

## Наука и Технологии в странах БЕНИЛЮКС

Акад. О.Л. Фиговский

Бенилюкс (Benelux) — это международная политическая, экономическая и таможенная организация в Западной Европе, в которую входит всего три страны, расположенные по соседству: Бельгия, Нидерланды и Люксембург. Собственно, название этого союза и было образовано из начальных букв стран-участниц. Бенилюкс: Бе (Be) — Бельгия, ни (ne) — Нидерланды и люкс (lux) — Люксембург. Численность населения — 28,5 млн чел. ВВП (номинальный): Бельгия — €425,9 млрд, Нидерланды — €719,6 млрд, Люксембург — €52,16 млрд. ВВП на душу населения (ППС): Бельгия — €34 677, Нидерланды — €37 393, Люксембург — €77 049. Страны Бенилюкса имеют много общего, рассматриваются как особый регион Европы и представляют собой уникальную комбинацию культурного наследия, экономического развития и современного стиля жизни. Люксембург — одна из самых маленьких стран мира с общим количеством населения 580 тысяч человек. Несмотря на то, что в государстве действует только один университет, 42,86% жителей 25-64 лет имеют оконченное высшее образование. Это объясняется тем, что многие люксембуржцы отправляются на обучение в соседние страны — Францию, Германию или Бельгию, поскольку занятия там проводятся на практически родных для них языках. 11 бельгийских университетов входят на передовые места в международных рейтингах. Католический университет Leuven основан в 1425 году и занимает 76 место в общем рейтинге QS, 107 место в общем рейтинге CWUR, а Ghent University — 124.

Университет Амстердама (University of Amsterdam)

— престижный вуз в Нидерландах, основанный в 1632 году. Амстердамский университет знаменит не только своими статусами, но и выпускниками, среди которых было шесть лауреатов Нобелевской премии, семь обладателей Премии Спинозы и пять человек, которые становились премьер-министрами Нидерландов. Utrecht University на сегодня занимает 72 место по рейтингу CWUR, опередив University of Amsterdam — 80 место, Leiden University находится 88 месте а Erasmus University Rotterdam — на 94. Для сравнения National Research Center «Kurchatov Institute» — 413 место, а Novosibirsk State University — 496.

Ознакомимся с последними достижениями в этих странах. Ученые постоянно ищут способы справиться с глобальным потеплением, и один из самых амбициозных проектов — постройка «зонты», который прикроет нашу планету от Солнца. Идея кажется недостижимой, но люксембургские ученые утверждают, что ее можно сделать проще, если строить не один «зонт», а несколько маленьких. Проект постройки космического «зонты», который затемнил бы нашу планету и замедлил бы глобальное потепление, уже на стадии разработки бросает земной экономике невиданный вызов. Так, чтобы возвести конструкцию массой как минимум в 550 тысяч тонн (для сравнения: вес МКС, крупнейшего из построенных человеком космических объектов, — чуть больше 400 тонн), придется в течение десяти лет совершать как минимум 400 ракетных запусков ежегодно. При этом что в 2022 году все страны произвели их меньше двух сотен. Однако постройку возможно облегчить, если отказаться от изначальной идеи цельного, монолитного «зонты», а вместо него запустить целый рой «зонтиков» меньшего размера. Вдобавок, поскольку основным ограничителем постройки выступает масса строительных материалов (увы, на нынешнем уровне развития космических технологий полезная нагрузка космических аппаратов составляет всего несколько тонн), ученые из Люксембургского университета предложили использовать сверхлегкий материал, состоящий из тонкой пленки и нанотрубок из диоксида кремния. Такая конструкция будет прозрачной, но свет, попадая на нее, будет преломляться

и уходить в сторону, не достигая Земли. Ученые предлагают разместить рой прозрачных «зонтиков» в точке Лагранжа L1: в таком случае он будет сохранять стабильное положение.

По расчетам исследователей, для возвращения температуры Земли на доиндустриальный уровень, потребуется рассеивать всего от двух до четырех процентов солнечного света, а на достижение необходимого уровня технологий уйдет до 15 лет. Хотя солнечный «зонт» действительно может обратить вспять глобальное потепление, существуют веские аргументы против подобных мегапроектов, способных повлиять на всю планету. Во-первых, все просчитать невозможно, любое моделирование неидеально: малейший просчет или неучтенный параметр — и вместо спасения планеты от перегрева мы получим глобальную засуху. Во-вторых, основная причина глобального потепления — вовсе не возросшее солнечное излучение, и человечеству нужно найти способ сократить углеродные выбросы и потребление ископаемого топлива: то есть искать не костыль, а лекарство от болезни. Немало вопросов вызывают и экологические последствия затемнения Солнца. Даже если «зонт» остановит глобальное потепление, не окажется ли население Земли на грани новой, продовольственной катастрофы, когда сократится количество тепла и света, доступного растениям? Все эти вопросы необходимо решить прежде, чем приступить к постройке, ведь на кону — будущее планеты.

Доктор Каспарас Ракштис из Каунасского технологического университета вместе с учеными из Китая, Швейцарии, Италии, **Люксембурга** и Литвы создал солнечные элементы с рекордной эффективностью 21,4%. Изобретение стало возможно благодаря пассивации — методу, устраняющему дефекты перовскитных материалов и, тем самым, улучшающему их характеристики, стабильность и устойчивость к опасностям окружающей среды. Ученые синтезировали различные изомеры фенилэтиламмония для пассивации поверхности трехмерного слоя перовскита и контроля образования двумерных перовскитов. Этот процесс снижает риск нагрева солнечных элементов во время производства. Материалы, созданные химиками литовского университета, были испытаны в Федеральной политехнической школе Лозанны (Швейцария). Солнечные мини-модули из перовскита продемонстрировали КПД 21,4%. Исследования по перовскитным солнечным элементам быстро развиваются. Эти элементы представляют особый интерес для ученых из-за своей маневренности и дешевизны в производстве. По словам доктора Ракштиса, они могут стать решением проблемы изменения климата, позволив человечеству сократить выбросы углекислого газа.

Международная группа Mads Engelund <https://Espeem S.A.R.L. Luxembourg> и другие) исследователей впервые создала графеновые наноленты на поверхности полупроводников, свойства которых можно контролировать. До сих пор это было возможно только на металлических поверхностях. Графен представляет собой монослой графита и первый двумерный материал. Он породил целый класс подобных материалов с уникальными свойствами. Больше всего исследователи ценят в графене его проводимость и легкость. В последнее время исследователи начали проявлять интерес к графеновым нанолентам, так как они обладают полупроводниковыми свойствами, которые можно использовать, например, в электротехнике и компьютерных технологиях. «Именно поэтому многие исследовательские группы по всему миру сосредотачивают свои усилия на графеновых нанолентах, — объясняет один из исследователей, профессор Галле-Виттенбергского университета Константин Амшаров. — Ширина этих лент нанометрового размера не превышает нескольких атомов углерода. Их свойства определяются формой и шириной. Когда исследование графена только начиналось, мы могли получить ленты графена только с помощью разрезания более крупных полотен. Этот процесс был очень сложным и неточным». Исследователям теперь удалось упростить создание нанолент. Команда создала материалы по методике «снизу вверх», собирая их из атомов, а не разрушая большие по размеру структуры. Исследователям впервые удалось получить ленты на поверхности

оксида титана. До сих пор такие ленты исследователи создавали в основном на поверхности золота. Это не только сравнительно дорого, но и нецелесообразно. Проблема такого подхода заключается в том, что золото проводит электричество. Это крайне негативно сказывается на свойствах графеновых нанолент, поэтому данный метод использовался только в фундаментальных исследованиях. Однако золото в первую очередь используется в качестве катализатора для получения этих материалов. Кроме того, такие графеновые ленты необходимо перенести с золота на другую поверхность, что довольно непросто. Новый подход, предложенный учеными, решает все эти проблемы. В новом методе в качестве подложки исследователи использовали рутил — кристаллическую модификацию оксида титана. Для синтеза исследователи использовали 10,10"-дибром-1',4'-дифтор-9,9':10',9"-терантрацен (DBDFTA). Соединение полимеризовали на подложке из рутила, а затем проводили циклодегидрофторирование для создания внутримолекулярных связей. В конечном итоге ученые получили наноленту из графена, длину и ширину которой можно контролировать в процессе синтеза.

На разработку PhoneCam инженеров вдохновили камеры, которые носят полицейские. Иногда жестокие люди ведут себя адекватнее, если знают, что их записывают на видео. Однако вытащить телефон иногда невозможно, кроме того, его легко вырвать из рук и разбить. Поэтому в **бельгийской Slimdesign** разработали PhoneCam как альтернативное решение. Эта натальная камера меньше, чем прикуриватель, и ее можно носить на заметном месте на куртке или рубашке пользователя. PhoneCam оснащена широкоугольной видеокамерой, которая снимает 1080p/30 кадров в секунду, микрофоном, а также модулем 4G/5G и Wi-Fi. Если пользователь подозревает, что оказывается в опасной ситуации, он нажимает одну кнопку PhoneCam. Это переводит ее в режим ожидания, и на устройстве загорается светодиодное кольцо. Общая идея заключается в том, что это привлечет внимание потенциального нападающего к тому, что его жертвы есть камера. Если ситуация продолжает обостряться, пользователь нажимает кнопку во второй раз. Кольцо начинает светиться красным, и PhoneCam начинает передавать видео на облачный сервер, где оно записывается для возможного использования в суде или полицией. Кроме того, PhoneCam вызывает заранее определенный контакт на случай чрезвычайной ситуации с помощью приложения. Оно отображает прямую аудио/видеотрансляцию с PhoneCam, показывает местоположение пользователя на карте, а также позволяет контактному лицу и пользователю вести двусторонний разговор.

Желая добиться энергетической независимости и отказаться от ископаемого топлива, страны ЕС поставили себе цель вырабатывать к 2050 году 300 ГВт из энергии морского ветра. **Бельгийский** проект «Остров принцессы Елизаветы» соединит расположенные в Северном море ветровые электростанции с континентом и станет новым узлом энергетической сети, которая протянется к соседним странам, Великобритании и Дании. Бельгийская энергокомпания Eia получила от властей разрешение на строительство искусственного острова. Срок его действия — два года, с марта 2024-го по август 2026-го. Проект «Остров принцессы Елизаветы» — часть более обширной «Зоны принцессы Елизаветы», будущей морской ветровой электростанции в Северном море, приблизительно в 45 км от берегов Бельгии. Первый в мире искусственный остров-энергохранилище будет получать энергию от ветрогенераторов по подводному кабелю, превращать ее в высоковольтное электричество и отправлять на материк, в Бельгию и другие европейские страны. Внешний периметр будущего острова будет построен из бетонных конструкций на дне океана. Внутренняя часть будет заполнена песком, поверх которого возведут всю инфраструктуру. Высокая стена защитит остров от ветра, дождя и волн. Как только фундамент острова будет готов, компания Eia начнет строить небольшой порт и площадку для вертолетов, а затем придет очередь самого главного — электрической инфраструктуры, в том числе, подстанций переменного тока. Предполагается, что остров будет полностью подключен ко всем ветровым станциям и суше в 2030 году.

Исследователи из Брюссельского свободного университета создали алгоритм, который действует на основе блокчейна и позволяет вычислять, а также нейтрализовать опасных или работающих с ошибками роботов без вмешательства человека. Эксперименты, проведенные учеными из **Бельгии** с реальными и смоделированными роботами, показали, что каждый робот в рою (система, состоящая из множества таких машин) — член блокчейн-сети. Роботы отправляют свои оценки характеристик окружающей среды в смарт-контракт, который будет общим для всего роя. Эти оценки агрегируются смарт-контрактом, использующим их для генерирования запрашиваемой оценки характеристики окружающей среды. В смарт-контракт исследователи внедрили экономические механизмы, которые гарантируют, что хорошие (не взломанные хакерами или исправные) роботы будут вознаграждены за отправку полезной информации, в то время как вредные будут наказаны. Получившаяся экономика роботов не позволяет взломанным или неисправным машинам участвовать в деятельности роя и влиять на его поведение.

Парадоксальное свойство физики фотонов обнаружили **бельгийские** ученые. В статье, опубликованной в журнале Nature, они рассказали об эксперименте, который противоречит устоявшемуся представлению о феномене группировки фотонов. Эта аномалия доступна для реализации с точки зрения современной фотонной технологии и сможет изменить наше понимание многочастичных квантовых интерференций. Один из краеугольных камней квантовой физики — принцип дополнительности, сформулированный Нильсом Бором. Грубо говоря, он означает, что объект может вести себя либо как частица, либо как волна. Эти два взаимоисключающих описания хорошо иллюстрирует двухщелевой опыт: луч лазера проходит через два параллельных отверстия в пластине и падает на расположенный за ней экран. Если наблюдать за светом, частицы не образуют характерных полос на экране (интерференционная картина), а если не наблюдать — образуют. Таким образом, свет можно описать двояко: и как электромагнитную волну, и как лишенные массы частицы, перемещающиеся со скоростью света. И все это сопровождается еще одним феноменом — группировкой фотонов. Если нет способа отделить фотоны и узнать, какой траекторией они движутся в эксперименте по квантовой интерференции, то они имеют склонность соединяться в группы. Это поведение можно наблюдать в опыте с двумя фотонами и полупрозрачным зеркалом, которое делит входящий свет на две возможных траектории: отраженного и пропускаемого света. Так называемый эффект Хонга — У — Мандела говорит нам, что два исходящих фотона всегда выходят вместе с одной стороны зеркала, как следствие волновой интерференции между их траекториями.

Эффект группировки невозможно понять с точки зрения классической физики, которая мыслит фотоны как шары, каждый из которых движется по определенному пути. Группировка становится все менее проявленной по мере того, как растет способность наблюдателя распознавать отдельные фотоны и отслеживать их траектории. По устоявшемуся в науке представлению, у полностью неразличимых фотонов группировка выражена максимально, и постепенно уменьшается, когда фотоны становятся различимы. Однако это представление недавно было опровергнуто командой ученых из Центра квантовой информации и коммуникации Брюсселя под руководством профессора Николя Серфа. Они изучили теоретический сценарий, при котором семь фотонов группируются вдоль двух исходящих траекторий интерферометра. Логически рассуждая, группировка должна быть сильнее, когда все семь фотонов имеют одинаковую поляризацию, поскольку это делает их полностью неразличимыми, то есть мы не получаем никакой информации об их траектории движения в интерферометре. К своему удивлению ученые открыли, что в некоторых случаях группировка фотонов значительно усиливается — а не ослабевает — когда фотоны становятся частично различимыми. Применяв в дополнение к квантовой физике математическую теорию постоянных, ученые смогли доказать, что возможно и дальше повысить группировку фотонов, настроив их поляризацию. Помимо

чисто научной ценности эта аномалия имеет практическое значение для квантово-фотонной технологии, которая в последние годы развивается особенно быстро.

**Бельгийский** оператор электросетей Elia объявил, что 29 мая страна сгенерировала достаточно солнечной и ветровой электроэнергии, чтобы покрыть весь внутренний спрос. Рекорд был установлен в дневные часы, и хотя его повторение в ночное время пока невозможно, впервые было доказано на практике, что возобновляемая энергетика может полностью заменить ископаемую. Рекордный пик выработки зеленой энергии пришелся на период с 13:00 до 13:30 в понедельник, 29 мая. Вместе солнечные и ветряные электростанции произвели 8 303 МВт электроэнергии, побив рекорд воскресенья в 7 695 МВт. Это было больше, чем на тот момент требовалось всем потребителям электроэнергии в Бельгии, сообщили в компании. Согласно графику, опубликованному Elia, доля солнечной энергии в рекордном производстве электроэнергии была значительно выше, чем доля ветра, и составила около 5500 МВт против 2803 МВт, полученных от ветрогенераторов. «Подобные моменты подчеркивают необходимость новой модели рынка, стимулирующей гибкое потребление. В соответствии с такой моделью потребители с гибкими устройствами, такими как тепловые насосы и электромобили, смогут заряжать свои устройства, когда будет доступно много дешевого экологически чистого электричества, в то же время помогая поддерживать баланс сети», — сказано в заявлении оператора по случаю этого примечательного события.

Биологи из **Бельгии** и Швейцарии придумали, как с помощью оптического микроскопа оценить чувствительность бактерий к антибиотикам всего за два часа. Для этого ученые проанализировали нанодвижения бактерий в присутствии антибиотика — резистентные бактерии продолжали двигаться как раньше, а интенсивность движений чувствительных бактерий снижалась. Сегодня врачам, чтобы справиться с бактериальными инфекциями, все чаще нужно определять их чувствительность к антибиотикам — ведь все больше бактерий становятся резистентными. Традиционные способы это сделать, основанные на размножении бактерий, занимают слишком много времени: примерно 1–2 дня, а в некоторых случаях — несколько недель. За это время пациент с серьезной инфекцией может умереть. Более современные методы определения чувствительности к антибиотикам справляются с подобными задачами за несколько часов, но они дороги и требуют специального оборудования. Сандор Касас (Sandor Kasas) из Федеральной политехнической школы Лозанны и его бельгийские коллеги придумали, как можно ускорить анализ резистентности бактерий, при этом не усложняя и не удорожая его. Ученые предложили следить за нанометровыми движениями бактерий с помощью оптического микроскопа и камеры мобильного телефона и смотреть, как эти движения меняются после воздействия антибиотиков. Некоторые исследователи, включая авторов работы, считают, что нанодвижения живых клеток — один из показателей протекающих в них метаболических процессов. Поскольку движения очень мелкие, то даже на что именно реагирует датчик — не до конца понятно. Однако биологи научились измерять нанокосильвания и даже делать по этим измерениям какие-то выводы о состоянии клеток. Сначала такие нанодвижения отслеживали с помощью кантилевера атомно-силового микроскопа. Для этого на поверхность кантилевера сажали несколько клеток и смотрели, как при этом меняются его колебания. В частности, таким способом команде Касаса удалось проверить чувствительность бактерий к антибиотикам.

Позднее с помощью обычного светового микроскопа и кросс-корреляционного анализа ученые разглядели нанодвижения дрожжей. Для этого оказалось достаточно всего нескольких клеток, то есть не нужно было тратить время на культивирование. Теперь Касас с коллегами изучили нанодвижения четырех видов бактерий: кишечной палочки (*Escherichia coli*), стафилококка (*Staphylococcus aureus*), лакто- (*Lactobacillus rhamnosus*) и микобактерий (*Mycobacterium smegmatis*). Сначала биологи проверили, как на подвижность



бактерий влияют изменения количества питательных веществ в среде. Выяснилось, что если из среды полностью убрать питательные вещества, то интенсивность нанодвижений сократится и у подвижной *E. coli*, и у неподвижной *L. rhamnosus*. При повышении концентрации глюкозы в среде с 0 до 4 процентов, нанодвижения *E. coli* увеличились на 350 процентов. Но дальнейшее увеличение концентрации привело к снижению бактериальных движений. Подвижность *L. rhamnosus* тоже увеличилась при добавлении глюкозы. Для сравнения вместо глюкозы в среду добавляли глутаральдегид, в результате чего микобактерии *M. smegmatis* гибли, а интенсивность их нанодвижений предсказуемо уменьшалась. Финальным экспериментом стала проверка реакции бактерий на антибиотики. Оказалось, что средняя наноподвижность чувствительного к антибиотику штамма *E. coli* снижается примерно на 40 процентов после двух часов воздействия ампициллина, в то время как устойчивый штамм не страдает. Другой антибиотик, доксициклин, за те же два часа уменьшил наноподвижность чувствительных *E. coli*, ванкомицин вызвал снижение наноклебаний бактерий *S. aureus*, а бактерии *M. smegmatis* стали менее подвижными после пятичасовой инкубации со стрептомицином. Авторы отмечают, что предложенный ими способ определения чувствительности значительно быстрее и доступнее других — это важно не только для пациентов, которым нужна помощь здесь и сейчас, но также поможет затормозить распространение резистентных бактерий.

**Бельгийский** стартап Paleo добавил белок шерстистого мамонта в бургер на растительной основе. Белок был создан с использованием ДНК, взятой из окаменелостей возрастом 1,2 миллиона лет. Компания использует технологию прецизионной ферментации для разработки различных белков животного гема, в том числе тех, что содержатся в говядине, курице, свинине, баранине и тунце. Белок мамонта оказался эффективнее коровьего, придав растительному мясу более насыщенный вкус. Белки или миоглобины можно добавить к любому заменителю мяса, включая культивированное мясо, для придания мясного вкуса. У живых животных миоглобин запасает кислород в мышцах. Именно белок придает мясу красный цвет — сок стейка средней прожарки красный из-за миоглобина, а не из-за крови. Paleo использовал точную ферментацию вместе с дрожжами для производства миоглобина без применения каких-либо животных клеток. Ученые создали миоглобин мамонта, используя короткие последовательности ДНК, взятые из окаменелости возрастом 1,2 миллиона лет в Центре палеогенетики в Стокгольме. «Старая ДНК фрагментирована, так что это похоже на сборку пазла, — отметил основатель и генеральный директор Paleo Гермес Санкторум. — Ген миоглобина азиатских и африканских слов был использован для сопоставления этих небольших фрагментов ДНК друг с другом и для реконструкции полной последовательности». Компания добавила мамонтовый белок в различные версии бургеров на растительной основе и попробовала его. В гамбургер без мяса уже добавляли коровий миоглобин — он придал мясной вкус и аромат, а также ярко-красный цвет. С добавлением миоглобина мамонта, вкус стал еще более интенсивным и мясным. Химический анализ подтвердил это — присутствовало больше ароматических соединений, связанных с жареным мясом, чем в случае коровьего миоглобина. Другая компания тоже недавно дебютировала с «мясом мамонта». Австралийская мясная компания Vow приготовила «гигантскую фрикадельку» из мяса, выращенного с использованием ДНК вымершего шерстистого мамонта. Компания взяла неполную последовательность ДНК мамонта и заполнила ее фрагментами ДНК африканского слона, чтобы создать ген миоглобина мамонта, который затем ввели в клетки выращенных в лаборатории овец. В отличие от Paleo, в Vow признались, что их фрикадельки никто не пробовал из-за опасений, что у людей может быть аллергия на мамонтовый белок — люди не ели мамонтов тысячи лет. В Paleo же утверждают, что их миоглобин безопасен для употребления в пищу, и что им было комфортно его пробовать. Впрочем, «мамонтное» мясо пока не появится на полках продуктовых

магазинов. Paleo является B2B-компанией — она продает свои белки производителям продуктов питания, которые стремятся к тому, чтобы их заменители мяса выглядели, пахли и имели вкус настоящего мяса. Поэтому всё будет зависеть от того, заинтересованы ли эти производители добавить в свои продуктовые линейки «вкус мамонта». В Paleo же считают, что технология открывает новые возможности для пищевой промышленности.

Ученые обнаружили причину устойчивости опухолей к химиотерапии и продемонстрировали простой способ для эффективного восстановления чувствительности клеток к препаратам. По сути, такой подход может стать универсальным для различных типов солидных опухолей, большинству из которых по-прежнему показано применение химиотерапии на первом этапе лечения. Резистентность опухоли к химиотерапии значительно ограничивает возможности лечения пациентов. Изучая эту проблему, ученые из **Бельгии** исследовали клеточный процесс, называемый эпителиально-мезенхимальным переходом (ЭМП), который контролирует развитие, прогрессирование и метастазирование раковой опухоли, а также ее устойчивость к химиотерапии. На примере плоскоклеточный карциномы кожи была проанализирована реакция различных клеточных популяций на химиотерапию. Оказалось, что у резистентных опухолей наблюдалась повышенная экспрессия гена RHOJ. Подавление экспрессии RHOJ, напротив, делало клетки чувствительными к химиотерапии. Затем ученые определили механизм формирования устойчивости. В нем RHOJ играет важную роль в активации пути восстановления ДНК в раковой клетке, после воздействия химиотерапии. По этой причине блокировка RHOJ оказывает необходимый терапевтический эффект. Полученные результаты открывают новые возможности в лечении различных типов рака у людей.

Химики из **Бельгии** и Китая создали гибридную мембрану для разделения газов на основе органического полимера и неорганического цеолита. Благодаря своей двойственной природе, полученная мембрана совмещала в себе рекордно высокие проницаемость и селективность разделения. Мембраны для разделения газов принято делить на три типа. Первый — мембраны на основе органических полимеров. Обычно они дешевы и легки в производстве, обладают достаточной селективностью (пропускают одни газы быстрее других), но страдают от небольшой проницаемости (она характеризует количество газа, проходящего через мембрану в единицу времени). Второй тип — мембраны на основе условно неорганических материалов, например, цеолитов и металл-органических каркасов. Они чаще обладают большей проницаемостью и селективностью, но проигрывают в цене и стойкости к износу. А третий тип — гибридные мембраны — совмещает в себе первые два. Мембраны этого типа делают из двух частей — неорганической и органической. Именно такую мембрану решили сделать химики под руководством Иво Ванкелекома (Ivo Vankelecom) из Левенского католического университета. Они хотели создать материал, способный селективно адсорбировать углекислый газ в присутствии других газов. Для этого ученые выбрали два доступных исходника — неорганический цеолит Na-SSZ-39 и органический полиимидный полимер Matrimid 5218.

**Нидерландские** исследователи работают над созданием крошечных устройств для разрушения тромбов в сосудах. Напечатанными на 3D-принтере устройствами можно управлять с помощью магнитного поля, перемещая внутри сосуда к месту расположения сгустка. Корпус каждого бота представляет собой крошечный штопор размером примерно с рисовое зерно и содержит постоянный магнит размером 1 x 1 мм. Для перемещения устройства ученые используют внешний вращающийся магнит. Он заставляет намагниченное тело миллиметрового робота вращаться вдоль продольной оси, позволяя ему «плыть» внутри сосуда даже против направления кровотока. Робот вводится в сосуд через канюлю — полую медицинскую трубку. Под действием внешнего управления он двигается в сторону сгустка и разбивает его. После разрушения тромба, исследователи

изменяют направление вращения внешнего магнита, заставляя робота плыть обратно к канюле. После этого устройство можно безопасно извлечь из сосуда. В лабораторных экспериментах вращающийся магнит на роботизированной руке использовался для направления нескольких роботов – как вверх, так и вниз – через кровеносные сосуды, соединяющие извлеченную аорту и почки свиньи. Максимальный поток крови составлял всего 120 мл в минуту, но ученые полагают, что с мощным магнитом роботы преодолеют и больший поток.

**Нидерландские** физики проследили за формами массива коллоидных частиц, промоделировали их поведение, и обнаружили, что колбасная упаковка оптимальна для меньшего числа шаров. Теперь из списка колбасно-упакованных массивов вычеркнули фигуры с 58 и 64 шарами — для них более оптимальными оказались октаэдры с отсутствующими гранями и вершинами. Уже шесть лет как достоверно известно, что в трехмерном пространстве кубическая гранецентрированная решетка обладает максимальной плотностью упаковки. В реальности же шаров всегда оказывается конечное количество. В таких задачах не всегда плотнейшая шаровая упаковка в ГЦК решетке является самой оптимальной — например, если рассмотреть распределение шаров в выпуклой оболочке, натянутой на них. В 1975 году венгерский математик Ласло Фейеш Тот выдвинул гипотезу, что для шаров в пространстве с размерностью больше пяти линейное упорядочение будет самым плотным. В своей терминологии он использовал следующие обозначения: колбаски — одномерные упаковки, кластеры — упаковки в размерности пространства (то есть трехмерные фигуры для трехмерного пространства) и пиццы — все промежуточные варианты (плоские двумерные фигуры). Было показано, что это действительно выполнимо для пространств с размерностями более 42. Для четырехмерных шаров существует граничное число, разделяющее колбасные от кластерных упаковок, но оно является достаточно большим — 338196 четырехмерных шара. А вот для трехмерного пространства было обнаружено необычное поведение: колбасная упаковка наблюдается для всех шаров с числом от 1 до 55, а также 57, 58, 63 и 64. Такое пограничное резкое изменение оптимальной упаковки называется колбасным коллапсом (*sausage catastrophe*). Во всех остальных вариантах кластерная упаковка оказывается более оптимальной, но до конца не понятно, какая кластерная упаковка соответствует конечному числу шаров. Подойти к этой проблеме экспериментально решили голландские и японские физики под руководством Марджолейн Дейкстры (Marjolein Dijkstra) из Утрехтского университета.

Компания Damen Shipyards Works (**Нидерланды**) анонсировала ввод в эксплуатацию первого электрического судна, обслуживающего ветрогенераторы в открытом море. На прошедшей в Амстердаме конференции, посвященной морской энергетике, голландская судостроительная компания рассказала, что SOV 7017 Electric — самое большое электрическое судно технического обеспечения ветряков. Электрическое судно предназначено для работы вблизи морских ветропарков и будет питаться от турбин ветрогенераторов, примерно так же, как заряжаются современные электромобили, сообщает сайт компании Damen. Подзарядка аккумуляторов от одного ветряка будет происходить раз в сутки, на протяжении пары часов, пока технические специалисты будут занимать обслуживанием ветряков. При содействии инженеров-электротехников из MJR Power & Automation специалисты Damen разработали разъем зарядного устройства и входной порт с компенсацией движения, с помощью которых SOV 7017 можно подключать к ветрогенератору. Особенно важно то, что, такие соединительные элементы не требует вносить изменения в существующую инфраструктуру морских ветрогенераторов. SOV 7017 представлен в двух конфигурациях: с литий-железо-фосфатной батареей на 15 МВт для работы на чистом электричестве, и с такой же батареей на 10 МВт и вспомогательным дизельным генератором. Длина корпуса — 70 метров,



ширина — 17 м. Расходы на эксплуатацию судна существенно ниже, чем у обычных вспомогательных судов, учитывая цены на топливо и растущий налог на выброс углекислого газа.

Исследователи **Нидерландов** из лаборатории хирургической робототехники Университета Твенте впервые в истории смогли заставить двух микророботов совместно выполнять различные задачи в 3D пространстве. Магнитные микророботы размером всего в 1 миллиметр успешно поднимали и передвигали объекты несмотря на проблемы с прилипанием друг к другу из-за своих магнитных свойств. У роботов, так же как и у обычных магнитов, был предел расстояния, после которого они начинали слипаться. Ученые нашли способ сделать из недостатка полезный инструмент при помощи специального контроллера. Подобные микророботы абсолютно безопасны для человеческого организма и могут работать в труднодоступных местах, что делает их перспективными для медицинских исследований. Мы можем работать с биологическими образцами удаленно и без риска их загрязнения. Такое новшество может улучшить существующие процедуры и открыть путь новым, ранее недоступным ввиду ограничений медицинских технологий, — Франко Пиньян Басуальдо, научный сотрудник Лаборатории хирургической робототехники, автор-корреспондент публикации. Профессор Сартак Мисра, руководитель лаборатории, концентрирует свои усилия на разработке инновационных решений для широкого круга клинически актуальных задач, включая биомедицинскую визуализацию, автоматизацию медицинских процедур и создание микроробототехнических инструментов. Исследования в области микроробототехники открывают перед человечеством новые горизонты и перспективы. С их помощью возможно создание революционных методов лечения и диагностики заболеваний, а также решение множества сложных задач в сфере биомедицины. На основе этой технологии можно в корне изменить подход к проведению хирургических операций и других медицинских процедур. Это шаг в будущее, где микророботы могут стать незаменимыми помощниками врачей.

Исследователи использовали для шифрования данных искажение света при прохождении через различные материалы. Инженеры из Университета Твенте в **Нидерландах** разработали метод создания сверхсекретной оптической связи с помощью двух слоев случайного материала. Технология подойдет для двунаправленной высокоскоростной беспроводной связи (LiFi) и оптоволоконных сетей. Исследователи показали, что случайные материалы, такие как слой краски, лист бумаги или стеклянный рассеиватель — повышают секретность коммуникации, зашифровывая сообщение. Когда свет проходит через эти случайные материалы, он рассеивается в нескольких направлениях, создавая сложный узор (спекл-узор). Этот шаблон используется для шифрования. Технология шифрования основана на концепции физической неклонируемой функции (PUF). Это сложный объект, который невозможно скопировать с помощью современных технологий. Если PUF используется для шифрования, только с помощью правильного ключа, который нельзя клонировать, можно получить доступ к информации. В своей работе исследователи представили метод использования двойного ключа на основе разных материалов. Они одновременно скрывают отправителя и получателя, и только когда свет проходит через оба ключа, сообщение принимается. Любой посторонний приемник, пытающийся перехватить передаваемое сообщение, столкнется с бессмысленной смесью случайных шаблонов, несвязанных с исходным сообщением. Система основана на модуляции падающего света с помощью устройства, аналогичного экранному проектору у отправителя. Поскольку случайные материалы настолько сложны, существуют тысячи различных способов модуляции, приводящих к одному и тому же сообщению при изменении случайного рисунка. Если отправитель постоянно переключается между различными модуляциями, злоумышленник в середине перегружен случайными шаблонами, в то время как на получателя это не влияет.

Нанопластик в организме препятствует нормальной миграции стволовых клеток на стадии эмбрионального развития. Биологи из Института биологии Лейден в **Нидерландах** изучили влияние высокой концентрации микропластика на развитие зародышей на примере куриных эмбрионов. Исследование показало, что крошечные частицы пластика воздействуют на эмбриональные клетки нервного гребня, что приводит к порокам в развитии сердца, глаз и нервной системы. Во время эксперимента исследователи подвергли куриные эмбрионы воздействию экстремальной концентрации наночастиц полистирола, помеченных специальной флуоресцентной меткой для визуализации. Исследователи наблюдали, как введенные образцы светящихся пластиковых частиц с диаметром около 25 нм пересекают стенку кишечника и циркулируют между органами эмбрионов. Исследование показало, что клетки нанопластика прикрепляются к эмбриональным клеткам нервного гребня, вызывая гибель последних. Эти стволовые клетки образуются очень рано у всех позвоночных на самых ранних этапах развития. Клетки нервного гребня формируются в области, которая будет спинным мозгом, и мигрируют, чтобы создать различные части нервной системы. Кроме того, они участвуют в формировании ряда других органов, в том числе артерий и сердца. Воздействие большой концентрации нанопластика нарушает нормальную миграцию эмбриональных клеток нервного гребня. Как следствие, у эмбриона формируются различные пороки развития нервной системы, сердца, глаз и других частей лица. Мы использовали частицы полистирола в высокой концентрации, которых обычно нет в организме. Но это показывает, что нанопластики могут делать в экстремальных случаях с очень молодыми эмбрионами. И это также дает нам рекомендации относительно того, что может происходить в менее серьезных случаях на стадии развития, — Мейру Ван, соавтор исследования.

Многослойные солнечные панели бьют рекорды производительности, и специалисты из **Нидерландов** решили воспользоваться той же технологией, чтобы разработать фотодиод с выдающейся чувствительностью. Его КПД превышает 200%, чего, казалось бы, не может быть по законам физики. Однако квантовая физика руководствуется своими законами. «Я знаю, что это звучит невероятно, — заявил профессор Рене Янссен, один из руководителей научного проекта. — Но мы имеем в виду не обычную энергетическую эффективность. В мире фотодиодов в расчет идет квантовая эффективность. Вместо общего количества солнечной энергии считается количество фотонов, которые диод преобразует в электроны». Фотодиоды — светочувствительные полупроводники, которые вырабатывают ток, поглощая фотоны из источника света. Они используются в качестве датчиков во множестве приборов в медицине, связи, безопасности и робототехнике. И везде мерилom их качества является чувствительность. Для того чтобы фотодиод работал корректно, он должен отвечать двум условиям. Во-первых, минимизировать ток, который он генерирует в отсутствие света. Чем меньше этот так называемый темный ток, тем чувствительнее диод. Во-вторых, он должен иметь возможность отличать фоновое освещение, или шум от релевантного источника света. К сожалению, обычно эти два параметра противоречат друг другу. Для решения этой проблемы ученые изготовили двухслойный диод из органических и перовскитовых фотоэлементов. Это позволило добиться производительности в 70%. Неплохо, но еще недостаточно. Следующим шагом было использование дополнительного освещения зеленым светом. Такой подход, как известно из прошлых исследований, может модифицировать или даже усилить чувствительность фотодиода. К удивлению ученых, он сработал даже лучше, чем предполагалось — производительность для ближнего инфракрасного спектра выросла до 200 с лишним процентов. Благодаря чему это произошло, ученые до сих пор не могут дать точного ответа. Но гипотеза у них есть. Они полагают, что дополнительный зеленый свет привел к накоплению электронов в перовскитовом слое. Он выступил резервуаром зарядов, которые испускаются, когда инфракрасные фотоны накапливаются органическим слое. Другими словами, каждый инфракрасный фотон, который проходит через этот слой и превращается

в электрон, получает бонусом еще один электрон, что и приводит к такому неслыханному КПД.

В серии экспериментов голландские микробиологи показали, что бактерии *Rhodococcus ruber* могут поглощать частички пластика и разлагать их на углекислый газ и другие безвредные вещества. Это открытие не избавляет нас от проблемы пластикового загрязнения, однако может отвечать на вопрос о том, куда исчезает некоторая часть пластиковых отходов из океана. Ученые из Королевского института морских исследований (Нидерланды) показали, что бактерии *Rhodococcus ruber* способны поглощать и полностью переваривать пластик. Исследователи провели лабораторный эксперимент, в котором продемонстрировали, как эти бактерии расщепляют доступный им пластик на углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) и другие безвредные вещества. Специально для экспериментов авторы изготовили пластик, содержащий изотоп углерод-13 (который в ходе эксперимента послужил им маркером). Когда они поместили этот пластик в морскую воду с *R. ruber* и осветили ультрафиолетом, то увидели, что углерод-13 появился над поверхностью воды в составе углекислого газа. Освещение ультрафиолетом было необходимо, ведь солнечный свет частично разрушает пластик на мелкие кусочки, которые могут «проглотить» бактерии. Ранее было известно, что *R. ruber* в природе может образовывать так называемую биопленку на поверхности пластика, а пластик постепенно растворяется под этой биопленкой. Но ученые впервые продемонстрировали, что бактерии способны переваривать пластик. По оценкам авторов работы, бактерии могут за год расщепить до 1,2% пластика, изначальное содержание которого составляло 22.2 мг/л. Однако этот показатель может быть занижен, поскольку ученые измеряли количество углерода-13 только в углекислом газе, но не в других продуктах разложения пластика. По мнению исследователей, бактерии, переваривающие пластик, не смогут решить масштабную проблему пластикового загрязнения океанов. Тем не менее новая работа предоставляет фрагмент нерешенной головоломки о том, куда девается часть пластика, поступившего в мировой океан: попытки проследить путь всех отходов, попадающих в океан, свидетельствуют о том, что судьба части пластика остается неизвестной. Теперь ученые планируют подсчитать, сколько пластика в океане действительно разлагается бактериями.

Успехи стран Бенилюкса в науке и технологиях в немалой степени основываются на многосторонних исследованиях. Так универсальный характер модели оборонного сотрудничества Бенилюкса, что позволяет трем участникам этого союза обращать свои достижения как на пользу НАТО, так и ЕС, создавая таким образом эффект инкубатора идей и концепций для обеих организаций. Утверждается, что опыт, полученный тремя союзниками, может стать моделью для развития оборонных кластеров в других регионах Европы.