

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Инновации в энергетике: мировой опыт

Часть 2

Ташкент 2024

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

Содержание

Возобновляемая энергетика.....	5
Современное состояние и перспективы развития ветроэнергетики.....	5
Разработан бесшумный, безлопастной ветрогенератор для городских крыш.....	14
Необычные двухлопастные ветряки стоят меньше и дают больше энергии.....	15
Бесшумная и компактная стена ветряков вырабатывает 2200 кВт ч энергии в год.....	17
Проект «стены ветряков» высотой 320 метров получил госфинансирование.....	19
Турбины SeaTwirl могут вырабатывать энергию ветра по 5 евроцентов за киловатт-час.....	20
Солнечная башня двойного типа будет вырабатывать энергию круглые сутки.....	23
В Швейцарии проводят эксперимент по установке солнечных панелей внутри железной дороги.....	25
Солнечные панели превратили воздух пустыни в источник воды для растений.....	27
В Китае подключили к электросети крупнейшую в мире солнечную ферму.....	30
Создана самая эффективная солнечная панель.....	31
Солнечная батарея толщиной с бумагу может превратить любую поверхность в источник энергии.....	33
Солнечные батареи стали прозрачными и гибкими: применить можно где угодно.....	35
Тянется, как резина: ученые создали очень гибкие и супер-эффективные солнечные батареи.....	38
Традиционная энергетика.....	40
Прощайте, ГЭС: как Америка поворачивает историю рек вспять.....	40

Как пропустить осетра через турбину живым: дизайнеры нашли ответ на главную проблему ГЭС	44
Новая технология сокращает радиоактивные отходы АЭС на 80%.....	48
Инновационные решения в энергетике.....	50
Перовскитовый tandemный фотоэлемент JinkoSolar достиг эффективности 33,34%	50
Новый tandemный перовскитовый фотоэлемент обещает эффективность 38%.....	51
Архитекторы «Бурдж-Халифы» спроектируют километровый небоскреб с гравитационным аккумулятором	52
Аккумуляторы больше не нужны: ученые придумали неожиданный способ хранения энергии.....	54
В США запустили производство перспективных натрий-ионных батарей, которые со временем могут заменить Li-ion	55
В Стэнфорде создают новый тип жидкой батареи для возобновляемой энергии	57
Тепловой генератор на жидком олове на порядок дешевле литий-ионных аккумуляторов	58
Первый промышленный морской генератор тепловой энергии запустят в 2025 году.....	60

Возобновляемая энергетика

Современное состояние и перспективы развития ветроэнергетики¹

Артем Челпанов

Актуальность исследования современного состояния и перспектив развития мировой ветроэнергетики обусловлена тем, что важно произвести оценку произошедших изменений и формирующихся тенденций в структуре рынка, где подобный анализ закладывается в основу уточнения ориентиров будущего развития, позволяет корректировать принятые концепции и планы.

Новая энергетическая модель должна предусматривать более широкое использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в том числе и ветроэнергетические установки (ВЭУ), так как традиционные топливно-энергетические ресурсы исчерпаемы и их использование связано с ростом затрат.

Мировая ветроэнергетика. Наиболее эффективным при использовании ветровой энергии за рубежом признано объединение ВЭУ в ветряные электростанции (ВЭС) для работы на объединенные электрические сети большой и соизмеримой с ВЭС мощности. На таких ВЭС, работающих параллельно с электрическими сетями, производится около 95% вырабатываемой ветровой электроэнергии в мире. Вся потенциальная возможная для реализации в течение года энергия ветра по поверхности земли оценивается в 13 $\times 10^{12}$ кВт ч. Реально же можно использовать 10...20% этой энергии.

К основным направлениям развития ветроэнергетики относятся: создание крупных сетевых ВЭС, создание коммерческих ВЭУ мегаваттного класса, снижение стоимости производимой на них электроэнергии и охрана окружающей среды.

Анализируя отчет по итогам первого полугодия 2023 года от Всемирной ассоциации ветроэнергетики (WWEA) видно, что если в первой

¹ Источник: <https://energy.media/news/29774> Опубликовано: 28.05.2024

половине 2022 года в мире было добавлено 29,8 ГВт мощностей ветроэнергетики, то за тот же период 2023 года было установлено 41,2 ГВт, то есть на 38% больше (рис. 1).

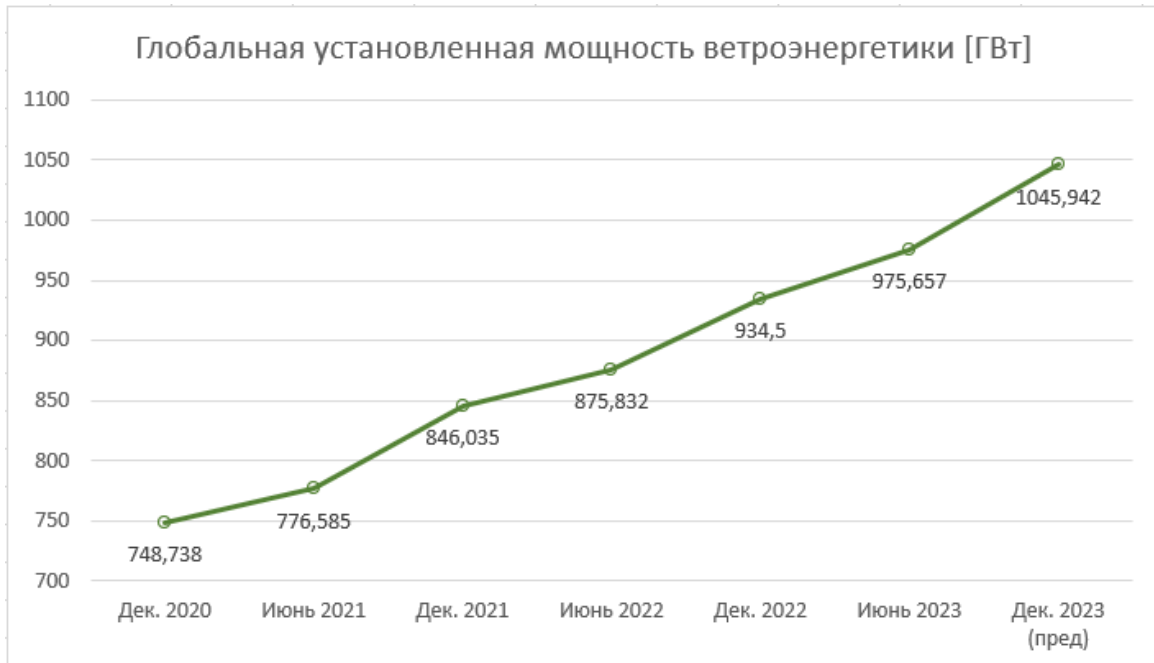


Рис. 1. Глобальная установленная мощность ветроэнергетики

Это соответствует темпам роста из года в год на 11,4%, если сравнивать общую установленную мощность на конец июня 2022 года и на конец июня 2023. Таким образом, в июне 2023 года глобальная установленная мощность составила 976 ГВт, из которых 100 ГВт были добавлены за двенадцать месяцев с июня 2022 по июнь 2023 года.

Во второй половине 2023 года ожидался постоянный рост установленной мощности ВЭС. Указывается, что общее увеличение новых мощностей составит не менее 110 ГВт в течение всего 2023 года, что станет новым рекордным показателем после всего лишь 88 ГВт в 2022 году (рисунок 2). В отчете предсказывается, что глобальная установленная мощность ветроэнергетики вскоре превысит порог в 1 ТВт и достигнет более 1045 ГВт к концу 2023 года, что соответствует действительности.



Рис. 2. Ежегодное увеличение установленной мощности ветроэнергетики

На сегодняшний день Китай занимает большую долю рынка с установленной мощностью в 23,8 ГВт за первые шесть месяцев 2023 года (табл. 1).

За ним следуют Индия, Бразилия и США, каждая из которых добавила более 2 ГВт установленной мощности. Также Германия и Франция продемонстрировали самый сильный рост в Европе, добавив более 1 ГВт каждая.

Энергия ветра в 2023 году обеспечила 19% всей электроэнергии, произведенной в Европе. Как отмечает ассоциация WindEurope, Европейский союз (ЕС) в 2023 году ввел 17 ГВт новой ветроэнергетики, что немного больше, чем в 2022 году (15 ГВт) и больше, чем когда-либо за один год. Тем не менее, это значительно меньше, чем предусмотрено целями ЕС до 2030 года: регион ежегодно должен строить 30 ГВт новых ветроэнергетических мощностей.

Таблица 1

Рейтинг стран по установленной мощности ветроэнергетики (ГВт)

Место	Страна/ Регион	Дек. 2023 (пред)	Новая Дек.22/ Июнь23	Июнь 2023	Дек. 2022	Июнь 2022	Дек. 2021	Июнь 2021	Дек. 2020
1	Китай	450,000	23,770	419,400	395,630	359,770	346,670	301,750	290,750
2	США	152,000	2,249	146,433	144,184	139,145	135,347	129,283	122,328
3	Германия	69,000	1,559	67,765	66,206	64,610	63,924	63,542	62,708
4	Индия	45,000	2,340	43,940	41,600	40,900	39,800	39,600	38,625
5	Испания	30,500	212	30,371	30,159	29,663	28,143	27,977	27,294
6	Великобритания	30,500	569	29,332	28,763	27,844	25,748	24,876	24,458
7	Бразилия	29,253	2,306	25,967	23,661	21,813	21,567	19,100	18,010
8	Франция	26,500	1,044	22,442	21,398	20,416	19,084	18,310	17,949
9	Канада	16,849	550	15,762	15,212	14,560	14,206	13,790	13,627

Место	Страна/ Регион	Дек. 2023 (пред)	Новая Дек.22/ Июнь23	Июнь 2023	Дек. 2022	Июнь 2022	Дек. 2021	Июнь 2021	Дек. 2020
10	Швеция	16,328	815	15,042	14,227	13,328	12,173	Н/Д	10,068
11	Турция	15,000	173	12,118	11,945	11,642	11,100	Н/Д	9,305
12	Италия	12,300	300	11,800	11,500	11,180	11,322	11,000	10,850
13	Австралия	11,500	705	10,839	10,134	Н/Д	9,126	Н/Д	7,296
14	Нидерланды	8,800	300	8,700	8,400	8,200	7,846	7,300	6,784
15	Мехико	7,500	5	7,317	7,312	Н/Д	7,262	Н/Д	6,789
	Остальной мир (оценка на 2023 год)	124,912	4,260	108,429	104,169	112,761	92,717	120,057	81,897
	Итого	1,045,942	41,157	975,657	934,500	875,832	846,035	776,585	748,738

Установленная мощность и производство электроэнергии ветряными станциями в России в течение последних лет

Год	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Установленная мощность, МВт	134	184	184	1 027	2 036	2 218	2420
Выработка электроэнергии, тыс ГВт □ч	0,13	0,22	0,32	1,38	3,62	5,5	5,49
Доля в совокупной установленной мощности, %	0,06	0,08	0,08	0,42	0,83	0,93	0,98
Доля ветроэнергетики в производстве электроэнергии, %	0,01	0,02	0,03	0,13	0,32	0,47	0,49

Глобальный совет по ветроэнергетике (Global Wind Energy Council, GWEC) прогнозирует, что в мире к 2027 году будут установлены ВЭУ общей мощностью 680 ГВт, а мощности новых объектов будет достаточно для электроснабжения около 657 млн домов в год.

В 2023 году установленная мощность ветровых электростанций в мире достигла 1 ТВт, а в 2030 году при условии укрепления цепочек поставок и решения других проблем достигнет 2 ТВт.

Ветроэнергетика России. Энергетические ветровые зоны России, перспективные для развития ветроэнергетики, составляют почти 5 млн км². На всей территории России технический потенциал ветроэнергетики оцениваются в 17100 млрд кВт·ч на высоте 100 метров (высота хаба современного ветрогенератора), что превышает выработку электроэнергии в Единой энергетической системе (ЕЭС) России за 2023 год почти в 17 раз. При этом длительность действия энергетического потока ветра составляет от 2 000 до 5 000 часов в год. Очевидно, технический потенциал ветроэнергетики в России превосходит объем потребления электроэнергии в стране, и эти оценки являются довольно консервативными.

Примерно 30% экономического потенциала сосредоточено на Дальнем Востоке, около 30-35% – в Западной и Восточной Сибири, 15% – в Северном экономическом районе. Наиболее перспективными для размещения ВЭУ являются побережья морей и участки их шельфов.

Развитие ветроэнергетики наиболее целесообразно в Ростовской, Волгоградской и Астраханской областях, Ставропольском и Краснодарском краях, Республике Калмыкия, Северо-Кавказском, Северо-Западном, Уральском, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах, в Запоярье, Камчатском крае и Сахалинской области.

Сегодня вся отрасль ветроэнергетики в России подвержена влиянию ряда угроз:

- угрозы неиспользования ВИЭ ввиду обширных запасов природных ресурсов, использующихся в традиционных способах выработки электроэнергии;
- малый объем инвестиций в отрасль, недостаточно развитая система государственной поддержки данного направления;
- угрозы влияния санкционных ограничений и связанных с ними факторов;
- отсутствие собственных перспективных технологий и оборудования, необходимых для размещения мощностей генерации на территории России;

- неразвитость и неопределенность в нормативно-правовом поле, регулирующем сектор ветроэнергетики.

Несмотря на вытекающие из этого актуальные проблемы, рынок является высокоперспективным, с учетом заданных стратегий развития обладает необходимым потенциалом долгосрочного ориентированного роста.

Уровень зависимости от импорта в ветроэнергетике высокий. Так, в 2022 году очередной конкурс проектов по программе поддержки ВИЭ был отложен на 2023 год – не с кем было работать. Ушли датская Vestas, финская Fortum и итальянская Enel, началась перестройка логистических цепочек.

По информации о фактическом режиме работы объектов ДПМ ВИЭ в декабре 2022 года, согласно [8], несмотря на активное санкционное давление и влияние косвенных факторов, отечественный сектор ветроэнергетики показал устойчивый рост: фактическая установленная мощность ВЭС ЕЭС составила 2218 МВт. Выработка электроэнергии ВЭС составила 5502 тыс. ГВт. Наибольший прирост наблюдался именно в сентябре – генерация в данном месяце увеличилась на 80,4%.

В 2023 же году, согласно, выработка электроэнергии электростанциями ЕЭС России составила 1134 млрд кВт·ч. Потребление электроэнергии в 2023 году составило 1121,6 млрд кВт·ч. На 01.01.2024 установленная мощность электростанций ЕЭС России составила 248164,88 МВт. В 2024 году энергопотребление в РФ может увеличиться на 1-1,5%.

В России функционируют 37 ВЭС, 7 изолированных энергосистем, 17 проектируемых и строящихся, 6 выведены из эксплуатации

По состоянию на ноябрь 2023 года, согласно [10], фактическая установленная мощность ВЭС ЕЭС России в 2023 году с учетом вывода из эксплуатации, вводов генерирующего оборудования, проведенных мероприятий по реконструкции (модернизации), а также присоединения/отсоединения генерирующих мощностей и уточнений составила 2420 МВт (26 электростанций). Выработка электроэнергии ВЭС – 5,49 тыс. ГВт. Изучив данные прошлых лет, можно составить таблицу 2, отражающую постепенный рост установленной мощности и производства электроэнергии ВЭС в России в течение этих лет.

Активнее всего ВЭС строят на юге России: в одной только Ростовской области имеются шесть ВЭС совокупной мощностью 610 МВт. В составе Адыгейской ВЭС функционируют 60 ВЭУ мощностью 2,5 МВт каждая. Кочубеевская ВЭС в Ставрополье получила 84 такие установки на площади в 75 га и может обеспечить электроэнергией город с населением 200 тыс. человек или почти половину Ставрополя.

Самую крупную в России экспортную ВЭС планирует построить компания Эн+. Проект реализуют в Амурской области, и ориентирован он на экспорт в Китай до трех миллиардов киловатт электроэнергии в год.

Мощность ветропарка – 1058 МВт, сумма вложений – 100 млрд рублей, часть из которых привлекут при участии банков Китая.

В Ставропольском крае в 2024-2029 годы планируется реализация трех крупных проектов строительства и ввода объектов ВИЭ-генерации общей мощностью 163,8 МВт: второй очереди Труновской ВЭС мощностью 35 МВт со сроком ввода в 2024 году, Симоновской ВЭС мощностью 57,5 МВт и Сотниковской ВЭС мощностью 71,3 МВт со сроком ввода в эксплуатацию в 2025 году. Отмечается, что за счет модернизации существующего оборудования мощности электростанций увеличатся еще на 6 МВт.

Российская ассоциация ветроиндустрии (РАВИ) утверждает, что к 2035 году совокупная установленная мощность ВЭС будет составлять 8 ГВт.

Таким образом, ветроэнергетический сектор постепенно набирает обороты после спада в 2022 году, исходя из вышеперечисленных данных. Меры правительств по повышению энергетической безопасности за счет увеличения доли ВИЭ начинают действовать. Начиная с 2022 года, несмотря на активное санкционное давление, рынок ветроэнергетики России не был подвержен значительному снижению и изменению. Структура рынка осталась устойчивой, более того, была увеличена общая генерация электроэнергии, приходящаяся на ВЭС. Несмотря на уход зарубежных компаний с рынка, отечественные компании продолжают наращивать собственную активность, адаптируются под изменившиеся условия функционирования и перестраивают логистические маршруты для поступления необходимых технологий.

Разработан бесшумный, безопасный ветрогенератор для городских крыш²

«Неподвижная», компактная и бесшумная турбина с генератором на магнитах разработана специально для просторных крыш промышленных зданий, торговых центров и многоквартирных домов. Каждый такой ветряк вырабатывает 5 кВт энергии, на средней крыше помещается десяток. Выработка прямо зависит от высоты здания. На крыше высотой 15 м, где сила ветра в среднем 8 м/с, система даст в год более 150 000 кВт*ч. Технология разработана и запатентована калифорнийской компанией Aeromine Technologies и должна появиться в продаже в следующем году.



Солнечные панели — не единственный способ, которым можно добывать возобновляемую энергию в городах. Там, где солнце светит не круглый год, могли бы больше пригодиться ветрогенераторы — если бы не требовали много места, не заслоняли вид, не подвергали бы опасности птиц и не издавали бы столько шума. Специалисты Aeromine Technologies спроектировали ветряк, совсем не похожий на тех гигантов с лопастями по сто с лишним метров, которые отлично подходят для прибрежных ветропарков.

Технология компании, сообщает PV Magazine, основана на применении принципов аэродинамики, например, несущих поверхностей, позво-

² Источник: <https://hightech.plus/2024/05/26/razrabotan-besshumnii-bezlopastnoi-vetrogenerator-dlya-gorodskih-krysh> Опубликовано: 26.05.2024

ляющих использовать и усиливать воздушные потоки, движущиеся вдоль поверхности здания. Конструкция занимает всего 10% места, которое обычно занимают солнечные панели и генераторы на крышах. Она не слишком испортит вид на крышу соседнего жилого дома, склада, фабрики или торгового центра. А удобное расположение позволяет получать энергию именно там, где она и нужна, экономя на линиях электропередачи.

Каждый ветрогенератор Aeromine весит около 500 кг, способен выдержать ветер с силой до 55 м/с и может быть модифицирован в устойчивую к ураганам модель, выдерживающую порывы до 70 м/с. Генератор с постоянными магнитами вырабатывает 5 кВт электроэнергии. Стандартная комплектация — десять таких генераторов на одной крыше.

По подсчетам инженеров компании, на крыше высотой 5 м и при средней силе ветра 4,5 м/с в год можно получить около 20 000 кВт*ч, а такая же система из десяти генераторов на крыше высотой 15 м, где сила ветра в среднем 8 м/с, даст в год более 150 000 кВт*ч.

Aeromine собирается выйти на рынок Северной Америки с конкретным предложением в 2025 году. А пока компания привлекла 9 млн долларов инвестиций на развитие.

Необычные двухлопастные ветряки стоят меньше и дают больше энергии³

Добывать энергию ветра лучше всего в открытом море, не мешая судоходству и птицам. Для этого существуют различные типы плавучих ветрогенераторов, но такую конструкцию, какую предлагает Touchwind, мы еще не видели. По мнению инженеров этой голландской компании, двухлопастная турбина без сложных систем управления вращением обходится дешевле и меньше простаивает.

Инновационная конструкция состоит из большой бочки — буя, который плавает под водой на цепях. К этой бочке приварена мачта, на другом конце которой расположен массивный винт с двойной лопастью. Такой винт обойдется примерно на 30% дешевле, чем классический трехлопастной. Он не требует дорогостоящей системы регулировки шагом вращения и, в отличие от большинства стандартных турбин, не отключается при силе ветра выше 90 км/ч. Его порог отключения намного выше — 250 км/ч. Чем

³ Источник: <https://hightech.plus/2023/09/14/neobichnie-dvuhlopastnie-vetrogeneratori-stoyat-menshe-i-dayut-bolshe-energii> Опубликовано: 14.09.2023

меньше простой, тем больше энергии вырабатывает турбина, сообщает New Atlas.

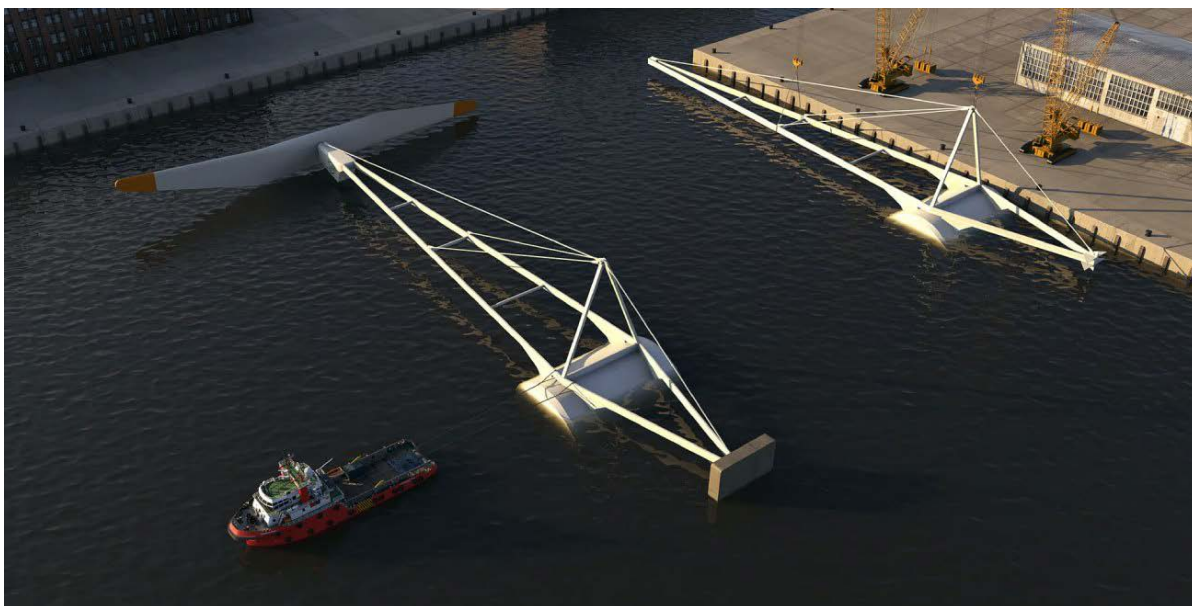


Винт закреплен на мачте, расположенной под небольшим наклоном. При низкой скорости ветра лопасти вращаются невысоко над водой, но когда ветер крепчает, они начинают крутиться быстрее, создавая тягу, как вертолет, и мачта выпрямляется. Из-за изменения плоскости лопастей сильный ветер не может раскрутить винт еще больше. А если такое все же происходит, буй поднимается над водой, становясь балластом и не давая цепям оборваться.

Как и в других конструкциях плавучих ветрогенераторов, разработка Touchwind не зависит от направления ветра и лишь пассивно плавает по поверхности, самостоятельно выбирая оптимальное направление.

По словам компании, изготовить такие ветрогенераторы можно более или менее в любом портовом доке, пригодном для обслуживания мачт длиной 200 метров. Отбуксировать и установить мачту с турбиной на 12 МВт и буй тоже не составляет большого труда.

Компания уже испытала сухопутные и морские прототипы ветрогенератора в уменьшенном масштабе, а теперь начинает расширенные испытания винта диаметром 6 м после получения инвестиций от японской судоходной компании Mitsui O.S.K. Lines. Сроки начала коммерческого применения изобретения пока не известны.



В прошлом месяце энергетический гигант Equinor и его партнеры открыли крупнейшую в мире плавучую морскую ветряную электростанцию Nuwind Tampen. Она состоит из одиннадцати 280-метровых турбин мощностью 8,6 МВт каждая. Ферма находится примерно в 140 км от норвежского побережья, глубина в этом районе достигает 300 метров.

Бесшумная и компактная стена ветряков вырабатывает 2200 кВт ч энергии в год⁴

Обычным ветрогенераторам в пределах города ловить нечего: на уровне многоэтажек ветер не достаточно сильный, а строить высокие мачты нельзя по ряду причин, не последняя из которых — шум. Частокол из спиралевидных ветрогенераторов, разработанный инженером из Нью-Йорка Джо Дюсетом, работает бесшумно. Он состоит из вертикальных турбин высотой 2 метра, стыкуется из готовых модулей и, говорят, приятен для глаз. Пять таких модулей обеспечивают все потребности средней семьи в энергии.

⁴ Источник: <https://hightech.plus/2024/06/04/besshumnaya-i-kompaktnaya-stena-vetryakov-virabativaet-2200-kvt-energii-v-god> Опубликовано: 4.06.2024



Для повышения производительности ветряков стараются максимально увеличить размер их мачт и лопастей, а также размещать их в наиболее выгодных с точки зрения ветрогенерации местах. Если небольшие солнечные панели уже можно встретить на кровле частных домов, на приусадебных участках и даже балконах, то для ветровой энергетики решений пока крайне мало.

В 2021 году Дюсет начал исследовать возможности распределенной энергетики — компактных или мобильных источников энергии — в приложении к энергии ветра. Как оказалось, их было мало, поэтому инженер решил сам разработать новый продукт, сочетающий эффективность с красотой. Так появилась Wind Turbine Wall — стена или забор из вертикальных ветряков. За последние два года Дюсет многократно тестировал прототип и переделывал его, прежде всего, размер и форму лопаток. В итоге из 16 вариантов было отобрано три, которые дошли до этапа тестирования в аэродинамической трубе.

По результатам испытаний стало понятно, что самая эффективная структура — спиралевидная. Причем максимального преимущества можно добиться, если несколько лопаток вращаются одновременно, пишет IE.

В вертикальном положении пять спиралевидных пропеллеров Wind Fence вырабатывают около 2200 кВт ч энергии в год. Таким образом, средней американской семье понадобится от пяти до восьми таких модулей размером 4,2×2,1 м, чтобы полностью перестать зависеть от энергосети.

Основанная Дюсетом компания Airiva собирается провести финальные испытания опытного образца Wind Fence до конца этого года, чтобы начать принимать первые заказы в 2025.

Проект «стены ветряков» высотой 320 метров получил госфинансирование⁵

Норвежская компания Wind Catching Systems уверена, что для более эффективной генерации энергии морского ветра стоит использовать не отдельно стоящие ветряки, а комплекс плавучих турбин высотой 320 метров. Конструкция состоит из 115 пропеллеров диаметром по 30 метров. Расчеты показывают, что эффективность такой конструкции примерно в 5 раз выше, чем у парка обычных ветряков, пусть и самых мощных. Строительство опытного образца получило финансирование от государственной компании Enova.



Пилотный проект станции будет размещен у побережья ветропарка Мехукен, в Западной Норвегии, в 2023 году. По заверениям представителей компании Wind Catching Systems, новая технология позволяет вырабатывать в пять раз больше электроэнергии в год, чем самые крупные отдельные турбины, потому что зона ометания у нее вдвое больше, чем у обычного ветрогенератора на 15 МВт. Одной плавучей стены ветряков должно хватить на обеспечение энергией 80 000 домов.

⁵ Источник: <https://hightech.plus/2023/02/13/proekt-steni-vetryakov-visotoi-320-metrov-poluchil-gosfinansirovanie> Опубликовано: 13.02.2023

Государственная компания Enova, занимающаяся проектами возобновляемой энергетики, сочла идею Wind Catching Systems достаточно перспективной, чтобы выделить на ее реализацию грант в размере \$0,9 млн. Это уже вторая инвестиция в компанию — в прошлом октябре она получила от Enova \$2,1 млн.

Компания Wind Catching Systems была основана в 2017 году. Крупнейшие доли в ней принадлежат General Motors Ventures, норвежской венчурной фирме Ferd и инвестиционной фирме North Energy ASA.

Информации о технологии компании слишком мало, чтобы оценить реальные преимущества и недостатки такой технологии, пишет Electrek. С одной стороны, разработчики делают ставку на то, что турбины меньшего диаметра окажутся эффективнее и смогут максимизировать выработку энергии на меньшей площади, а благодаря компактному размеру будут менее подвержены воздействию сильного ветра. С другой стороны, остается вопрос, действительно ли небольшие лопасти смогут вращаться настолько быстро, чтобы генерировать столько же энергии, как и огромные, отдельно стоящие ветряки?

Турбины SeaTwirl могут вырабатывать энергию ветра по 5 евроцентов за киловатт-час⁶

Шведская компания SeaTwirl утверждает, что созданные ею вертикальные ветряные турбины способны значительно снизить стоимость энергии морского ветра. Доказать это она сможет, разместив первый такой ветрогенератор у берегов Норвегии. По подсчетам экспертов, стоимость полученной электроэнергии составит 50 евро за мегватт-час.

⁶ Источник: <https://hightech.plus/2022/09/13/turbini-seatwirl-snizyat-stoimost-energii-vetra-do-25-evrocentov-za-megvatt-chas> Опубликовано: 13.09.2022



SeaTwirl была основана в 2012 году с целью реализации прототипа, созданного инженерами компании еще в 2007. Тогда это была маленький опытный образец плавучей ветровой турбины на 30 кВт. В 2015 году прототип S1 был установлен у берегов Швеции. Он возвышался на 13 метров над водой и еще на 18 метров уходил вглубь. За семь лет испытаний он доказал способность выдерживать ураганный ветер и удары волн, пишет New Atlas.

Конструкция ветряка отличается простотой и надежностью. Это турбина с вертикальной осью, которая специально разработана для плавучих платформ. Во-первых, она способна использовать ветер, дующий с любого направления, не нуждаясь в сложных и дорогих системах вращения, какие имеются у турбин с горизонтальной осью. Во-вторых, генераторы могут быть расположены у ватерлинии или ниже, что снижает требования к прочности опор и повышает устойчивость конструкции. Отсюда и снижение расходов на материалы. В-третьих, такие ветряки можно размещать ближе друг к другу, поскольку они в минимальной степени создают спутный след.

Еще одно преимущество такой конструкции заключается в простоте обслуживания и ремонта вертикальных ветряков: все самые важные и чувствительные к поломкам компоненты расположены на уровне моря, а не на большой высоте.



Высота прототипа S2x — 55 метров над водой, еще 80 под волнами. Размещать ветряк будут на глубине минимум 100 метров, чтобы он не задевал дно. Он способен выдерживать силу ветра до 50 м/с, что соответствует урагану второй степени, но будет отключать генерацию электричества при 25 м/с. Предусмотренный срок службы — 25–30 лет.

Что касается экономической выгоды, то анализ, подтвержденный сторонними экспертами, показывает: S2 может вырабатывать энергию, нормированная стоимость которой равна 50 евро за мегаватт-час.

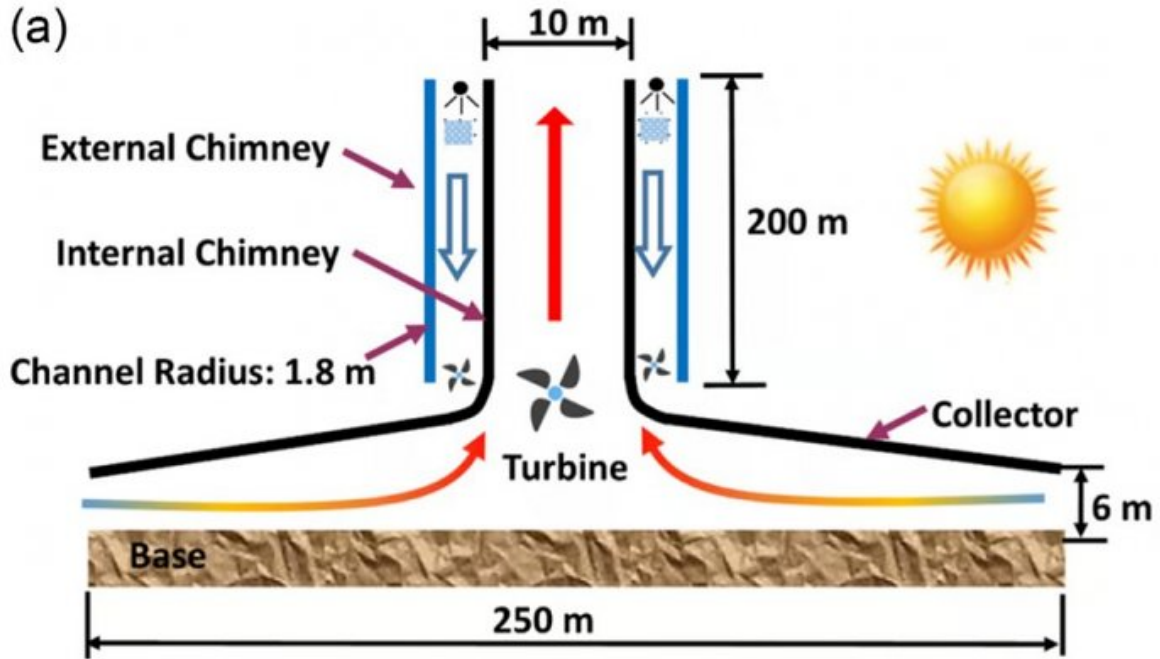
SeaTwirl разместила свою первую турбину мощностью 1 МВт у северо-восточного берега Норвегии. Ветрогенератор вступил в эксплуатацию в 2023 году, срок испытаний — пять лет. Договор о намерении подписан с компанией Westcon.

Солнечная башня двойного типа будет вырабатывать энергию круглые сутки

Исследователи из Иордании и Катара разработали проект «двойной солнечной башни» для генерации энергии. Они объединили в одну конструкцию классическую солнечную башню с восходящим движением воздуха и альтернативную версию с нисходящим воздушным потоком. Такая схема позволяет устройству работать круглые сутки и генерировать энергию без остановки.



В солнечной башне восходящего типа воздух нагревается под обширным основанием в виде теплицы, затем естественным путем поднимается по высокой трубе, попутно вращая турбину генератора. В нисходящей башне на вершине рассеивается вода, что охлаждает воздух и заставляет его опускаться, также вращая турбину. Конструкторы выстроили комплекс из десяти небольших нисходящих башен вокруг одной большой восходящей, чтобы замкнуть потоки воздуха.



Сложность с солнечными башнями в том, что для должного эффекта нужно обеспечить хорошую тягу, а для этого надо строить по-настоящему высокие трубы. В данном проекте высота только центральной трубы достигает 200 м, поэтому создать прототип для проверки работоспособности проекта не так просто. Все данные пока существуют в виде моделей.

Нижний солнечный коллектор имеет диаметр 25 м, диаметр основной внутренней трубы 10 м, у вспомогательных боковых по 1,8 м. Нисходящая система генерирует 400 МВт ч за год круглые сутки, восходящая 350 МВт ч за год во время светового дня. О стоимости выработки энергии данных нет, как и о затратах на обслуживание станции, вроде той же подачи воды, которой в пустыне всегда дефицит. По расчетам, гигантская башня будет в 2,14 раза эффективнее аналогичных проектов, но как ее сравнивать с классическими электростанциями – пока непонятно.

В Швейцарии проводят эксперимент по установке солнечных панелей внутри железной дороги⁷

Швейцарский стартап Sun-Ways объявил о реализации проекта по установке на железнодорожных путях в районе вокзала Бьютт солнечных панелей, где их разместят между рельсами.

Это не первая попытка совмещения железнодорожного полотна с солнечными панелями — ранее ее уже предпринимали итальянская компания Greenrail и британская Bankset Energy.



Основные отличия швейцарского эксперимента в том, что панели Sun-Ways — стандартные, тогда, как у их конкурентов — несколько меньше. К тому же, процесс укладки у Sun-Ways полностью автоматизирован благодаря специальному поезду. Установку 60 панелей на участке 46,2 м планируется завершить в течение лета. Бюджет проекта — \$560 000.

⁷ Источник: <https://www.techcult.ru/technics/12351-eksperiment-po-ustanovke-solnechnyh-panelej>
Опубликовано: 9.06.2023



Первоначально всю вырабатываемую электроэнергию будут потреблять местные домохозяйства, а в будущем часть ее будет направлена к электропоездам.

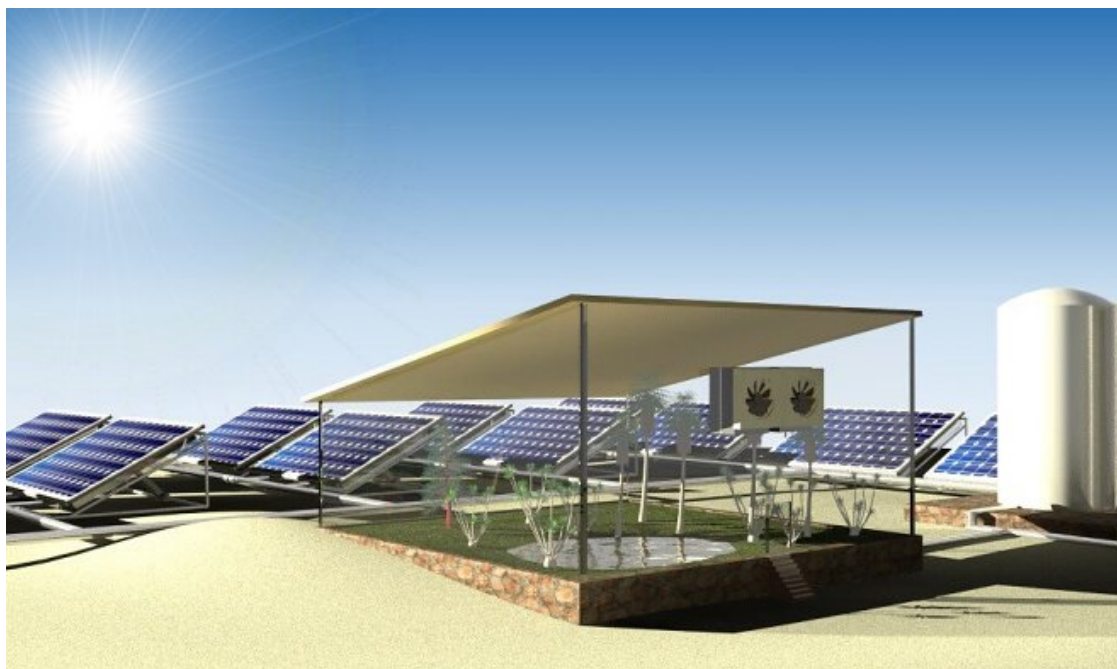
По мнению соучредителя Sun-Ways Батиста Данихерта, если эксперимент окажется успешным, то откроет перспективу покрыть панелями всю 5000-километровую сеть швейцарских железных дорог, что позволит генерировать до 1 гигаватта энергии в год. Этой мощности будет достаточно для удовлетворения потребностей в энергии 750 тыс. домохозяйств.

Укладку панелей будет осуществлять специальный, состоящий из двух вагонов поезд — в одном панели будут храниться, а другой будет их укладывать. При необходимости этот же поезд демонтирует панели.

Однако в процессе реализации проекта инженерам Sun-Ways придется решить ряд технических проблем — в частности, загрязнение панелей проходящими поездами и значительные расстояния от панелей до точек подключения к сети.

Солнечные панели превратили воздух пустыни в источник воды для растений⁸

В Университете науки и технологий имени короля Абдуллы (Саудовская Аравия) сообщили о серьезном успехе в развитии агрофотоэлектрической энергетики. Она подразумевает создание таких установок для пустынной местности, которые одновременно будут вырабатывать энергию и собирать воду для полива растений. Технология получила название WEC2P и успешно прошла первые испытания.



В основе WEC2P лежит особый гидрогель, который эффективно поглощает водяной пар, а при нагревании отдает его. Он способен аккумулировать влагу из воздуха пустыни, а в комбинации с солнечной панелью превращается в эффективный генератор воды. Ночью гидрогель поглощает влагу, а когда днем панель нагревается во время работы, он выступает в качестве системы охлаждения для нее, отбирая часть тепловой энергии. При этом нагревается сам и испаряет влагу – остается только собрать конденсат.

⁸ Источник: <https://www.techcult.ru/technology/10651-solnechnye-paneli-prevrashayut-vozduh-pustyni-v-istochnik-vody> Опубликовано: 4.03.2022



Охлаждение солнечной панели гидрогелем позволило увеличить эффективность ее работы на 9 %. В эксперименте установка площадью 1 м^2 за две недели выработала 1519 Вт ч энергии и сгенерировала 2 л воды. Собранная вода сразу же поступала в ящик с рассадой шпината. Из 60 посаженных семян проросли 57 и к концу эксперимента некоторые выросли до 18 см высотой.

Эксперимент проводили в июне, в период наибольшей жары, его результаты признали успешными. Теперь арабские ученые разрабатывают новую версию гидрогеля, способную поглощать еще больше влаги, и параллельно готовят масштабный эксперимент длительностью в год. Возможность получать и воду и электроэнергию в пустыне переоценить сложно.



В Китае подключили к электросети крупнейшую в мире солнечную ферму⁹

Новая электростанция расположена в северо-западной части региона Синьцзян. Она занимает площадь более 80 тысяч гектар, обладает мощностью 5 гигаватт и будет производить около 6,09 миллиарда киловатт-часов электроэнергии ежегодно. Этого количества энергии хватило бы, чтобы обеспечить ею 2,44 миллиона домохозяйств на протяжении года.

Электростанция, находящаяся в пустыне недалеко от столицы региона, города Урумчи, начала работу в понедельник. Управление станцией осуществляется государственной компанией Power Construction Corporation of China.

Для понимания масштаба проекта: вырабатываемой электроэнергии достаточно, чтобы обеспечить энергией целое государство, такое как Папуа-Новая Гвинея, или Люксембург на протяжении года. Кроме того, этой энергии хватит для зарядки около 2,03 миллиона автомобилей в год, при условии, что каждый автомобиль потребляет 3000 кВт ч ежегодно.

Реализация этого проекта является частью масштабного плана Китая по созданию генерирующих мощностей для производства возобновляемой энергии. Этот план предполагает установку 455 гигаватт мощностей солнечных и ветровых электростанций. Основное внимание уделяется размещению новых станций генерации в малонаселенных, но богатых ресурсами регионах, с передачей избытков энергии в крупные городские центры на восточном побережье страны.

Синьцзян является значимым регионом в мировой солнечной индустрии не только благодаря крупным солнечным и ветровым фермам, но и благодаря производству полисиликона — важного сырья для выпуска солнечных панелей.

Согласно данным Национальной энергетической администрации Китая, в прошлом году мощность солнечных электростанций в стране увеличилась на 55,2%, достигнув 216 гигаватт. Все это часть амбициозной программы Китая, направленной на достижение полной углеродной нейтральности к 2060 году.

⁹ Источник: <https://hightech.plus/2024/06/05/v-kitae-podklyuchili-k-elektroseti-krupneishuyu-v-mire-solnechnuyu-fermu> Опубликовано: 5.06.2024

Создана самая эффективная солнечная панель¹⁰

Китайская компания-производитель солнечных батарей Jinko Solar разработала тандемный фотоэлемент, который установил новый рекорд в эффективности преобразования солнечной энергии, достигнув показателя в 33,24%. Об этом говорится на официальном сайте компании.

В ходе испытаний в Шанхайском институте микросистем и информационных технологий при Китайской академии наук ячейка достигла «впечатляющей эффективности» преобразования в 33,24%. Предыдущий рекорд тандемных ячеек того же типа от Jinko Solar составил 32,33%.

Сообщается, что рекордный показатель был достигнут благодаря различным материалам и технологическим инновациям, включая ультратонкую технологию пассивированных контактов на основе поликристаллического кремния, новую технологию улавливания света, промежуточный рекомбинационный слой с высоким светопропусканием и высокой подвижностью носителей и новую технологию пассивации поверхности с использованием гибридных материалов. В качестве нижнего элемента новой ячейки был использован высокоэффективный монокристаллический солнечный элемент TOPCon N-типа.

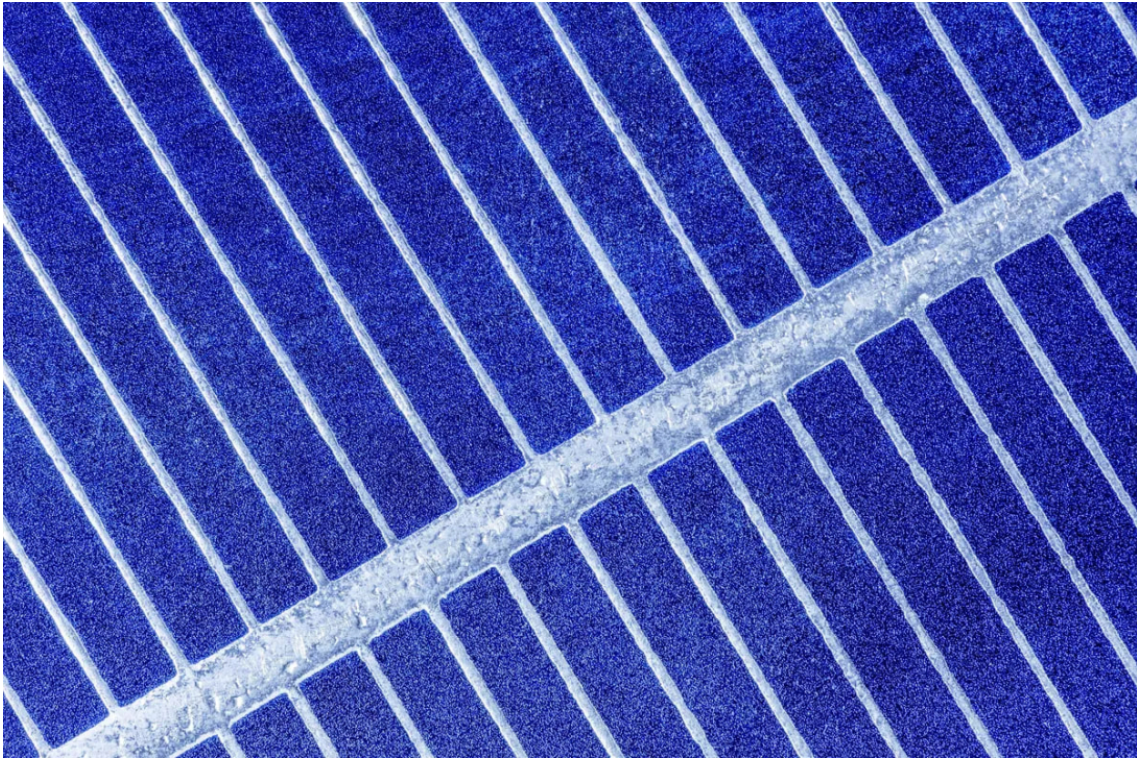
«Этот значительный прорыв еще раз подчеркивает решимость JinkoSolar постоянно расширять границы благодаря мощному потенциалу технологических инноваций», — заявил технический директор компании Цзинь Хао.

В свою очередь эксперт и автор книги «Ускорение трансформации чистой энергии в США» Чак Катчер в комментарии порталу CNET отметил, что результаты испытаний новых элементов нельзя сравнивать с реальной эффективностью доступных в настоящее время коммерческих панелей, особенно когда они используют совсем другие технологии. Элемент, подобный тому, который используется в тандемной солнечной батарее Jinko, пока не использовался столь долго, чтобы можно было судить о его долговечности.

Чак Катчер также объяснил, что тандемная панель от Jinko Solar работает, поглощая одну часть солнечного спектра из верхнего слоя, в то время как слой монокристаллического кремния поглощает другую часть солнечного спектра. Совмещение двух разных ячеек, которые собирают разные части спектра солнечных волн, — давно признанный способ повы-

¹⁰ Источник: <https://focus.ua/digital/651659-sozdana-samaya-effektivnaya-solnechnaya-panel-ekspert-ukazal-na-vazhnyu-nyuans-foto> Опубликовано 11.06.2024

сильно эффективнее, но он обходится дороже, чем конструкция с одной ячейкой, типичная для потребительских панелей.



Крупный план фотоэлемента, изготовленного из пластины монокристаллического кремния

«Всегда приятно видеть новые рекорды эффективности, установленные для различных типов солнечных элементов, но новым элементам может потребоваться некоторое время, чтобы превратить их в успешные коммерческие продукты, и они могут никогда не совершить этот переход», — сказал эксперт.

Солнечная батарея толщиной с бумагу может превратить любую поверхность в источник энергии¹¹

Ученые из Массачусетского технологического института (США) разработали сверхлегкие тканевые солнечные элементы, которые могут быстро и легко превратить любую поверхность в источник энергии, пишет news.mit.edu.



Гибкие и прочные солнечные элементы могут обеспечивать энергией носимые гаджеты, могут питать устройства при помощи которых спасатели оказывают помощь в чрезвычайных ситуациях. Они в 100 раз легче обычных солнечных панелей, генерируют в 18 раз больше энергии на килограмм и изготавливаются из полупроводниковых чернил методом печати. Исследователи уверены, что в будущем можно технологию можно будет масштабировать. Также солнечные элементы можно ламинировать и таким образом прикреплять их к самым разным поверхностям.

Кремниевые солнечные элементы довольно хрупкие, поэтому их заключают в стеклянный корпус и скрепляют всю конструкцию алюминиевой рамой, что ограничивает их использование. Однако несколько лет назад команда ONE Lab разработала солнечные элементы, используя тонкопленочные материалы, которые были настолько легкими, что могли

¹¹ Источник: <https://focus.ua/digital/540323-solnechnaya-batareya-tolshchinoy-s-bumagu-mozhet-prevratit-lyubuyu-poverhnost-v-istochnik-energii> Опубликовано 9.12.2022

быть помещены на поверхность мыльного пузыря. Но для изготовления таких солнечных батарей пришлось прибегнуть к весьма дорогостоящему методу. Поэтому о масштабировании технологии до промышленных масштабов пришлось забыть.

Позже исследователи принялись за разработку тонкопленочных солнечных элементов, которые можно было бы напечатать. Основой послужили специальные «электронные» чернила. При помощи спецтехники они нанесли несколько слоев электронных чернил на подготовленную съемную подложку толщиной всего 3 микрона. А потом методом трафаретной печати нанесли электроды на полученную структуру. Таким образом и был создан солнечный модуль. Затем печатный модуль толщиной около 15 микрон отделили от пластиковой подложки, сформировав сверхлегкое солнечное устройство.

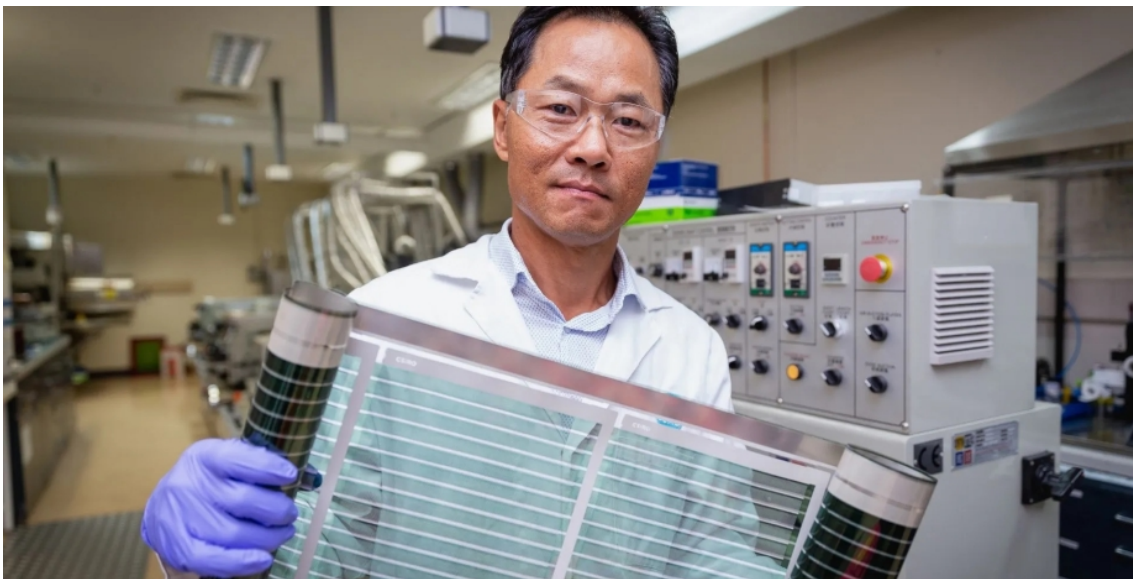
Ученые поняли, что устройство крайне хрупкое, а потому им понадобится легкая, гибкая и прочная подложка, к которой можно было бы прикрепить солнечный элемент. И они нашли идеальный материал — композитную ткань весом всего 13 граммов на квадратный метр, — Dyneema. Эта ткань изготовлена из настолько прочных волокон, что их использовали в качестве канатов для подъема затонувшего круизного лайнера Costa Concordia со дна Средиземного моря. Добавив слой УФ-отверждаемого клея толщиной всего несколько микрон, исследователи прикрепляют солнечные модули к ткани. Таким образом была сформирована сверхлегкая и механически прочная солнечная конструкция.

В ходе тестов устройство генерировало 730 ватт энергии на килограмм (без тканевой подложки) и 370 ватт на килограмм с подложкой Dyneema, что примерно в 18 раз больше мощности на килограмм, чем дают обычные солнечные батареи.

Согнув солнечную батарею более 500 раз, элементы по-прежнему работали, сохраняя 90-процентную эффективность.

Солнечные батареи стали прозрачными и гибкими: применить можно где угодно¹²

Ученые из Австралийской организации научных и промышленных исследований (CSIRO) создали солнечные элементы, напечатав их на специальном оборудовании. Они настолько гибкие, что их можно свернуть в рулон, пишет interesting engineering.



В отличие от традиционных кремниевых солнечных панелей, которые являются жесткими и тяжелыми, печатные солнечные элементы отличаются исключительной гибкостью и портативностью. Эта революционная технология позволит применить фотоэлементы в городском строительстве, горнодобывающих операциях, оказании помощи при стихийных бедствиях, в космосе, обороне и персональной электронике.

Руководитель группы CSIRO по системам возобновляемой энергии доктор Энтони Чесман, заявил, что тонкие и легкие солнечные элементы нового типа проходят тестирование в реальных условиях. «Мы решили несколько инженерных проблем и добились рекордных результатов на большой площади взаимосвязанных модулей», — сказал он.

¹² Источник: <https://focus.ua/digital/632973-solnechnye-batarei-stali-prozrachnymi-i-gibkimi-primenit-mozhno-gde-ugodno-foto> Опубликовано 13.03.2024



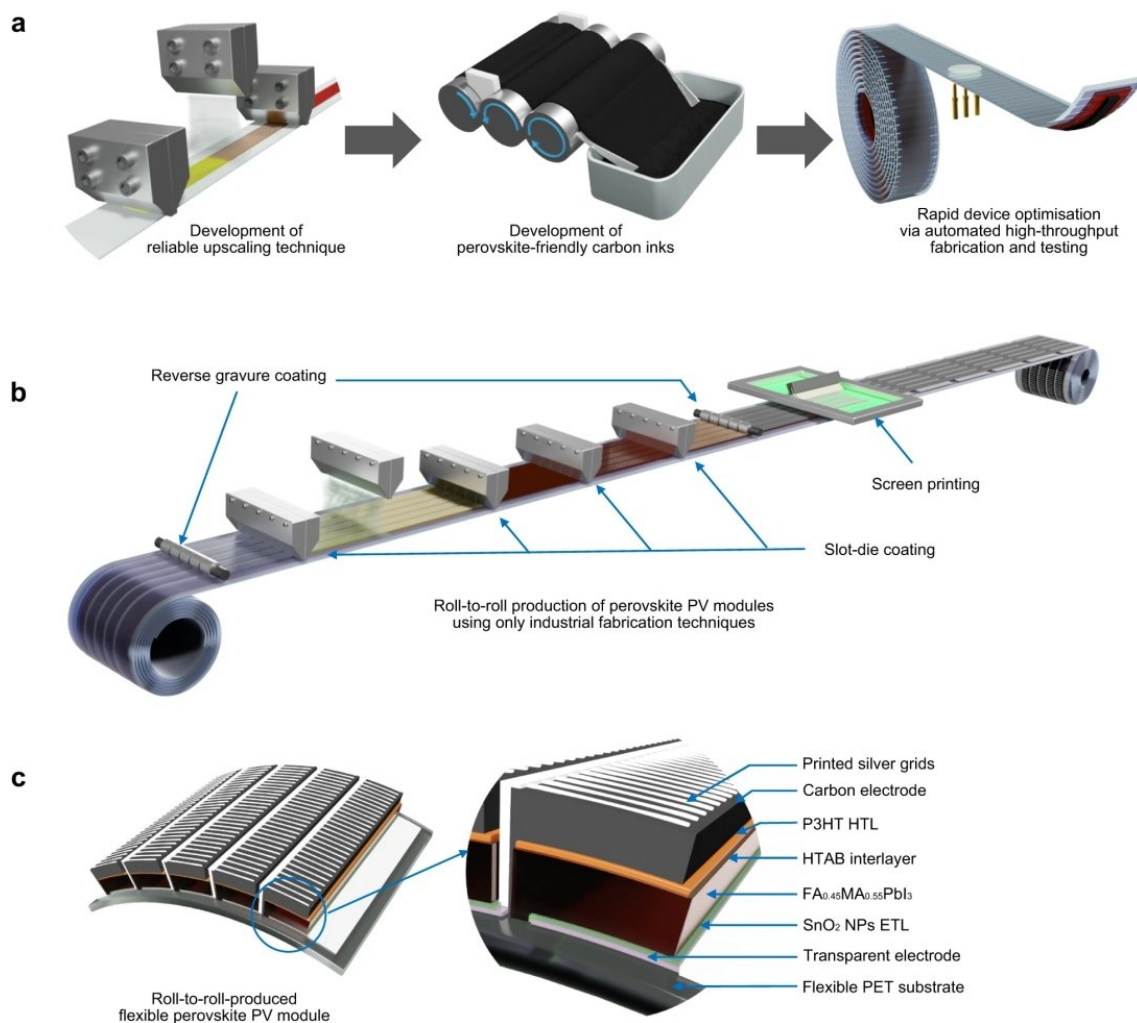
Печать гибких солнечных батарей. Фото: CSIRO

Рекордная эффективность была достигнута за счет рулонной печати, что позволило обеспечить крупномасштабное производство.

«Метод печати «с рулона на рулон» позволяет наносить фотоэлементы на длинные ленты из пластика, что может значительно увеличить скорость производства», — объясняет доктор Чесман. — «Поскольку этот метод давно и широко используется в полиграфической отрасли, это делает производство панелей еще более доступным для австралийских производителей. Успешная коммерциализация печатных гибких солнечных элементов потенциально может принести значительные экономические и экологические выгоды для Австралии и всего мира».

В дополнение к рулонной печати инновационный подход CSIRO включает использование современного материала под названием перовскит. Доктор Дуджин Вак, главный научный сотрудник CSIRO, утверждает, что перовскиты замечательны тем, что из них можно изготавливать чернила и потом использовать при печати на промышленных принтерах.

В процессе оптимизации также использовались автоматизация и машинное обучение.



Схематическое изображение гибких солнечных батарей. Фото: CSIRO

«Мы разработали систему для быстрого производства и тестирования более десяти тысяч солнечных элементов в день — то, что было бы невозможно сделать вручную», — комментирует доктор Вак. — «Это позволило нам определить оптимальные настройки для различных параметров процесса прокатки и быстро определить условия, обеспечивающие наилучшие результаты».

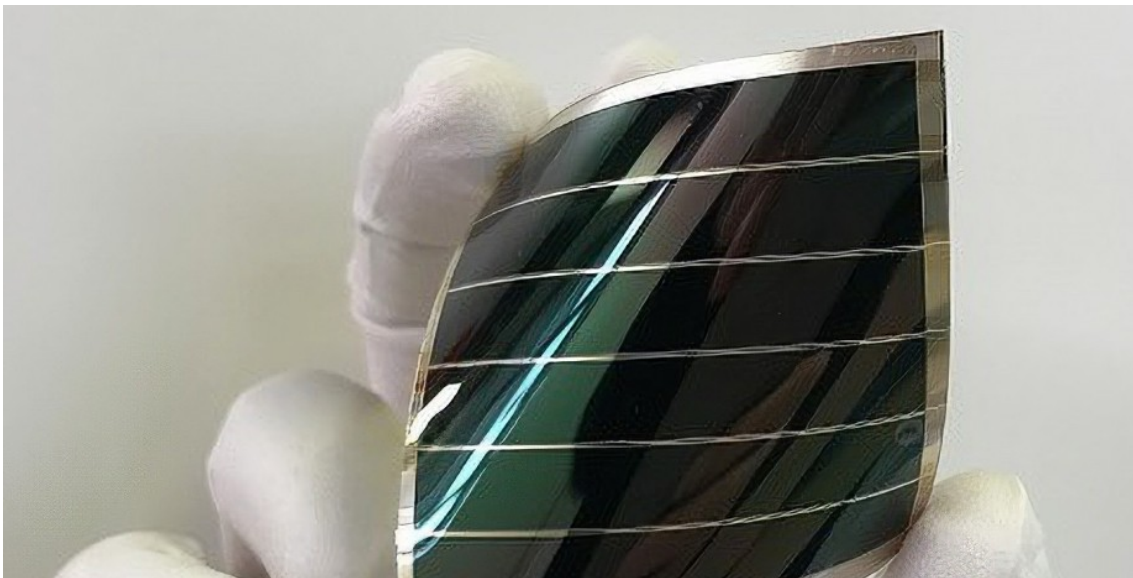
Исследователи признают, что перовскитные солнечные элементы в настоящее время уступают кремниевым солнечным панелям с точки зрения эффективности и срока службы. Однако в CSIRO уверены, что у печатной солнечной технологии большое будущее.

«Поскольку эти перовскитные солнечные элементы напечатаны на пластиковых пленках, они очень легкие, очень гибкие и портативные», — говорит доктор Чесман. — «Жесткость и вес обычных кремниевых солнечных панелей могут затруднить их транспортировку и установку».

Нашу тонкую и легкую солнечную батарею можно легко установить везде, где есть солнце».

Тянется, как резина: ученые создали очень гибкие и супер-эффективные солнечные батареи¹³

Исследователи из Корейского института передовых технологий заявили о новой разработке: фотоэлектрических элементах для солнечных батарей, которые тянутся, как резина. Они полагают, что использовать устройства можно будет для обеспечения питанием носимой электроники и разных роботов, сообщает Science daily.



В научной статье, посвященной разработке нового устройства, указано, что его можно растянуть на 40% от первоначального размера. Коэффициент полезного действия новинки — 19%. Это довольно высокий показатель, по сравнению с аналогичными устройствами. Южнокорейские уче-

¹³ Источник: <https://focus.ua/digital/618082-tyanetsya-kak-rezina-uchenye-sozdali-ochen-gibkie-i-super-effektivnye-solnechnye-batarei> Опубликовано 6.01.2024

ные уверяют, что им впервые удалось значительно повысить КПД гибкой солнечной панели.

Согласно приведенным ими данным, они соединили сверхгибкий полимер с полимером, обладающим уникальными электропроводящими свойствами. В итоге, разработчики получили проводящий и очень эластичный полимер. Затем его использовали в качестве основы, нанеся солнечные органические элементы. Так и был получен «резиновый» фотоэлемент, который при тестировании продемонстрировал 19-процентный КПД. Что касается показателей его гибкости, то они в 10 раз превышают показатели аналогичных солнечных панелей. Новую солнечную батарею можно сделать почти в 2 раза длиннее или шире, так как растягивается она на 40% от своего первоначального размера.

Ученые не только создали высокоэффективную гибкую солнечную панель, но и новый полимер для которого найдется отдельное применение в носимой электронике, например.

Традиционная энергетика

Прощайте, ГЭС: как Америка поворачивает историю рек вспять¹⁴

За последние четверть века американцы лишились уже более 2000 водохранилищ и плотин. Многие из них считались важной частью исторического наследия.



В момент, когда вы читаете эту статью, полным ходом ведется самый крупный из подобных проектов — ликвидация 4 водохранилищ на реке Кламат, что протекает по территории штатов Орегон и Калифорния.

¹⁴ Источник: <https://www.techinsider.ru/technologies/1640229-proshchaite-ges-kak-amerika-povorachivaet-istoriyu-rek-vspyat/> Опубликовано: 18.04.2024

Резервуары опустошили еще в январе и феврале, подорвав плотины взрывчаткой. Сейчас остатки разбирают, параллельно идет рекультивация ранее затопленной земли и заселение молодняка исторических видов рыб, таких как североамериканский лосось и радужная форель.

Водохранилища на диком Западе

Многим из плотин, уже разобранных или пока оставленных, уже более 200 лет. Первые европейские поселенцы строили их, чтобы поставить водяные мельницы и приводить в движение лесопилки.

Затем в конце XIX века появились первые гидроэлектростанции.



Плотина на реке Кламат до разборки

Была у этой деятельности и неприглядная сторона. Для большинства индейских племен олени и лосось составляют основу пропитания, так что белые поселенцы намеренно затопляли самые лучшие охотничьи угодья, чтобы вынудить уйти индейцев, и перегораживали плотинами реки, останавливая миграцию лосося.

Искусственные озера наших дней

Сейчас роль гидроэнергетики уже не так велика. Водохранилища стали привычной частью ландшафта для нынешних жителей, потомков прежних завоевателей. В них теперь водятся озерные виды рыб — карп,

окунь, сом и другие. Люди любят приезжать на водохранилища для отдыха, рыбалки, покататься на каноэ и даже полетать на гидроплане.

Скрытая опасность

Даже если забыть про индейцев, у водохранилищ есть немало критиков.

Для начала, вода в них застаивается и становится токсичной. Если вы бывали на российских водохранилищах в середине июльской жары, то представляется из себя, о чем речь — нагреваясь, стоялая вода покрывается толстым слоем сине-зеленых водорослей и начинает тухло пахнуть.

Наиболее старые плотины опасны и с точки зрения наводнений. Будучи примитивными по конструкции, они не оборудованы устройствами аварийного водосброса, а их ветхость вызывает опасения из-за возможного прорыва плотины в случае сильных паводков.

Из-за плотин в Северной Америке резко сократилась численность традиционных местных видов рыб - лососевых и угря.

Кто за ликвидацию плотин

Очевидно, большой движущей силой в этом направлении стали потомки тех индейцев, что вынуждены были покинуть родные места, когда их затопило. В Штатах существует немало местных обществ, объединяющих потомков бывших племен — шаста, карук, альтурас и других, - активно стучащихся во все инстанции и добивающихся восстановления своих прав.

В 1970-х произошло историческое событие: федеральные власти приняли закон, восстанавливающий индейцев в правах, включая возвращение утраченных земель. Процесс этот небыстрый, но он идет.

Экологи-консервационисты и историки поддерживают усилия этих общин.

На их стороне также находятся федеральные агентства, отвечающие за контроль за безопасностью, и даже сами энергетики. Власти требуют, чтобы плотины поддерживались в технически безопасном состоянии. Для этого им нужна реконструкция и ремонт — в том числе, оборудование устройствами аварийного сброса и рыбоподъемниками для миграции лосося. Зачастую энергетической компании дешевле разобрать плотину, чем отремонтировать ее снова и снова. Тем более, что в наши дни существует другие виды чистой энергии.

Кто против ликвидации плотин

Для многих местных жителей искусственные озера стали важной частью их жизни. Даже если их предки поступали неправильно, для нынешнего поколения это родная земля и они чувствуют, что их интересы тоже должны быть учтены. Многие уверены, что будут испытывать ностальгию, если водохранилище исчезнет. А те, кто живет на берегу, опасаются, что стоимость их недвижимости резко упадет.

Как ликвидируют плотины

Из-за этих противоречий каждому проекту ликвидации предшествуют упорные общественные дебаты. Однако дебаты — это важный и нужный этап, позволяющий учесть интересы всех сторон и не оставить обиженных.

Когда согласие найдено, начинаются работы. Платину так или иначе открывают - поднимают специальную створку, либо, если ее нет, то проделывают в плотине дыру, как в случае на реке Клакат.

Вода устремляется вниз грязным потоком. На несколько недель вода на всем протяжении реки ниже по течению становится непригодной для питья или для жизни рыб. Пришшая водная фауна, те же карпы и окуни, быстро исчезают.

В это время уже ведется подготовка к следующим этапам. Волонтеры заготавливают семена местных растений, в питомниках выращивается молодняк миграционных рыб, которых заселят в реку вместо погибших.

Плотина тем временем разбирается.

В этот период бывшее дно водохранилища становится непроходимым из-за толстого слоя ила — в этой почве можно легко увязнуть, как в болоте. Чтобы оно не заросло сорными травами, его тут же начинают засаживать семенами эндемных растений, применяя для этого авиацию.

Наконец, бурная деятельность завершается, но еще несколько десятилетий команды экологов отслеживают состояние реки и окружающих ее земель, чтобы получить устойчивый природный баланс.

Как пропустить осетра через турбину живым: дизайнеры нашли ответ на главную проблему ГЭС¹⁵

Много ли рыбы гибнет на лопатках турбин гидроэлектростанций? И если да, то как этого избежать? Возможно, в текущем десятилетии человечество, наконец, ответит на оба вопроса.

«Что произойдет, если рыбу затянет в турбину?» У любого человека, знакомого с конструкцией гидроэлектростанций, хоть раз в жизни да возникал этот вопрос. С него и начнем нашу историю.

Опасны ли ГЭС для рыб

Общий ответ – да. В водозаборные отверстия крупных и мелких гидроэлектростанций по всему миру ежегодно затягивает миллионы особей, и значительную часть из них выбрасывает из водосброса мертвыми или смертельно искалеченными.

Каков шанс остаться в живых после прохождения через «туннель смерти», до последнего времени не было точно известно. Но вот в 2022 году группа исследователей из Института пресноводной экологии и внутреннего рыболовства Ассоциации Лейбница (IGB) свела, наконец, вместе огромный объем данных со всего мира. Оказалось, что в среднем 22,3% рыб гибнет при прохождении через ротор. У длинных и узких угрей смертность достигала 40% — печально, но факт.

Так что данная проблема стоит того, чтобы занять ее решением лучшие инженерные умы нашего времени.

Какая живность страдает сильнее всего

Согласно тому же исследованию, в зоне риска оказались самые ценные виды (почему меня это не удивляет?). В их число входят лосось, форель, ставрида, все осетровые и угри. Все эти рыбы относятся к мигрирующим: в молодости они плывут из реки в море, а перед нерестом назад. И каждый раз встречаются на своем пути плотину... и тот самый «тоннель смерти».

¹⁵ Источник: <https://www.techinsider.ru/technologies/1633617-kak-propustit-osetra-cherez-turbinu-jivym-dizainery-nashli-otvet-na-glavnuyu-problemu-ges/> Опубликовано: 24.02.2024

Также сильно страдают речные рыбы, которые не держатся одного места обитания, а свободно перемещаются вверх и вниз по течению, например, щука и елец.

Чем опасны турбины

Конструкторы турбин всегда стремились повысить их КПД. Для этого лопатки должны быть максимально обтекаемыми, с острой передней кромкой, а ротор должен вращаться довольно быстро. Не приведи случай форели или стерляди оказаться на пути этого лезвия.

Решения, хорошие и не очень

Еще до появления надежных научных данных специалисты по экологии понимали, что проблема существует. Поэтому различные решения опробуются довольно давно и рыбозащитными сооружениями оборудованы многие плотины.



Рыбоход плотины Джона Дя на реке Колумбия, США

Один из самых проверенных и доказанно рабочих вариантов – это рыбопропускные сооружения, чаще всего в форме так называемой «рыбной лестницы». По сути, это канал в обход плотины, по которому лесенкой

стекает поток воды. Когда рыбный косяк мигрирует вверх по течению, отдельные особи преодолевают стенки так же, как в дикой природе преодолевают пороги. Аналогично происходит и миграция вниз по течению.

Однако и у таких сооружений есть изъян. Они хорошо пропускают рыбу вверх и, как ни парадоксально, плохо пропускают вниз. Вместо того, чтобы отправиться в обводной канал, многие животные выбирают водозабор турбины.

Энергетики пробуют защищать водозабор с помощью сеток или отпугивателей. Однако и те, и другие неидеальное решение. Например, чтобы не пропустить личинки угрей, ячейки сетки должны быть не шире 2 мм. Такая сетка быстро забивается и замедляет поток, снижая КПД всей электростанции.

Поэтому идеальным решением были бы травмобезопасные турбины. И в 2020-х годах применение таких модификаций, наконец, начало расти.

Одним из самых перспективных считается турбина типа Alden, разработанная совместно Научно-исследовательским институтом электрической энергии в США и лабораторией Alden. При КПД 90% ее ротор пропускает неповрежденными 90% особей рыб.

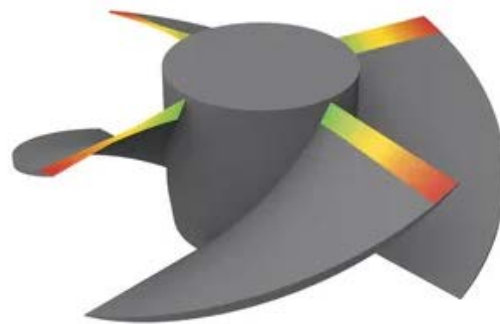


При КПД 90% ротор турбины типа Alden пропускает неповрежденными 90% особей рыб

Еще более привлекательный вариант, представила компания Natel Energy. Разработанная ею модель турбины Restoration Hydro Turbine (RHT) уже работает на трех ГЭС в штатах Орегон и Мэн и в Австрийских Альпах. В одном из экспериментов, 131 угря пропустили через ротор RHT, вращающийся на приличной скорости 667 об/мин, и все они выскочили из турбины невредимыми.



Curved Blade
Restoration Hydro Turbine



Straight Blade
Conventional Low Head Turbine

Слева ротор турбины RHT, справа – турбины традиционной конструкции

Интересно, что в одном из случаев такая турбина была установлена не на заново построенной, а на уже работающей ГЭС «Мельница водопадов свободы» (Freedom Falls Mill), построенной почти 200 лет назад. Это доказывает, что модернизация существующих ГЭС ради сохранения речной фауны, в том числе российских, возможна на практике. Осталось заинтересовать в этом тех, кто может и должен принять такое решение.

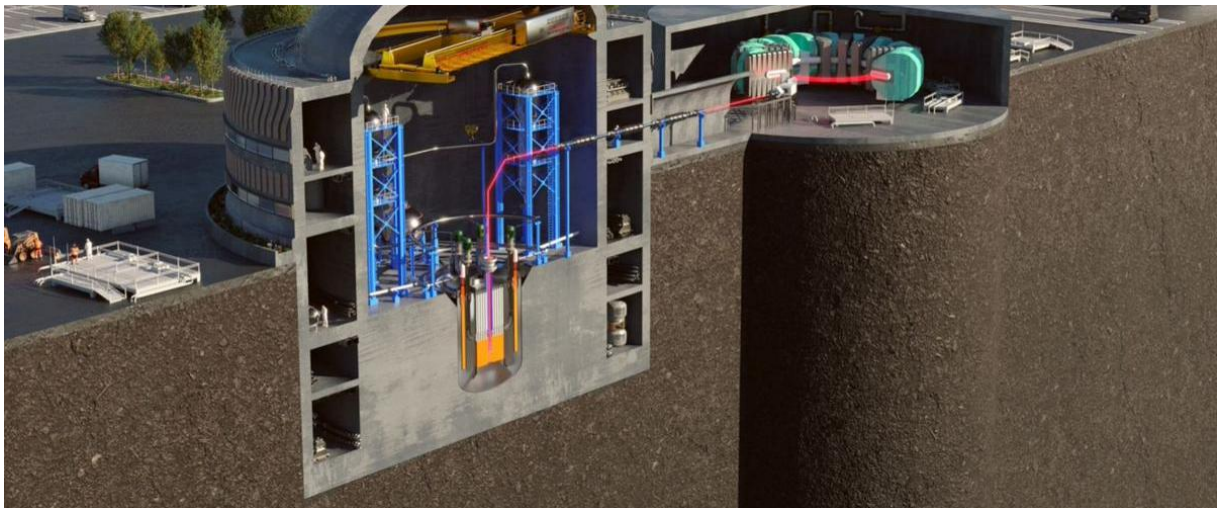
Половинчатое решение

У гидроэлектростанций много достоинств и недостатков, и гибель рыб – лишь один из них. Водохранилища затапливают большие территории, которые можно было бы иначе использовать с большей пользой, а вода в них застаивается и портится. С другой стороны, с появлением гидроэлектростанций катастрофических наводнений стало меньше.

В долгосрочном плане, человечеству все же придется найти им альтернативу. А рыбозащитные турбины позволят выиграть время, убрав как минимум один серьезный минус.

Новая технология сокращает радиоактивные отходы АЭС на 80%¹⁶

Топливо для ядерного деления остается радиоактивным сотни тысяч лет — намного дольше, чем используется полученная из него энергия. Швейцарская компания Transmutex, основанная бывшими учеными ЦЕРН, разработала новый подход к ядерной энергии, который может снизить радиоактивность ядерных отходов на 80%. Технология Transmutex основана на трансмутации элементов — превращении одного элемента в его изотоп или вовсе в другой элемент. С помощью ускорителя частиц слабо радиоактивный элемент, например, торий, преобразовывается в изотоп урана, который можно сразу же переработать. Полученный уран не производит плутоний и другие отходы.



¹⁶ Источник: <https://hightech.plus/2024/05/28/novaya-tehnologiya-sokrashaet-radioaktivnie-othodi-aes-na-80> Опубликовано: 28.05.2024

По сути, это тот же принцип, который безуспешно пытались применить алхимики, стремясь превратить металлы в золото. Там, где алхимики потерпели неудачу, бывшим ученым из ЦЕРН удалось добиться успеха. Исследователи предлагают использовать слабо радиоактивный элемент, такой как торий, и с помощью ускорителя частиц трансмутировать его в изотоп урана.

Ускоритель соединен с установкой ядерного деления, где полученный новый уран можно сразу же переработать. Однако, в отличие от традиционного урана, используемого на современных АЭС, этот уран не производит плутоний или другие высокоактивные отходы.

Технология в течение нескольких месяцев проверялась Nagra — швейцарским национальным органом по обращению с ядерными отходами. Учреждение пришло к выводу, что Transmutex может сократить объем образующихся ядерных отходов на 80% и уменьшить время, в течение которого они остаются радиоактивными, до менее чем 500 лет. Эту технологию можно также применить к 99% существующих ядерных отходов.

Однако строительство ускорителя возле каждой АЭС обойдется очень дорого, учитывая, что ЦЕРН потратил почти \$5 млрд на создание Большого адронного коллайдера. Еще одна трудность — негативное отношение к ядерным технологиям в целом. Германия постепенно отказалась от атомных электростанций, а Швейцария планирует закрыть свои четыре действующие АЭС. Технология Transmutex может стать спасательным кругом для этих объектов, если правительство одобрит ее внедрение. Transmutex уже привлекло частное финансирование для своей разработки, а положительная оценка со стороны Nagra — еще один шаг вперед.

Что касается эксплуатационной безопасности, атомная электростанция, работающая на технологии Transmutex, также может быть остановлена всего за две миллисекунды. Согласно заявлению компании, это беспрецедентный показатель для технологий ядерного деления.

В поисках путей отказа от ископаемого топлива страны вновь обращают внимание на технологию ядерного деления. На прошлогодней конференции COP28 двадцать государств решили утроить свою ядерную энергетику в ближайшие 25 лет, однако при этом планы долгосрочного хранения отработанного топлива все еще не разработаны. В Финляндии, например, планируют хранить ядерное топливо на глубине сотен метров ниже уровня моря в течение более 100 000 лет. По мере того, как страны наращивают производство ядерной энергии, потребуется большее количество подобных хранилищ отходов. Этого можно избежать при условии внедрения технологических решений, подобных разработке Transmutex.

Инновационные решения в энергетике

Перовскитовый tandemный фотоэлемент JinkoSolar достиг эффективности 33,34%¹⁷

Наилучших результатов кремний и перовскит достигают, когда работают сообща. Это происходит благодаря их способности поглощать свет из разных частей спектра излучения. Китайский производитель солнечных панелей JinkoSolar сообщил о достижении высокой эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую для tandemных фотоэлементов из перовскита и кремния на основе пластины n-типа. Новый рекорд — 33,34%. И потенциал для дальнейшего роста еще есть.

Прорыв в эффективности преобразования солнечной энергии для перовскитовых tandemных фотоэлементов был достигнут, как пишет PV Magazine, благодаря применению различных материалов и инноваций, включая технологию сверхтонких поликремниевых пассивированных контактов, новый метод светопоглощения, промежуточный слой рекомбинации с высокой светопрозрачностью и мобильностью носителя, а также благодаря эффективной технологии пассивации поверхности при помощи гибридных материалов.

Новое достижение — 33,34% — демонстрирует высокий потенциал перовскит-кремниевых tandemных фотоэлементов нового поколения, которые преодолевают ограничения эффективности однопереходных кремниевых фотоэлементов. Результаты испытаний новинки подтвердил Шанхайский институт микросистем и информационных технологий. Промышленное достижение JinkoSolar для фотоэлементов того же типа — 32,33%.

По подсчетам ученых из Германии, практическая эффективность преобразования для перовскитовых tandemных фотоэлементов в потенциале достигает 39,5%. Для преодоления этого значения придется вносить существенные изменения в архитектуру элемента, меняя бакминстерфуллерен на более прозрачный слой переноса электронов. Кроме того, нужно будет найти более прозрачную альтернативу слоям оксида олова-индия.

¹⁷ Источник: <https://hightech.plus/2024/06/03/perovskitovii-tandemni-fotoelement-dostig-effektivnosti-3334> Георгий Голованов Опубликовано: 3.06.2024

Достижение китайских ученых — не рекорд для перовскитовых tandemных фотоэлементов. Его удерживает с ноября 2023 года другой производитель из КНР, компания Longi, показавший элемент с производительностью 33,9%. А команда специалистов из университета KAUST Саудовской Аравии объявила за несколько месяцев до этого о разработке перовскит-кремниевого tandemного устройства с эффективностью 33,7%.

В прошлом году команда исследователей из Бангладеш разработала и смоделировала полностью неорганическое tandemное устройство из слоя меди, индия, галлия и селена и слоя перовскита, напряжение которого может достигать 2,48 В. Предложенный учеными метод применим к двойным фотоэлементам, созданным и из других материалов.

Новый tandemный перовскитовый фотоэлемент обещает эффективность 38%¹⁸

Команда исследователей из Бангладеш разработала и смоделировала полностью неорганическое tandemное устройство из слоя меди, индия, галлия и селена и слоя перовскита, напряжение которого может достигать 2,48 В. Предложенный учеными метод применим к двойным фотоэлементам, созданным и из других материалов.

Главной задачей исследования был поиск эффективного сочетания нетоксичных солнечных элементов с высокой производительностью, чтобы эта архитектура позволила сэкономить время и усилия на этапе подготовки устройства к массовому производству, сообщает PV Magazine. Ученым из Юго-Восточного университета и Университета свободных искусств удалось добиться коэффициента преобразования энергии 38,39% без использования токсичного свинца.

Предложенная архитектура фотоэлемента состоит из верхнего, абсорбирующего слоя из перовскитового материала и нижнего слоя из меди, индия, галлия и селена. Их структурные параметры оптимизированы для достижения максимально возможной эффективности. Моделирование различных параметров производительности фотоэлемента проводилось в про-

¹⁸ Источник: <https://hightech.plus/2023/10/03/novii-tandemni-perovskitovii-fotoelement-obeshaet-effektivnost-38> Опубликовано: 3.10.2023

грамме SCAPS-1D, разработанной бельгийскими учеными. В частности, при определении оптимальной толщины поглощающего свет слоя было установлено, что эффективность начинает постепенно нарастать при толщине от 100 нм, а при 1000 нм достигает максимальных значений.

ПО показало, что потенциальная производительность верхнего и нижнего слоев составляет 24,66% и 25,06%, соответственно. Плотность тока для обоих подэлементов — около 18,64 мА/см². Суммарное напряжение двойного элемента — 2,48 В, у верхнего слоя оно больше из-за относительно большого значения напряжения разомкнутой цепи. В ходе моделирования тандемный фотоэлемент продемонстрировал эффективность 38,39%. Коэффициент заполнения — 83,4%.

«Показатели эффективности предложенного солнечного элемента с двойной структурой превосходят показатели, опубликованные в самых свежих научных журналах», — заявили исследователи.

Архитекторы «Бурдж-Халифы» спроектируют километровый небоскреб с гравитационным аккумулятором¹⁹

Американское архитектурное агентство Skidmore, Owings & Merrill, спроектировавшее самый высокий в мире небоскреб «Бурдж-Халифа», хочет побить свой рекорд и построить жилой дом высотой 1 км. Мало того, здание будет одновременно служить гигантским накопителем энергии, какие разрабатывает швейцарский стартап Energy Vault. Соглашение уже заключено, предварительные работы ведутся.

Energy Vault и Skidmore, Owings & Merrill объявили о партнерском соглашении по интеграции накопителя энергии в архитектурный дизайн. Архитектурное агентство разработает стационарные и развертываемые конструкции для гравитационных накопителей энергии следующего поколения, интегрирует их в жилые многоэтажные дома для городской среды и здания для естественной среды. Совместная работа над оптимизацией кон-

¹⁹ Источник: <https://hightech.plus/2024/06/07/arhitektori-burdzh-halifi-sproektiruyut-kilometrovii-neboskreb-s-gravitacionnim-akkumulyatorom> Опубликовано: 7.06.2024

струкций уже ведется на протяжении последнего года, говорится в пресс-релизе Energy Vault.



Компания Energy Vault разрабатывает системы накопления энергии в бетонных блоках, которые поднимают на большую высоту. Лебедки питаются от излишков электроэнергии, поступающих, например, от солнечных батарей или ветрогенераторов. Когда в энергии возникает потребность, груз опускается, отдавая потенциальную энергию, которая снова превращается в электричество. Опытные гравитационные накопители Energy Vault уже построены в Швейцарии, Китае, Египте, Греции и в странах Южной Африки. На очереди США.

Для размещения кранов, поднимающих блоки, нужны полые конструкции от 300 до 1000 м высотой. По подсчетам инженеров Energy Vault, емкость таких аккумуляторов может достигать многих ГВт ч, то есть они смогут обеспечить электричеством не только само здание, но и соседние дома.

Помимо бетонных блоков компания предлагает и новое для себя решение — гидроэнергохранилище. Наверху небоскреба размещается резервуар с водой, которая закачивается по трубам, а когда надо — падает сверху и вращает турбину, вырабатывая электроэнергию.

Хотя на бумаге эти задумки выглядят реалистично, практическое воплощение может столкнуться с рядом серьезных сложностей, начиная от слишком высокой массы до проблем с обслуживанием и общей эффективности. Но главное препятствие, по мнению New Atlas, — рентабельность: само здание требует много пространства, большая часть которого, однако, отводится системе накопления энергии, так что доход с него может оказаться слишком низким.

Аккумуляторы больше не нужны: ученые придумали неожиданный способ хранения энергии²⁰

Объединив цемент с проводящей сажей, исследователи из Массачусетского технологического института (MIT) создали твердый материал, способный сохранять энергию без проводов и аккумуляторов. Подробности рассказало издание Interesting Engineering.

Ученые использовали три легкодоступных ингредиента — цемент, воду и похожее на сажу вещество, называемое «черным углеродом» (carbon black). В итоге они получили энергосберегающий бетон, из которого сделали суперконденсатор. В ходе тестов с его помощью удалось передать электричество светодиоиду. Хотя такой суперконденсатор не является полной заменой традиционным батареям, он может изменить подход к хранению энергии, уверены разработчики.

Полученный экспертами материал пронизан микроскопическими путями, через которые проходит электричество. Эти каналы позволяют суперконденсатору быстро накапливать большое количество энергии, что делает его идеальным для улавливания избыточной энергии из возобновляемых источников, таких как солнце и ветер. Из такого материала можно построить дом, работающий от солнечных батарей. Жильцы смогут использовать солнечную энергию в течение дня, а энергию, накопленную, например, в фундаменте — в ночное время.

Способность быстро улавливать и высвободить энергию особенно ценна для непостоянных возобновляемых источников. В отличие от Солнца, которое не всегда светит, или ветра, который не всегда дует, солнечные и ветряные электростанции производят электроэнергию, которая пропадает зря, если ее не хранить. Традиционные батареи, основанные на таких материалах, как литий, создают экологические проблемы и имеют проблемы в цепочке поставок. А углеродно-цементные суперконденсаторы MIT могут стать альтернативой, поглощая избыточную энергию и при необходимости возвращая ее обратно в сеть.

Потенциально применять технологию можно не только для постройки частных домов, но и к прокладыванию дорог, оснащенных суперконденсаторами, которые будут заряжать электромобили по беспроводной се-

²⁰ Источник: <https://focus.ua/digital/651903-akkumulyatory-bolshe-ne-nuzhny-uchenye-pridumali-neozhidannyy-sposob-hraneniya-energii> Опубликовано 12.06.2024

ти во время движения. Кроме того, самые разные здания могут быть построены на энергоаккумулирующих фундаментах.

Однако существуют и определенные проблемы. Бетонные суперконденсаторы в настоящее время быстро разряжаются, что делает их непригодными для приложений, требующих стабильной выходной мощности. Кроме того, производство цемента негативно влияет на окружающую среду. Поэтому необходимы дополнительные исследования для решения проблем масштабирования этой технологии и смягчения ее воздействия на экологию.

В США запустили производство перспективных натрий-ионных батарей, которые со временем могут заменить Li-ion²¹



²¹ Источник: <https://www.techcult.ru/technology/13740-proizvodstvo-natrij-ionnyh-batarej> Опубликовано 6.05.2024

Компания Natron Energy официально запустила на заводе в Мичигане производство батарей натрий-ионного типа, которые должны составить главную конкуренцию нынешним литий-ионным накопителям энергии. Замена будет происходить не быстро, производственные возможности завода оцениваются всего в 600 мегаватт в год. Первыми новые батареи получают датацентры, которые обслуживают системы искусственного интеллекта.

Natron Energy называет себя первой компанией, которая сумела перейти от лабораторных исследований к практическому применению натрий-ионных батарей. Это не удивительно, так как плотность энергии у них невелика — в 2022 году она оценивалась в 70 Вт·ч/кг. Это делает их неконкурентоспособными в сравнении с литиевыми аналогами при использовании в мобильных устройствах и в электротранспорте, однако стационарные объекты — другое дело.



Промышленный бесперебойный источник питания BlueRack250
на натрий-ионных аккумуляторах

Перезарядка натрий-ионных батарей происходит в 10 раз быстрее литиевых, и они выдерживают 50 000 циклов перезарядки. Также они не склонны к возгоранию, стабильны в работе и их проще утилизировать. Но куда важнее то, что запасы натрия на планете в 500-1000 раз превышают запасы лития, и добывать данное вещество куда проще.

К тому же, добыча натрия наносит меньший урон окружающей среде по сравнению с литием. Натрий не является предметом геополитических разногласий, государства не спорят из-за возможности его добывать – по крайней мере, пока производство батарей на его основе невелико. Остальные компоненты этих накопителей энергии изготовлены из марганца, железа и алюминия — также весьма доступного сырья.

В Стэнфорде создают новый тип жидкой батареи для возобновляемой энергии²²

Энергия солнца и ветра ненадежна. И если уж хочется быстро перейти на возобновляемые источники, требуются эффективные аккумуляторы, которые смогут обеспечить электричеством людей и предприятия ночью, зимой или в штиль. Команда ученых из Стэнфорда (США) предложила новый способ хранения возобновляемой энергии с помощью жидких органических носителей водорода (ЖОНВ). В будущем он может превратиться в эффективную, долговечную и доступную «жидкую батарею».

Современные аккумуляторы для смартфонов или электромобилей созданы по литий-ионной технологии. Однако для удовлетворения нужд чистой энергетики необходимы другие типы накопителей. Один из вариантов — ЖОНВ, способные накапливать и выделять водород при помощи катализаторов и изменения температуры.

Стэнфордские ученые исследовали возможности изопропанола и ацетона в качестве ингредиентов жидкой батареи. Изопропанол — жидкая форма водорода высокой плотности, для хранения и перевозки которого достаточно существующей инфраструктуры. Вдобавок, при выделении из

²² Источник: <https://hightech.plus/2024/06/14/v-stenforde-sozdayut-novii-tip-zhidkoi-batarei-dlya-vozobnovlyaemoi-energii> Опубликовано 14.06.2024

изопропанола водорода не происходит эмиссия углекислого газа, пишет Stanford News.

Однако технологии производства изопропанола электричеством неэффективны. Два протона воды и два электрона можно преобразовать в газ водорода, а затем получить из него изопропанол, но газообразный водород в этом процессе мешает. У него слишком низкая плотность на единицу объема.

Желая найти способ получения изопропанола напрямую из протонов и электронов без газообразного водорода, ученые создали катализатор из иридия, избирательно связывающий два протона и два электрона с ацетоном. Открытием стало применение в качестве дополнительного катализатора металла кобальтоцена. Он помог доставить протоны и электроны к иридиевому катализатору, не выделяя водород.

«Мы разрабатываем новую стратегию выборочного преобразования и долгосрочного хранения электрической энергии в жидком топливе, — сказал Роберт Веймаут, руководитель команды исследователей. — Кроме того, мы открыли новую выборочную каталитическую систему для хранения электрической энергии в жидком топливе без выработки газообразного водорода».

Ученые планируют продолжить исследование других катализаторов из неблагородных щелочноземельных металлов, например, железа, чтобы сделать жидкие органические носители водорода более эффективными и доступными накопителями энергии.

Тепловой генератор на жидком олове на порядок дешевле литий-ионных аккумуляторов²³

Возобновляемую энергию мало получить, ее еще надо вовремя пустить в дело. Американский стартап Fourth Power разрабатывает систему накопления энергии, которая будет обходиться в десять раз дешевле, чем литий-ионные аккумуляторы. В ее основе лежит запатентованная технология теплопереноса. Опытная станция будет готова через три года.

²³ Источник: <https://hightech.plus/2023/12/14/teplovoi-generator-na-zhidkom-olove-na-poryadok-deshevle-litii-ionnih-akkumulyatorov> Опубликовано 14.12.2023

Несмотря на все преимущества, накапливать непостоянную энергию ветра или солнца в литий-ионных аккумуляторах не всегда выгодно из-за высокой стоимости. Необходимы альтернативные решения, которые обеспечивали бы недорогое долгосрочное хранение энергии. Тогда станции возобновляемой энергии станут действительно полезными. Один из вариантов — аккумулялирование тепла, сочетающее высокую плотность энергии с гибкостью размещения станций.

Профессор MIT Асегун Хенри, технический директор стартапа, поначалу не собирался конкурировать с литий-ионными батареями. Он хотел найти способ получения и переноса солнечной энергии в виде тепла при более высоких температурах и с большей эффективностью, чем прежде. Но постепенно он пришел к идее концентрированной солнечной энергии и жидких металлах как теплоносителе.

Так появился стартап Fourth Power, который недавно получил от принадлежащего Биллу Гейтсу фонда Breakthrough Energy Ventures и ряда других венчурных капиталистов \$19 млн. Стартап собирается на эти деньги построить в Бостоне опытную станцию, способную накапливать 1 МВт*ч энергии. Завершение строительства запланировано на 2026 год. Выход батареи на рынок может произойти к концу 2020-х.

В основе тепловой батареи Fourth Power — технология переноса тепла при чрезвычайно высоких температурах, на порядок выше, чем традиционные водные носители. Это значит, выше плотность энергии и ниже стоимость, пишет PV Magazine. Система преобразует солнечную энергию в тепло в полностью замкнутой системе размером примерно с половину футбольного поля. Солнечное тепло плавит жидкое олово и проходит через трубопровод, нагревая графитовые блоки до 2400 градусов.

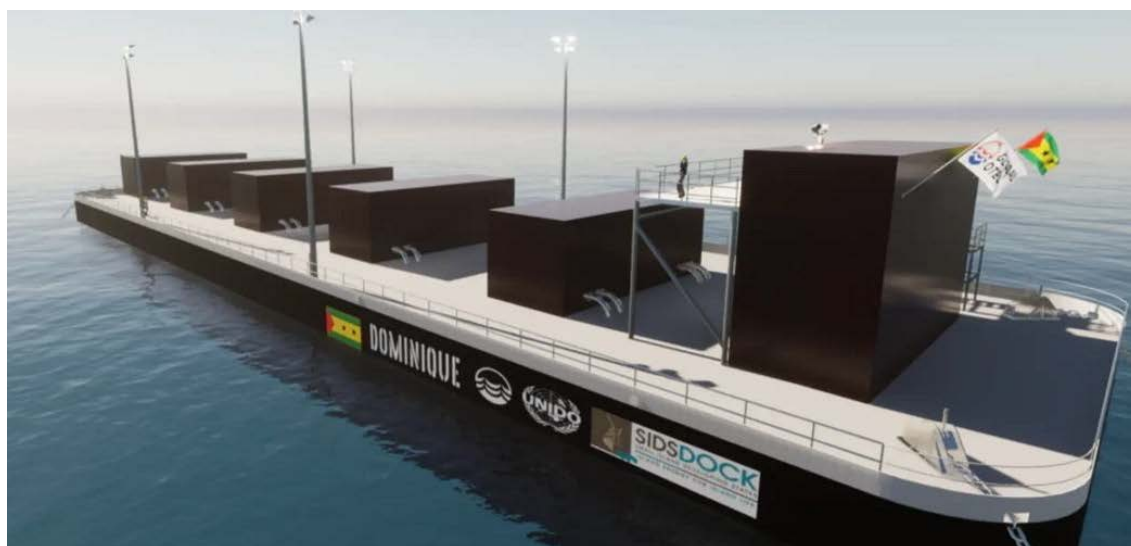
Инфракрасное излучение раскаленного добела графита, попадая на термофотоэлектрические элементы (TEV), превращается в электричество. А для повышения срока службы и обеспечения безопасности системы она будет запечатана в контейнере с аргоном. Модули можно соединять для увеличения длительности хранения энергии.

По словам Хенри, тепловой генератор Fourth Power сможет в будущем заменить пиковые электростанции. «Наши элементы TPV уже достигли рекордных значений — 41%, и у нас есть разработки, достигающие 50%, — заявил он. — А при комбинированной генерации — около 100%».

Вдобавок, использование доступных и недорогих материалов снижает общую стоимость накопителя в десять раз по сравнению с литий-ионными батареями: \$25 за кВт*ч вместо \$330 за кВт*ч.

Первый промышленный морской генератор тепловой энергии запустят в 2025 году²⁴

Солнечная энергия, которую океаны поглощают каждый день, огромна. Собрав всего 1/4000 этой энергии, можно обеспечить ею весь мир. Одно из очевидных решений — генерация энергии за счет разницы температур между поверхностью океана и его глубинами. Хотя использование тепловой энергии океана вызывает ряд технических и экономических препятствий, лондонская компания Global OTEC объявила о планах ввести в эксплуатацию уже в 2025 году первую плавучую баржу-генератор тепловой энергии океана *Dominique*. Мощность ее генерации составит 1,5 МВт. Цены на эту энергию будут высокими, по сравнению с ветровой и солнечной — от \$150 до \$300 за мегаватт-час.



Идея технологии Ocean Thermal Energy Conversion (ОТЕС) заключается в том, чтобы отправиться в место с большим перепадом океанских температур, например, в тропики, где можно получить холодную воду около 4°C на глубине 800 метров и теплую поверхностную воду с температурой выше 25°C. Далее нужно использовать эту разницу для работы теплового насоса. Для этого потребуется баржа, оснащенная замкнутой энергетической системой, использующей аммиак или другие хла-

²⁴ Источник: <https://hightech.plus/2023/11/15/pervii-promishlennii-morskoi-generator-teplovei-energii-postroyat-v-2025-godu> Опубликовано 15.11.2023

дагенты с температурой кипения между этими двумя температурами. Теплая поверхностная вода кипятит хладагент, который превращается в газ и приводит в движение турбину для производства электроэнергии. Затем хладагент охлаждается с помощью холодной воды из глубин океана, которая поступает через изолированную трубу, после чего он снова конденсируется и проходит через систему в циклическом порядке.

Система преобразования тепловой энергии океана способна надежно производить электроэнергию круглосуточно с постоянной скоростью. Она также может быстро реагировать на изменения спроса, увеличивая и уменьшая производство электроэнергии в течение нескольких секунд. Масштабное развертывание таких систем, с использованием тысяч плавучих барж, может потенциально помочь сдерживать повышение температуры морской поверхности, которая растет с каждым годом.

Однако в системе ОТЕС значительная часть вырабатываемой энергии шла на работу насосов, которые поднимали холодную воду вверх. Например, электростанция в Науру, запущенная в 1981 году, вырабатывала 120 кВт энергии, но 90 кВт использовалось для работы самой станции. Таким образом, хотя потенциал этого энергетического ресурса неограничен, его добыча неэффективна из-за потерь энергии на работу системы. Есть и другие проблемы. Штормы могут нанести повреждения плавучей барже или вызвать сдвиг трубы, которая соединяет баржу с морским дном. Кроме того, биологические отложения и коррозия в морской воде могут оказывать негативное воздействие на систему.

Существуют и экономические ограничения для промышленного использования технологии. На данный момент она находится на ранних стадиях развития и еще не достигла масштаба, позволяющего снизить затраты.

Для обеспечения конкурентоспособности по стоимости с другими источниками электроэнергии необходимы установки ОТЕС мощностью около 100 МВт, но до сих пор такие проекты не были реализованы.

Теперь лондонская компания Global OTEC представила новую концепцию плавучей баржи ОТЕС под названием *Dominique* на энергетическом и климатическом форуме в Вене. Планируется, что ввод системы в эксплуатацию состоится в 2025 году у берегов островного государства Сан-Томе и Принсипи. Плавучая баржа *Dominique* спроектирована для непрерывной выработки чистой мощности в 1,5 МВт круглый год. Этого достаточно, чтобы обеспечить 17% всего энергопотребления этой небольшой страны, что составляет более 78 млн кВт·ч. Баржа *Dominic* — первая коммерческая платформа ОТЕС такого масштаба.

Пока неясно, полностью ли профинансирован проект или поиск финансирования продолжается. Компания ожидает, что стоимость производ-

ства энергии на баржах ОТЕС первого поколения будет составлять от \$150 до \$300 за мегаватт-час. Эта цена может быть слишком высокой для конкуренции с другими источниками энергии. Но надежная генерация мощности на протяжении всего времени без простоев может сделать эту технологию подходящей для определенных сетей, основанных на возобновляемых источниках энергии и при наличии благоприятных географических и других условий. Со временем более крупные электростанции смогут производить электроэнергию всего за \$50 за мегаватт-час, что приближается к ценам на ветровую и солнечную энергию в зависимости от ситуации на этих рынках.

Проекты, связанные с применением технологии ОТЕС, сталкиваются с рядом сложностей. Несколько лет назад был объявлен амбициозный проект мощностью 16 МВт на карибском острове Мартиника с финансированием в €72 млн. Но впоследствии строительство было отложено из-за технических трудностей с системой водозабора холодной воды. Высокие затраты на инфраструктуру и сложные условия в океане создают препятствия для коммерческого развертывания технологии. Однако индустрия развивается, и есть надежда на рост исследований и новых решений в этой области.

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