

Наука и технологии Китая на современном этапе

Академик Олег Фиговский (Израиль)

КНР планомерно укрепляет позиции в высоких технологиях и креативных индустриях. Уже сегодня Китай входит в топ-10 стран с наибольшей численностью креативных лидеров, уступая только США, Великобритании, Италии, Франции и Германии (рис. 1). В этой десятке Китай единственный не является членом ОЭСР и занимает наиболее скромные относительно других государств позиции по ВВП на душу населения. Развитие креативного сектора в стране территориально децентрализовано и не ограничивается одним центром сверхконцентрации в отличие, например, от России, Франции, Японии или Республики Корея. Децентрализация культуры и креативных индустрий в Китае закреплена документами стратегического планирования, согласно которым на регионы возложена обязанность по разработке планов по стимулированию данного сектора. Чаще всего китайские города специализируются на визуальных индустриях — дизайне, изобразительном искусстве и архитектуре, но и другие виды деятельности достигают высокого уровня развития: например, литературное творчество — в Пекине, мода — в Гонконге, компьютерные игры — в Шанхае.

По мнению Виктории Боос, ведущего эксперта Центра «Российская кластерная обсерватория» ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, развитие креативного сектора в Китае можно сравнить с запуском бумажного змея, который тоже родом из Поднебесной. С одной стороны, этот процесс выглядит легким и естественным, с другой — за ним стоит тщательное государственное планирование, четкое понимание места, которое креативные индустрии должны занимать в экономике, и даже выбор момента для запуска креативных политик: когда уже создана технологическая база. Бумажный змей, хоть и привязан к земле, но может облетать большие территории; так и креативный сектор в Китае распределен по множеству городов.

Поддержка креативных индустрий — важная часть государственной политики Китая. В частности, в новой 14-й пятилетке, принятой в 2021 г., культуре уделено особое место как элементу «мягкой силы», способствующей достижению национальных целей. Эту политику также характеризует широкое внедрение культуры дизайна, тесно связанного с технологическими инновациями, децентрализация креативного сектора и усиление позиции Китая в современных медиаиндустриях. Успехи в реализации этих мер отчетливо отражает переход от практик быстро копируемой имитации («сделано в Китае») до повсеместного производства оригинальных продуктов («создано в Китае»).

Государственная энергетическая инвестиционная корпорация Китая (SPIC), крупнейшее в мире предприятие по строительству солнечных электростанций, запустило в тестовом режиме гибридную плавучую ферму возле берегов Хайнаня на востоке страны. Если пилотные испытания пройдут успешно, SPIC намерена построить в следующем году плавучую солнечно-ветровую станцию на 20 МВт. Опытная ферма состоит из двух плавучих платформ с солнечными панелями и одного ветряка. Платформы с пиковой

мощностью 0,5 МВт подключены к трансформатору на ветрогенераторе, который, в свою очередь, соединен подводным кабелем с энергосетью.

Гибридная система в потенциале может оказаться более перспективной с точки зрения стабильности выработки электроэнергии. Пик солнечной активности приходится на полдень, а ветряки обычно генерируют основное количество энергии по утрам и вечерам. Это позволит значительно повысить эффективность станции и снизить нормированную стоимость электричества. Основная технология плавучих солнечных панелей разработана норвежской компанией Ocean Sun, ветрогенераторы и остальное оборудование принадлежат SPIC. Для норвежской компании это первые испытания технологии в открытом море. Вдобавок, в этих водах ежегодно проходят сильные тайфуны, и все участники проекта понимают, насколько велики риски. Ocean Sun надеется получить ценный опыт в результате испытаний. В январе этого года китайцы запустили крупнейшую в мире плавучую солнечную станцию. Совокупная мощность смонтированных на воде панелей составила 320 МВт. Но самой большой плавучей солнечной фермой в мире она будет недолго. В 2023 году в Индии будет построена подобная станция мощностью 600 МВт. Но и это инженерное достижение будет побито уже через год — в 2024-м в Индонезии будет построена станция мощностью 2,2 ГВт.

Китай планирует побить собственный рекорд, построив до 2025 года новую самую большую ветряную электростанцию в мире, которая сможет обеспечивать энергией более 13 миллионов домов. На прошлой неделе был опубликован 14-й пятилетний план Китая, в котором излагаются амбициозные планы города Чаочжоу по созданию электростанции мощностью 43,3 гигаватт в Тайваньском проливе. Десятикилометровая ферма с тысячами мощных ветряных турбин будет работать на расстоянии от 75 до 185 километров от берега. По данным Euronews, 43,3 гигаватт смогут обеспечить электроэнергией 13 миллионов домохозяйств, что эквивалентно 4,3 миллиардам светодиодных ламп.

Китайские физики предложили платформу, основанную на мета-поверхностях, для придания световым импульсам произвольных характеристик одновременно и в пространстве, и во времени. Ученые продемонстрировали работоспособность своего метода, сгенерировав различные импульсы с экзотическим поведением, например, импульс типа «световая катушка» или импульс, чей орбитальный момент меняется со временем. Для задач современной фотоники недостаточно пространственных и временных свойств, которыми обладают световые импульсы, испускаемые лазерами и светодиодами. По этой причине физикам приходится усложнять свои оптические схемы, внося в них дополнительные, зачастую довольно громоздкие элементы. Модификация пространственной и временной формы световых импульсов преследует самые разные цели. Так, коррекция волнового фронта повышает разрешающую способность микроскопов, позволяет уместить в одном фотоне несколько бит информации, помогает создавать массивы пинцетов, закручивает свет и так далее. Временная коррекция, в свою очередь, необходима для повышения пиковой интенсивности импульса, эффективного разгона заряженных частиц и даже хранения квантовой информации. В некоторых же задачах требуется одновременная модификация

как пространственных, так и временных свойств света, но пока у физиков нет универсальной платформы для таких манипуляций. Лу Чэнь (Lu Chen) из Национального института стандартов и технологий вместе со своими американскими и китайскими коллегами решили внести свой вклад в этом направлении. Их работа основана на использовании линейки метаповерхностей, модифицирующей сразу все Фурье-компоненты падающего светового импульса. Преобразуя каждую компоненту, физики научились собирать их обратно в импульсы с произвольным распределением поляризации и волнового фронта во времени.

Идея предложенного метода основана на том, что каким бы сложным ни было желаемое пространственно-временное распределение светового импульса, его всегда можно представить в виде суммы плоских волн (разложить в ряд Фурье) со своими частотами, амплитудами, фазами и поляризациями. С другой стороны, точно также можно разложить и более простые импульсы, причем, компоненты обоих разложений могут быть связаны линейными преобразованиями, уже известными в прикладной оптике. В качестве простого импульса ученые использовали излучение титан-сапфирового лазера с длительностью 10 фемтосекунд и длиной волны 800 нанометров. Для разложения по компонентам авторы использовали эшелеттную дифракционную решетку, излучение от которой фокусировалось на плоскость (плоскость Фурье) с помощью внеосевого параболического зеркала. Каждому участку плоскости Фурье соответствовала компонента света своей частоты.

Для преобразования этих компонент физики располагали в плоскости Фурье длинную метаповерхность с соотношением сторон 2,3 сантиметра на 200 микрометров, разбитую на 201 суперпиксель, что соответствовало спектральному разрешению в один нанометр. Каждый суперпиксель, в свою очередь некоторым заранее рассчитанным образом преобразовывал свою компоненту с помощью массива наностержней, имеющих нужные размеры и ориентацию. Наностержни были получены из аморфного кремния методом электронно-лучевой литографии. Сборка преобразованных компонент происходила таким же способом, как и разложение (решетка + зеркало), но в обратном порядке. В качестве демонстрации нового метода, физики превратили линейно поляризованный импульс с гауссовым профилем в импульс, поляризация которого совершает один полный оборот, а волновой фронт переносит орбитальный момент с топологическим зарядом -1 . Изготовлению наностержней предшествовала оптимизация их передаточных свойств, сделанная методом минимизации добротности (minimization of a figure-of-merit function). Временные зависимости амплитуды, фазы и волнового фронта для получившегося импульса, измеренные с помощью соответствующих техник, оказались в хорошем согласии с расчетными. Также авторы сделали мета-линейки, которые создавали импульс, центр волнового фронта которого описывает спираль в пространстве («световая катушка»), и импульс, чей орбитальный момент меняется со временем от $+2$ до -2 . Предложенная технология статична, то есть для конкретного типа импульсов нужно каждый раз синтезировать новые мета-поверхности. Авторы надеются, что применение активных мета-поверхностей в будущем сможет исправить этот недостаток.

Исследователи из Китая вживили в мозг голубю микрочип, питающийся от солнечной батареи, и смогли управлять его полётом почти два часа подряд. Команда учёных под руководством Хуай Жуй То, профессора электромеханики и автоматизации Шаньдунского научно-технического университета изучает таким образом применение робототехники для работы с животными. Для питания устройства использовалась солнечная панель диагональю около 7 см, заряжавшая литий-ионный аккумулятор, питавший микрочип. Последний подавал в нервы птицы стимулирующие сигналы и поддерживал беспроводную связь с базой.

В предыдущих экспериментах учёные не использовали солнечную панель, и голуби реагировали на команды с земли порядка 45 минут, пока не заканчивался заряд батарейки – это время сравнимо с временем автономной работы мультикоптеров. Впервые учёным удалось управлять животным через отправку электрических сигналов в мозг в 1997 году – тогда японские исследователи на конференции по робототехнике управляли тараканом. С тех пор ассортимент управляемых животных расширился: учёные экспериментировали с жуками, пчёлами, гекконами, крысами и акулами. Основной проблемой всегда было ограниченное питание системы – это не позволяло использовать достижения на практике, например, в спасательных или военных операциях. Китайские учёные, пытаясь решить её, собрали свою систему практически из готовых компонентов. Получилась не самая эффективная система – как по преобразованию солнечной энергии в электричество, так и по энергопотреблению чипа. Тогда учёные оснастили своё оборудование системой управления питанием, отслеживающей её работу и предсказывающей энергопотребление – это позволило увеличить эффективность всей системы. Эксперименты на пяти голубях показали, что птицы следуют простым приказам, – например, повернуть налево или направо, – с точностью в 80–90%. Иногда птицы уставали, или их отвлекали какие-то мощные внешние раздражители.

Химики из Китая синтезировали полипорфириновые цепи на поверхности золота, а затем сделали из них молекулярные квантовые магниты. С помощью атомно-силового микроскопа они оторвали атомы водорода в нескольких положениях полипорфиринов, и получившиеся порфириновые радикалы оказались либо квантовыми ферромагнетиками, либо антиферромагнетиками. Порфирины представляют собой гетероциклические молекулы с большим количеством сопряженных друг с другой двойных связей, электроны которых делокализованы по всей молекуле. Каждое порфириновое кольцо содержит по четыре атома азота, неподеленные электронные пары которых направлены к центру молекулы. Благодаря этому, порфирины легко образуют комплексы с ионами переходных и редкоземельных металлов. И на их основе можно делать молекулярные магниты, магнетизм которых обусловлен неспаренными электронами переходного металла. Такие магниты часто обладают большой магнитной анизотропией, но тепловые флуктуации легко изменяют их намагниченность из-за пренебрежимо малого взаимодействия спинов соседних атомов. В результате в таких магнитах не наблюдается коллективное магнитное поведение — спины атомов не выстраиваются в определенном порядке. И использовать эти магниты для хранения информации на квантовом уровне можно только при очень низких температурах. Поэтому химики ищут

способы получать молекулярные магниты на основе цепочек из связанных порфириновых колец без ионов металлов. Так, Ван Ши Юн (Wang Shiyong) с коллегами из Шанхайского университета решил получить магнитную порфириновую цепь с помощью атомно-силового микроскопа.

Китайская компания DeepRobotics [показала](#) потенциальное применение четвероногих роботов, научив их искать объекты в группе. Во время испытаний пять роботов ходили по полю в поисках нужных объектов, координируя свои движения, чтобы каждый член группы обследовал свой участок поля. Одно из главных преимуществ ходячих роботов заключается в их высокой проходимости. Изначально их предлагали использовать в военных целях для транспортировки груза и разведки в самых разных условиях, а в последние годы разработчики все чаще говорят о мирном применении, к примеру, поиске пропавших людей в условиях стихийных бедствий и катастроф, а также работе в условиях завалов. Люди в таких условиях, как правило, работают группами, чтобы быстро осмотреть большой участок. Компания DeepRobotics, производящая четвероногих роботов, показала испытания группы роботов Jueying X20, вместе решающих эту задачу оптимальным способом. Во время испытаний инженеры расставили на футбольном поле площадью 3000 квадратных метров 30 препятствия и 5 объектов, которые нужно было найти: манекены, имитирующие людей, и плакаты, предупреждающие о взрывчатых веществах.

Главное нововведение заключается в том, что роботы исследовали территорию не независимо друг от друга, а в качестве роя. Для этого их объединили в Mesh-сеть, в которой каждый элемент может передавать, принимать и ретранслировать сообщения. Также робот, входящий в рой, учитывает, какие зоны уже исследовали остальные участники, чтобы не исследовать его повторно. Для исследования роботы использовали комбинацию из лидара и четырех камер глубины, направленных во все стороны. Это позволило им найти все целевые объекты, огибая расставленные по полю препятствия.

Во время своего ежегодного мероприятия Xpeng Tech Day 1024 китайская компания, которую считают главным конкурентом Tesla Илона Маска, помимо прочего представила свой футуристичный электрический летательный аппарат с вертикальным взлетом и посадкой (eVTOL). Электромобиль, который разрабатывает дочерняя компания Xpeng — NT Aero, сможет ездить по обычным дорогам и летать по воздуху. О сроках начала производства и коммерческих перспективах Xpeng X3 ничего не сообщается, хотя в прошлом году летающий суперкар планировалось выпустить на рынок уже в 2024 году. Максимальная скорость Xpeng X3 будет достигать 130 километров в час, а максимальное время полета составит около 25 минут.

Китайские военные ученые опубликовали методику, позволяющую массово выводить из строя спутники над заданной территорией с помощью водородной бомбы. Причем от ранее предложенных или даже испытанных способов противоспутниковой борьбы ядерным оружием этот отличается избирательностью поражающего действия. По заявлениям его разработчиков, особым образом организованный подрыв заряда должен затронуть только аппараты на конкретных орбитальных плоскостях. Предложенный метод

подразумевает взрыв боеголовки мощностью десять мегатонн в тротиловом эквиваленте на высоте 80 километров. В таком случае произойдет ионизация воздуха и выброс газа на четыреста километров вверх со скоростью до 2,3 километра в секунду. Образовавшееся облако плазмы станет ловушкой для спутников, пролетающих над местом подрыва. Они будут сталкиваться с более плотной, чем обычно средой и немного замедлятся, а остаточная радиация повредит электронику.

Высота подобрана специально — взрыв не космический, а еще атмосферный. Если вывести боеголовку над линией Кармана, то в результате взрыва будут преобладать электромагнитные эффекты (ЭМИ). А продукты распада делящегося вещества в заряде образуют радиационные пояса. Итогом станет повреждение гораздо большего количества оборудования как на Земле, так и в космосе — заденет и свои спутники. Ну а подрыв ниже выбранной точки приведет к выбросу «газовой ловушки» на меньшую высоту. Проще говоря, 80 километров оказались оптимумом для такой задачи, причем облако плазмы, состоящее из тяжелых ионов, довольно быстро опустится обратно в атмосферу, и орбита снова станет безопасной. В качестве цели выбран Starlink неспроста: китайские военные и политики рассматривают «созвездие» спутников связи от SpaceX, как национальную угрозу. Во-первых, они могут предоставлять доступ в интернет, который трудно заблокировать и почти невозможно фильтровать. А во-вторых, каждый из спутников группировки представляет собой потенциальный перехватчик для других космических аппаратов. Они могут маневрировать и сравнительно недорогие, а еще их очень много (более трех тысяч к осени 2022 года).

Все свои соображения и результаты компьютерного моделирования ученые из Северо-западного института ядерных технологий (NINT) изложили в научной работе, которая опубликована в журнале Nuclear Techniques (He Jishu). Сама публикация в открытом доступе отсутствует, так что некоторые детали исследования [рассказал](#) один из ее авторов интернет-изданию South China Morning Post. Стоит отметить, что некоторые детали моделирования вызывают большие вопросы, а с текстом работы ознакомиться пока невозможно. Например, учитывался ли риск разрушений и жертв на поверхности Земли при использовании такого оружия. Термоядерные взрывы на подобной высоте уже проводились — в 1958 году США провели испытания Teak в рамках операции Hardtack. Заряд мощностью 3,88 мегатонны тротилового эквивалента сработал в 76,8 километра над атоллom Джонстон. Несколько человек, которые наблюдали за взрывом на открытом воздухе неподалеку от эпицентра, ощутили такой жар на коже, что не смогли стерпеть и спрятались в укрытие.

Последующий анализ показал, что тепловой поток у земной поверхности достигал одной калории на сантиметр квадратный. Этого еще недостаточно для возникновения ожогов, но очень близко к пороговому значению — 1,2 калории на сантиметр квадратный (согласно американским нормам по охране труда). В два с половиной раза более мощный взрыв на аналогичной высоте рискует не только вызвать ожоги у случайных его свидетелей, но и даже ослепить их. Наконец, наиболее спорный момент — эффективность такого оружия. По оценке китайских ученых, облако ионизированного газа

распространится над территорией в 140 тысяч квадратных километров (менее 0,02 процента площади поверхности Земли). То есть, учитывая масштабы ближнего космоса на высотах хотя бы до 500 километров, в такую ловушку попадет очень мало спутников. Если расчеты верны и радиационных поясов не образуется, а ЭМИ будет слабым. В противном случае есть риск повредить огромное количество аппаратов без разбору — Starlink, свои, чужие, союзные или вражеские. К счастью, проверять моделирование никто не собирается, да и ядерные испытания во всех средах (под, на и над землей) давно запрещены. Что любопытно, помимо спутников авторы работы предлагают использовать такие мощные боеголовки против гиперзвукового оружия.

Инженеры Китая представили компактный и ловкий роботизированный палец, который выдерживает физическое воздействие. Исследователи из Харбинского технологического университета разработала компактный роботизированный палец, который сочетает в себе эффективность манипулирования предметами, небольшой размер и устойчивость к внешним воздействиям. Робототехники по всему миру в течение нескольких десятилетий работают над созданием манипуляторов, которые смогут имитировать ловкость человеческих рук при работе с различными предметами. За это время создано много различных устройств, но недостаток всех этих разработок — хрупкость, объясняют ученые. Случайные воздействия, которые неизбежно происходят в рабочей среде, могут привести к поломке устройства. Чтобы преодолеть эти проблемы, инженеры разработали антагонистический пальцевый механизм переменной жесткости. Устройство работает от зубчатой передачи, которая надежнее и проще в производстве и обслуживании, чем современные ловкие руки с тросовым приводом. А принцип работы устройства основан на концепции механической пассивной податливости. Это значит, что контактные силы между роботизированным манипулятором и жесткой средой контролируются, объясняют разработчики.

Механический палец поглощает физические воздействия и может менять свою жесткость в зависимости от выполняемой задачи. Устройство обеспечивает регулируемую функцию жесткости и очень компактную конструкцию без веса и сложности дополнительных приводов. Прототип пальца, разработанный командой, весит 480 г и изготовлен из сплава и 3D-печатного материала. Инженеры провели серию тестов, чтобы испытать работу манипулятора. Он должен был захватывать предметы различной формы и размера, а также противостоять внешним воздействиям. Исследование показало, что устройство оказалось надежным, обеспечивает необходимую силу и может захватывать и манипулировать предметами. Авторы продолжают работу по созданию полноценной роботизированной руки, обладающей теми же свойствами.

Китайские ученые первыми в мире провели испытания сверхзвукового поезда, опередив американский проект Hyperloop. Исследователи из Северного университета Китая успешно завершили испытание высокоскоростной системы поездов, подобной Hyperloop. Установка запускает поезда в условиях низкого вакуума внутри трубы. Сообщается, что во время испытания поезд на магнитной подвеске двигался со скоростью до 130 км/ч. Испытания проводились на линии Датун протяженностью 2 км, построенной в провинции

Шаньси на севере Китая. Лаборатория по исследованию высокоскоростных транспортных средств на магнитной подвеске, работающих в условиях низкого вакуума, создана Северным университетом Китая совместно с Китайской корпорацией аэрокосмической науки и промышленности.

После успеха предварительного испытания лаборатория приступит к строительству полномасштабной трассы протяженностью 60 км. Строительство, как ожидается, пройдет в три этапа, которые будут запускаться по мере готовности. После завершения всей трассы исследователи смогут тестировать движение поездов со скоростью до 1 000 км/ч. Аналогичную технологию — Hyperloop активно популяризировал и рекламировал Илон Маск. Но его проект не был доведен до коммерческой реализации. Компания Virgin Hyperloop продолжила развивать идею Маска, но [сообщила](#), что сосредоточится только на грузоперевозках.

С помощью нескольких разновидностей микроскопии химики из Китая смогли посмотреть на фотокатализатор в действии. Они наблюдали за тем, как по кристаллам оксида меди (I) при облучении перемещается электронная плотность. Причем перенос электронов с одной грани на другую занял меньше пикосекунды. Фотокатализаторы – это вещества, которые ускоряют реакции при облучении светом. Как и в случае обычных катализаторов, фотокатализаторы принято делить на гомогенные и гетерогенные. Когда катализатор гомогенный, энергия света переводит его молекулы в возбужденное состояние, в котором им легче отдавать или принимать электроны – за счет этого ускоряются окислительно-восстановительные реакции. Примерно то же самое происходит и в случае гетерогенных фотокатализаторов, которые представляют из себя отдельную фазу. Как правило, такие фотокатализаторы – полупроводники, и их поведение можно объяснить с помощью зонной теории. Согласно ей под действием энергии света часть электронов полупроводника переходит из низколежащей по энергии валентной зоны в более высоколежащую зону проводимости. Эти электроны потом могут переходить к реагирующему веществу, а электронные вакансии в валентной зоне – дырки – могут принимать электронную плотность вещества на себя. Эти два процесса и приводят к каталитическому эффекту. Например, при фотокаталитическом разложении воды водород принимает на себя электронную плотность с зоны проводимости, а кислород отдает ее валентной зоне.

Процесс перехода электронной плотности в кристаллах полупроводника можно наблюдать с помощью микроскопии. Конечно, сами электроны увидеть нельзя, но перемещение электронной плотности под действием света с одних граней монокристалла полупроводника на другие зарегистрировать можно. Для этого нужно посмотреть на облученный кристалл полупроводника в микроскоп, который умеет измерять фотоэлектродвижущую силу на поверхности исследуемого образца (SPVM-спектроскопия). И хотя увидеть результат перемещения электронной плотности не составляет труда, посмотреть на этот процесс в движении до сих пор никому не удавалось. Но недавно с этой задачей справились химики под руководством Ли Цаня (Li Can) из Университета Китайской академии наук. Они предложили использовать для

этих целей время-разрешенную фотоэмиссионную электронную микроскопию (TR-PEEM).

Химики из Китая разработали метод введения цианогруппы в бензильное положение органических молекул. За счет комбинации фотокатализа, электрохимии и металлокомплексного катализа ученым удалось достигнуть высокой селективности и эффективности процесса. По мнению авторов [статьи](#) в Nature Catalysis, их работа — первый пример асимметрического фотоэлектрокатализа. Нитрилы — это органические соединения, содержащие цианогруппу, то есть, тройную связь углерод-азот. Их можно получить, например, простым замещением галогена в органических галогенсодержащих молекулах на цианид-ион CN⁻ или присоединением синильной кислоты HCN к карбонильной группе. Но для применения этих методов в молекуле изначально должна быть функциональная группа — галоген или карбонил. А вот получать нитрилы «из ничего», когда кроме атомов углерода и водорода ничего нет, и для реакции нужно разрывать связь углерод-водород — гораздо более непростая задача, и химики пытаются ее решить.

Впервые это удалось ученым из Китая и США в 2016 году. Они использовали хиральный катализатор на основе меди и N-фторбензолсульфонимид (NFSI) в качестве окислителя, нужного для разрыва связи углерод-водород. Причем в реакции разрывались только бензильные (соседние с бензольным кольцом) связи углерод-водород из-за устойчивости бензильного радикала, который в этом процессе образуется. Недостаток этой реакции был в том, что нужно было использовать эквивалентное количество N-фторбензолсульфонимида, который по окончании реакции превращается в ненужный сульфонимид. Поэтому химики под руководством Сюя Хай-Чао (Ху Хай-Чао) из Сямэньского университета решили разработать аналогичный электрохимический процесс, в котором окислителем был бы фотокатализатор — такие соединения переходят в возбужденное энергетическое состояние под действием света и в этом состоянии легко отдают или принимают электронную плотность. А возвращать катализатор после окисления обратно в окисленную форму ученые хотели с помощью электролиза.

Китайские физики применили вращательный эффект Доплера к закрученному звуку, чтобы создать акустическую необратимость. Вращая акустическую фазовую метапластинку достаточно быстро, они добились того, что плоская волна проходит или не проходит в зависимости от того, с какой стороны она падает на элемент, создав, по сути, акустический диод для закрученного звука. В механике кинетическая энергия вращения тела зависит от системы координат наблюдателя. Так, с точки зрения покоя два одинаковых, но вращающихся в противоположных направлениях волчка будут обладать одинаковой энергией. Картинка изменится, если система наблюдателя сама начнет вращаться в одном из направлений. Похожую ситуацию можно встретить в волновой физике, когда частота волны воспринимается большей или меньшей в зависимости от того, куда движется приемник, то есть, при возникновении эффекта Доплера. Поскольку энергии волн всегда связаны с частотой, движение наблюдателя вызывает нарушение симметрии между правым и левым.

Логично ожидать, что вращение приемника вокруг оси, вдоль которой движется волна, будет также нарушать соответствующую симметрию. Такая ситуация имеет смысл, если волна, например, свет, обладает круговой поляризацией — в этом случае физики способны увидеть сдвиги частот. Куда сильнее эффект проявляется, когда электромагнитная волна переносит орбитальный момент — феномен, обнаруженный лишь 30 лет назад. Поскольку угловой момент фотонов может быть неограниченно большим, вращательный эффект Доплера может быть в этом случае гораздо существеннее. Закручивание волн стало тем инструментом, который позволил исследовать этот эффект для продольных звуковых волн, поскольку такие волны не могут обладать круговой поляризацией. Однако, физики научились закручивать звук сравнительно недавно, поэтому применимость вращательного эффекта Доплера в акустике изучена слабо.

Цюаньсэнь Ван (Quansen Wang) из Южно-китайского педагогического университета со своими китайскими коллегами предположили, что сдвиги частот, вызванные вращением системы отсчета относительно закрученного звукового луча, можно использовать для создания необратимых акустических систем. Для этого ни рассмотрели прохождение плоской незакрученной волны через акустическую фазовую мета-пластинку, наделяющую луч некоторым топологическим зарядом. При вращении мета-поверхности свойства проходящей волны изменяются в зависимости от направления и угловой частоты. Если направление вращения совпадает с направлением закрутки волны, увеличиваются ее частота и продольная компонента волнового вектора. В противном случае эти величины уменьшаются до тех пор, пока реальная часть продольной компоненты волнового вектора не обращается в ноль, оставляя лишь мнимую часть. Такую ситуацию авторы назвали режимом акустической изоляции.

Для экспериментальной проверки предложенной идеи физики изготовили с помощью 3D-печати мета-пластинку из полимерного материала, которая наделяла звуковую волну на частоте 2016 герц топологическим зарядом, равным -1 . Для того, чтобы убедиться, что напечатанная по расчетам пластинка действительно закручивает звук, авторы измеряли его с помощью сетки микрофонов, которые, давали информацию об амплитуде, фазе и энергии волны. Результаты показали удовлетворительное согласие. Убедившись в работоспособности закручивающей пластины, авторы исследовали вращательный эффект Доплера. Вращая пластинку с различными угловыми скоростями и измеряя спектр проходящего через нее звука, они проверили, что теория эффекта работает очень хорошо. Наконец, когда скорость вращения в противоположном направлении достигла шести радиан в секунду, амплитуда звука и энергетический поток опустились практически до нуля. Вращение с той же угловой скоростью, но в противоположном направлении, наоборот, усилило волну. Учитывая, что оба случая соответствуют ситуации, когда звук входит во вращающуюся пластинку с разных сторон, физики, по сути, получили акустический диод, демонстрирующий необратимость распространения волны.

Установку хранения энергии на сжатом воздухе мощностью 100 МВт подключили к сети для выработки электроэнергии в Китае. О работе [сообщает](#)

Китайская академия наук. Китайские ученые сообщили об успешном подключении к энергосистеме демонстрационного проекта усовершенствованного хранилища энергии на сжатом воздухе. Установка мощностью 100 МВт развернута в провинции Хэбэй на севере Китая и готова к коммерческой эксплуатации. Электростанция может вырабатывать более 132 млн кВт·ч электроэнергии в год, говорится в сообщении Китайской академии наук. Этого достаточно для того, чтобы обеспечить энергией от 40 до 60 тыс. домохозяйств в периоды пикового потребления электричества. По оценке ученых, включение новой установки поможет сэкономить 42 тыс. т угля и сократить выбросы углекислого газа на 109 тыс. т в год.

Накопитель, разработанный в Китае, напоминает гидроэлектростанцию, только вместо воды в специальных резервуарах накапливается воздух. При помощи двигателя воздух закачивается в накопитель. Для получения энергии сжатый воздух выпускается и вращает турбину. Представленная технология позволяет сохранять избыток энергии в периоды, когда растет производство (например, днем для солнечной энергии или в ветреную погоду для ветрогенераторов), и использовать его в периоды пикового потребления. Традиционный накопитель зависит от ископаемого топлива, требует больших емкостей для хранения газа и обладает не очень высокой эффективностью. Чтобы преодолеть эти ограничения, китайские ученые разработали резервуар с искусственным воздухом для повышения плотности хранения энергии и снижения зависимости от больших камер для хранения газа. А рециркуляция тепла сжатия решает проблему зависимости от ископаемого топлива. Исследователи отмечают, что новая установка — пример экономичного и экологичного производства. В случае успешных испытаний аналоги будут построены и в других городах Китая.

Новый отчет, составленный аналитическим центром Special Competitive Studies Project (SCSP), который возглавляет бывший генеральный директор Google Эрик Шмидт, говорит о том, что США придется догонять Китай в области технологий, иначе страна рискует не только отстать, но и стать зависимой от Китая. В отчете определены три ключевых «технологических поля битвы», включая микроэлектронику, возможность подключения 5G и искусственный интеллект, которые могут «представить следующую главу промышленной революции». Китай уже добился значительных успехов на пути развития технологий, которые могут оставить США позади. Что может привести к плачевным последствиям. В наихудшем сценарии, отмечается в докладе, Китай может взять под свой контроль редкоземельные полезные ископаемые, а это означает, что «американцы будут вынуждены жить в мире, где Китай сможет перекрыть технологический кран». В результате «Соединенные Штаты и другие страны станут экономически зависимыми» от КНР, — предупреждает доклад. Короче говоря, аналитический центр утверждает, что «существует достаточно причин для бе спокойствия» по поводу победы Китая в технологической гонке.