполагает всего лишь несколько трущихся компонентов, поэтому срок службы такого устройства достигает 20 лет. При этом особого ухода турбины не требуют. Стоит отметить также, что они изготавливаются из экологически чистых материалов.

Плюс ветряков от Freen еще и в том, что они не издают характерных шумов во время работы, так что городские жители могут быть спокойны — головные боли их мучать не будут. Благодаря башне переменной высоты и компактной вертикальной конструкции эти турбины легко устанавливаются в ограниченном пространстве.

Левитирующий генератор

Компания OpenStar Technologies презентовала левитирующий генератор энергии, использующий в работе плазму, пишет ecoticias.com. Левитация позволила ученым управлять плазмой, что сделало установку безопасной и инновационной. Этот эффект достигается благодаря высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП) и использованию бесконтактного электромагнита.



Магнитная левитация позволяет конвертировать механическую энергию в электрическую, а также удерживать плазму, пока происходит процесс расщепления атомов и высвобождения энергии.

Применение метода магнитной левитации означает, что электроэнергию можно будет вырабатывать из многочисленных локальных источников вместо крупных электростанций. Это позволит деконцентрировать выработку электроэнергии, повысить безопасность энергоснабжения и уменьшить воздействие выработки электроэнергии на окружающую среду. Кроме того, сверхпроводники и магнитная левитация могут изменить многие области: транспорт (поезда на магнитной подвеске), электронику и медицину. В дальнейшем, по мере развития технологий и снижения затрат, включение левитации в энергетические системы может стать более эффективным способом удовлетворения растущего спроса на энергию во всем мире.

Прозрачные солнечные панели

TSC (transition metal dichalcogenide, — дихалькогенид переходного металла) делает солнечные панели прозрачными, сообщает ecoticias.com.



Благодаря этому новому свойству они могут быть встроены в оконные рамы, служить лобовыми стеклами авто, или покрывать тачскрины смартфонов. Если прозрачные фотоэлементы будут внедрены повсеместно, то многие устройства и даже целые дома станут энергонезависимыми и

энергоэффективными. О зарядках и аккумуляторах можно будет забыть, ведь энергия, получаемая от солнечного света, сможет питать самую разную электронику. Средний видимый коэффициент пропускания света составляет более 70%, а это значит, что смотреть сквозь такое «стекло» вполне удобно.

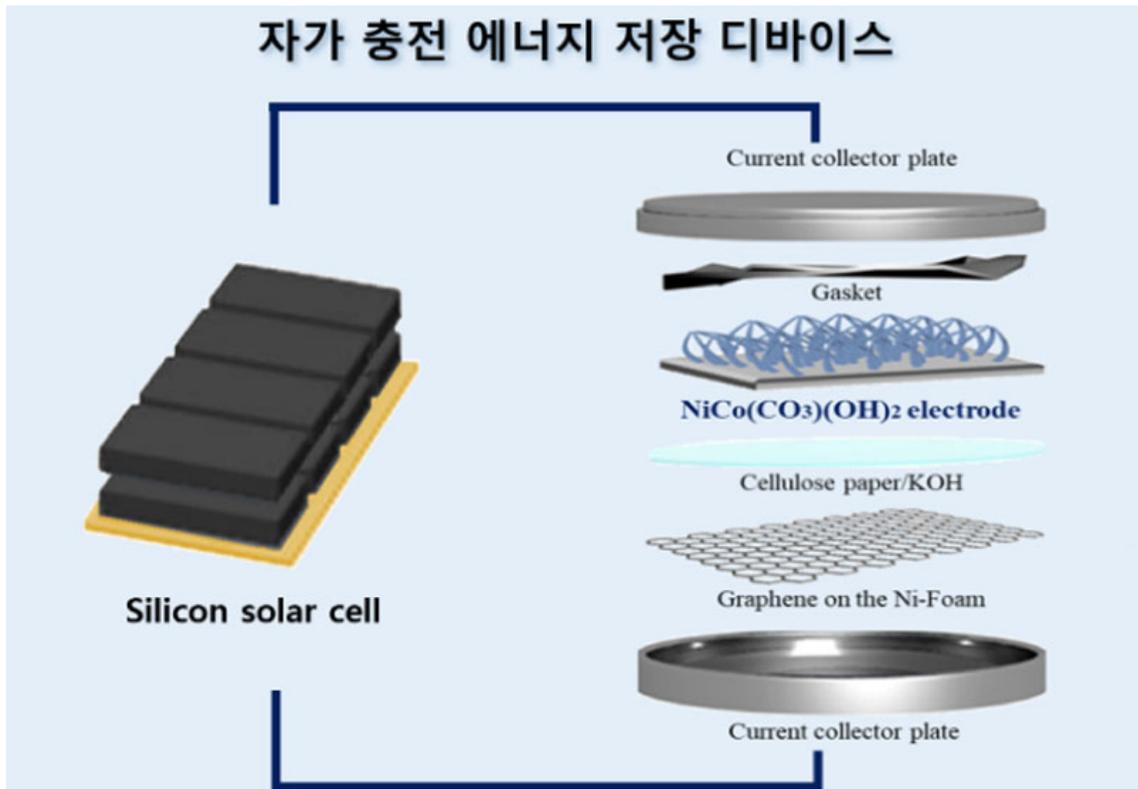
Интересно еще и то, что такие солнечные панели не будут требовать особого ухода, в отличие от кремниевых аналогов, которые сегодня устанавливают на крыши домов, фасады зданий и на балконы. Они будут такими же, как простое стекло — их нужно будет просто протереть тряпкой — и все.

Главная проблема солнечных панелей — эффективность преобразования солнечного света. Сейчас она держится на уровне 22-23%, если речь идет о коммерчески доступных фотоэлементах. Однако в случае с прозрачными аналогами коэффициент должен быть на порядок выше, чтобы энергии хватило не только на подпитку фитнес-трекера, но и устройства покрупнее, вроде электрокара.

В Южной Корее скрестили солнечные панели и суперконденсаторы — они подходят для мощных потребителей²⁵

Учёные из Института науки и технологий Тэгу Кёнбук (DGIST) в Южной Корее представили гибридную солнечную панель и суперконденсатора, что даёт ряд преимуществ по сравнению с традиционными солнечными панелями. Прежде всего, гибридные панели способны отдавать большую мощность потребителю, чем не могут похвастаться обычные панели. Также встроенные в панели суперконденсаторы способны накапливать энергию на месте, улучшая эффективность солнечной системы.

²⁵ Источник: <https://3dnews.ru/1116167/v-yugnoy-koree-bridumali-gibrid-solnechnih-paneley-i-superkondensatorov-oni-podhodyat-dlya-moshchnih-potrebiteley> Опубликовано 31.12.2024



Исследовательская группа значительно улучшила производительность существующих аналогов суперконденсаторов за счёт использования электродных материалов на основе переходных металлов (таких, как марганец, кобальт, медь, железо, цинк и другие) и предложила новую технологию накопления энергии, которая сочетает суперконденсаторы с солнечными элементами. Предложенная технология значительно улучшила производительность устройств хранения энергии, продемонстрировав значительные достижения в области плотности энергии, мощности и стабильности заряда и разряда.

Достигнутая в исследовании плотность энергии составляет 35,5 Вт ч/кг, что значительно выше, чем накопление энергии на единицу веса в предыдущих исследованиях (5–20 Вт ч/кг). Плотность мощности достигает внушительных 2555,6 Вт/кг, что значительно превышает значения, полученные в предыдущих исследованиях (до 1000 Вт/кг). Разработка демонстрирует способность быстро высвобождать большую мощность, обеспечивая немедленную подачу энергии даже для мощных устройств. Кроме того, отмечены незначительные потери в ёмкости при повторных циклах зарядки и разрядки, что подтверждает пригодность устройства к длительному использованию.

Наконец, эффективность встроенной системы накопления достигла 63 % и общего КПД на уровне 5,17 % при освещении 10 мВт/см² (это примерно в 10 раз слабее, чем в среднем от солнца в безоблачный день). В

этих параметрах исследователи видят большой потенциал для будущих коммерческих разработок, но они, безусловно, нуждаются в дальнейшем улучшении, прежде чем попадут на рынок.

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