

# Эффективность научно-технического прогресса Южной Кореи

**Академик Олег Фиговский**

Я уже писал о науке и технологиям Южной Кореи и хотел бы вернуться к ним на новом этапе. Так Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ изучил подходы по привлечению и удержанию научных кадров в Республике Корея, где за 15 лет более чем вдвое выросла численность персонала, занятого исследованиями и разработками. Между тем страна продолжает испытывать нехватку талантливых специалистов и в 2021–2022 гг. запустила масштабные инициативы по поддержке разных категорий ученых, в том числе иностранных. Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ изучил подходы Южной Кореи по привлечению и удержанию научных кадров.

В Республике Корея действует Специальный закон о поддержке науки и техники в целях укрепления национальной конкурентоспособности в научно-технической сфере, в соответствии с которым правительство страны с 2006 года реализует пятилетние Базовые планы поддержки и развития талантов в области науки и техники. За 15 лет (2006–2020 гг.) эффект от этой и других инициатив в сфере науки проявился в более чем двукратном росте численности персонала, занятого исследованиями и разработками, — с 237,6 до 545,4 тыс. человек.

Несмотря на такие успехи, в условиях сокращения численности населения и роста спроса на профессиональные кадры в различных отраслях экономики в Южной Корее довольно остро стоит проблема нехватки талантливых специалистов. На ее кардинальное решение нацелен новый Четвертый базовый план, охватывающий период 2021–2025 годы. Решать эту ключевую задачу правительство Южной Кореи намерено путем поощрения интереса к научной карьере, увеличения числа рабочих мест для молодых исследователей, развития благоприятной среды для научной деятельности. Планируется увеличить число исследовательских грантов и численность работающих в стране зарубежных ученых. План предусматривает широкий круг мер, ориентированных на выявление талантов в научно-технической сфере и создание необходимых условий для их притока и удержания.

План реализуется под эгидой Министерства науки и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и предусматривает ежегодное бюджетное финансирование объемом около 500 млн евро. Для достижения его целей предусмотрены не только финансовые, но и институциональные меры, содержание которых подробнее изложено ниже. Характерная черта Плана — внимание к разным группам ученых, в том числе к специалистам, традиционно находящимся в менее конкурентных условиях. Так, предусмотрены отдельные меры для исследователей, занятых неполный рабочий день, а также для женщин-ученых и инженеров. Программа научных стипендий Седжон (The Sejong Science Fellowship Program) нацелена на поддержку постдоков и исследователей в возрасте до 39 лет, а также тех, кому была присуждена

ученая степень в течение последних семи лет. Молодые ученые получают долгосрочное финансирование научных проектов в университетах или исследовательских центрах, участвующих в программе, рассчитывая в дальнейшем на полную занятость в этих организациях. Поддержка осуществляется в течение пяти лет или до момента приглашения на постоянную научную должность. Женщинам-исследователям при этом предоставляются особые льготы, включая расширенный отпуск по уходу за ребенком и ежемесячное пособие на ребенка, а также гибкие условия реинтеграции (адаптации на рабочем месте после отпуска по беременности). Объем ежегодного финансирования одного проекта составляет 130 млн вон (7 млн руб.), а годовой бюджет всей инициативы — 40,4 млрд вон (2,2 млрд руб.). Содействие развитию карьеры женщин-ученых и инженеров на всех этапах профессионального роста обеспечивает Платформа поддержки женщин в научно-технической сфере (Women's Science and Technology Life Cycle Growth Platform 'W-Bridge'), на которой проводятся онлайн-семинары и консультации по развитию карьеры, предоставляется информация об образовательных программах, вакансиях в научно-технической сфере и возможностях участия в различных государственных инициативах.

В целях развития кооперации между университетами, научными организациями и общеобразовательными школами с 2021 г. выделяются гранты на совместные исследования и реализацию образовательных программ. Такого рода проекты организуются через Учебно-методический центр STAR (School, Teacher and Research Institute Center) в формате конкурсов, конференций, семинаров, образовательных программ (в том числе онлайн-курсов), учебно-методических мероприятий. В результате совместной деятельности ученые получают новые исследовательские результаты, а школьные учителя развивают STEM-навыки, необходимые для преподавания на современном уровне.

Другая инициатива (Korea Initiative for Fostering University of Research & Innovation, KIURI) направлена на поддержку университетских стартапов с вовлечением молодых ученых из вузов в проекты бизнеса. Целевой группой этой программы выступают постдоки, заинтересованные в коммерциализации результатов своих исследований. Работая в команде стартапа, взаимодействующего с конкретным предприятием реального сектора, молодые исследователи приобретают практический опыт. Проекты с ежегодным объемом финансирования в 1,5 млрд вон (80,3 млн руб.), как правило, длятся три года и, кроме того, предусматривают дополнительные средства на научные исследования в размере около 100 млн вон в год (5,4 млн руб.).

Важное направление поддержки талантов — создание благоприятных условий и интеграция в научную жизнь Южной Кореи ведущих зарубежных исследователей, приток которых с 1994 г. составил более 2 тыс. человек. Проектом «Кадровый резерв/ Кадровый резерв+» (Overseas Excellent Science Attraction Project 'Brain Pool / Brain Pool+' (BP/BP+) предусмотрено предоставление грантов иностранным исследователям, готовым работать на условиях полной занятости в университетах или научных центрах страны. Претендовать на гранты могут кандидаты двух категорий: 1) «BP» — специалисты с опытом работы в сфере исследований и разработок не менее пяти лет или обладатели ученой степени; 2) «BP+» — специалисты с

выдающимися научными достижениями. Приоритет отдается проектам в таких стратегически важных для инвестиций областях, как экономика данных, искусственный интеллект, атомная техника и водородная экономика, а также в ряде других, определенных правительством в качестве особо значимых. Программу отличают существенный объем финансирования и гибкие сроки выполнения исследований. Так, объем поддержки одного проекта категории «ВР» составляет до 300 млн вон в год (16,1 млн руб.), а для «ВР+» — 600 млн вон в год (32,1 млн руб.), включая расходы на переезд и жилье. С исследователями категории «ВР» заключаются кратко- (6–12 мес.) и среднесрочные контракты (до трех лет). Для «ВР+» предусмотрена возможность пролонгации до 10 лет (по схеме 2+3+3+2) при успешном прохождении предыдущих этапов. Для всех зарубежных ученых предусмотрена упрощенная процедура найма, а начиная с 2022 г. еще и консультационная поддержка на базе нового Центра Linko. Он оказывает помощь иностранным исследователям в прохождении административных процедур в процессе переезда в Южную Корею и предоставляет сведения о действующих в стране научных программах.

Значимой институциональной мерой стало создание в 2022 г. Комитета по защите прав и интересов исследователей (Committee for the Protection of the Rights and Interests of Researchers), включающего 96 человек — представителей государственных структур, вузов, научных организаций и бизнеса. В задачи Комитета входит нормативно-правовое и консультационное сопровождение всех ученых, работающих на территории страны, в том числе рассмотрение их апелляций на выявленные в научных проектах нарушения или жалоб на неправомерные действия третьих лиц.

Михаил Гершман, директор Центра научно-технической, инновационной и информационной политики ИСИЭЗ НИУ ВШЭ отмечает, что программа KIURI интересна «дуальным» принципом финансирования университетских стартапов: помимо грантов на коммерциализацию научных результатов команды-участники конкурса могут претендовать на дополнительное финансирование научных исследований (порядка 15% к основному гранту). Это расширяет возможности ученых: можно заниматься инновациями, не теряя связь с наукой. Любопытна и программа поддержки долгосрочных исследований постдоков, в результате которой они получают возможность в будущем закрепиться в конкретном университете.

В свете реализации выше приведённых программ остановимся на достижениях последних месяцев. Так инженеры из Корейского передового института науки и технологий спроектировали и создали четвероногого робота с намагниченными ногами MARVEL. Устройство может перемещаться по металлическим конструкциям вертикально вверх и даже вверх ногами. Его можно использовать для ремонтных работ на мостах, в производственных резервуарах и зданиях. Робот, вдохновленный человеком-пауком из серии комиксов MARVEL, использует для движения электромагниты и магнитные эластомеры. Это гибридные материалы, состоящие из вещества, напоминающего резину, с вкраплениями из магнитных частиц. Включая и выключая магнетизм, робот может одной ногой цепляться за вертикальную точку на стене и держаться, пока другие ноги перемещаются, а затем делать

следующий шаг. Чтобы робот мог перемещаться по стенам и вертикальным поверхностям, инженеры запрограммировали робота, научив его обходить препятствия. Для этого он использует технологию, напоминающую поведение кошек. Робот «тестирует» поверхность, прежде чем двигаться вперед, он делает крошечные первые шаги передними лапами перед тем, как переместить задние. Тестирование в исследовательской лаборатории показало, что робот способен карабкаться по металлическим стенам и ходить по потолкам. Кроме того, он успешно прошел испытания и смог взобраться на старый открытый резервуар с оранжевыми от ржавчины стенками для хранения маслянистых веществ. Робот не только поднялся на конструкцию, но и успешно преодолевал места, где не хватало металла, и обходил препятствия. Исследование показало, что он способен нести полезную нагрузку до 3 кг. Он движется с переменной скоростью в зависимости от местности, ускоряясь на удачных местах до 0,7 м/с.

Биологи и инженеры из Кореи и США детально исследовали все этапы прыжка ногохвосток вида *Isotomurus retardatus*. Ученые выяснили, что в отрыве, полете и приземлении огромную роль играют коллофоры, торчащие из брюшка животных. На базе понятых принципов авторы изготовили робота с сопоставимой эффективностью приземления. Инженеры довольно часто заимствуют у природы принципы работы отдельных элементов механизмов или структуру материалов. Со временем подобные исследования объединили термином биомиметика. Наблюдая за животными, специалисты учат своих роботов летать, приземляться, взбираться по стенам, безопасно падать, ходить по дну и многому другому. Все это невозможно без достижений биомеханики, которая изучает живые организмы в техническом контексте. В этом ключе большой интерес для исследователей представляют ногохвостки или коллемболы — класс членистоногих, близкий к насекомым. Эти животные обладают прыгательной вилкой (фуркой), то есть отростком на нижней части брюшка, который помогает им отталкиваться от поверхности и совершать прыжки. И если способность ногохвосток к прыжкам ученые уже исследовали довольно хорошо и даже изготовили робота, прыгающего по такому же принципу, то приземление этих членистоногих долгое время считалось неконтролируемым. Вместе с тем для коллембол, живущих у воды, аккуратное приземление критично в силу большого эволюционного давления со стороны водных и наземных хищников. Биологи и инженеры из Кореи и США при участии Саада Бхамла (Saad Bhamla) из Технологического института Джорджии провели подробное биомеханическое исследование различных этапов прыжка коллембол *Isotomurus retardatus* и выяснили, что эти животные способны выполнять направленные прыжки, быстрое выравнивание в воздухе и почти идеальное приземление на поверхность воды.

Ученые из Южной Кореи представили микроскопический имплант, который непрерывно оценивает уровень глюкозы. В отличие от других аналогов он работает намного дольше и предоставляет более точные показатели. Новая технология поможет миллионам пациентов забыть о ежедневных инвазивных тестах с помощью глюкометра. Системы непрерывного мониторинга уровня глюкозы становятся все более популярными по сравнению с традиционными проколами пальцев рук для анализа показателей в крови. Сегодня на рынке доступно два типа таких систем,

игольчатые и флуоресцентные, однако помимо ряда недостатков срок их службы составляет от нескольких недель до нескольких месяцев. Ученые из Ульсанского национального института науки и технологий представили долгожданную альтернативу — подкожно имплантируемый электромагнитный датчик, который оценивает уровень глюкозы в интерстициальной жидкости, заполняющей пространство между клеток, через изменения в диэлектрической проницаемости крови. «Наш прототип преодолел недостатки систем непрерывного мониторинга, такие как короткий срок службы и точность прогнозирования уровня глюкозы в крови», — прокомментировали ученые. На данный момент точность и функциональность подтвердили в доклинических экспериментах на моделях свиней и собак. Пока датчик находится на самой ранней стадии разработки, однако показатели точности демонстрируют большой потенциал технологии. В настоящее время ученые работают над созданием биосовместимой с человеком оболочки, которая позволит избежать реакции организма на инородное тело. Планируются, что новая система мониторинга глюкозы позволит значительно расширить использование неинвазивных инструментов среди диабетиков.

Дисплеи, которые можно сворачивать в трубочку, складывать как книгу или сгибать, уже появлялись на выставках и в рекламных роликах, но у корейской компании LG Display появилась новая идея — создать экран, который можно без опасений растягивать, скручивать и мять, как заблагорассудится, и который при этом сохраняет способность воспроизводить изображения в высоком разрешении. Прототип, представленный компанией, это дисплей с диагональю 12 дюймов, состоящий из того же силиконового материала, из которого делают современные контактные линзы. Он формирует гибкую пленку, а микроскопические светодиоды (microLED) размером 40 нм выступают в качестве источника света. Разрешение — 100 пикселей на дюйм, как у большинства мониторов и телевизоров. Как и у большей части эластичной электроники, внутри прототипа пружинные провода S-образной формы, что позволяет им проводить электричество при растяжении или сжатии, а также обеспечивает высокую надежность и долговечность. В данном случае дисплей можно растянуть на 20% от первоначальной длины. Образец длиной 30,5 см вытянули до 35,5 см. Не слишком много, но компания обещает, что это только начало. Дисплей с такими свойствами можно было бы использовать для нанесения на изогнутые поверхности — мебель, салон автомобиля или самолета — или в качестве материала для одежды.

Исследователи представили замену аккумуляторам для электронных устройств. Они работают от воды и не будут взрываться. Корейские инженеры разработали стабильную водную цинк-ионную батарею, в которой в качестве электролита используется вода. Для предотвращения коррозии электродов и повышения стабильности работы батарейки исследователи использовали специальный полимерный слой. Литий-ионные аккумуляторы нашли широкое применение в различных электронных устройствах: от мобильных телефонов и ноутбуков до электромобилей. Такие аккумуляторы обладают большой емкостью, но при этом органические электролиты в них легко воспламеняются, что может привести к пожарам и взрывам. Ученые давно работают над безопасными альтернативами, один из которых предполагает использование цинкового анода в водном электролите. Основная проблема таких устройств:

низкий срок службы, связанный с побочными реакциями, которые разрушают элементы устройства. Инженеры из Пхоханского университета науки и технологий (POSTECH) разработали цинковый анод, покрытый многофункциональным защитным слоем с использованием блок-сополимера. Этот слой эластичен и способен растягиваться, выдерживая увеличение объема во время зарядки и разрядки аккумулятора. В серии экспериментов ученые показали, что полимерный защитный слой индуцирует гомогенизированное распределение ионов и подавляет рост дендритов, способствуя увеличению срока службы цинкового анода. Кроме того, слой тонкой пленки улучшает стабильность электрода, подавляя ненужные химические реакции в электролите на поверхности электрода.

Американские и Корейские и Американские химики синтезировали аморфный полимер на основе соли никеля с тиозамещенным тетрагидрофураном. Полученный материал оказался совершенно аморфным, но при этом обладал удельной электрической проводимостью в 1200 сименс на сантиметр. Неожиданную способность аморфного материала проводить ток авторы объяснили устойчивыми к изменению структуры взаимодействиями между его молекулами. Большинство материалов на основе органических или металлоорганических соединений не проводят электрический ток. Но химики умеют создавать проводящие органические материалы. Для этого им приходится либо добавлять в готовый материал примеси, увеличивающие проводимость, либо получать кристаллические образцы полимеров — их упорядоченная структура позволяет электрическому току течь без особых препятствий. А вот аморфные органические материалы, как правило, ток не проводят. Но химики Южной Кореи и США под руководством Джона Андерсона (John Anderson) из Чикагского университета смогли получить проводящий аморфный металлоорганический материал.

Лидар — прибор, определяющий расстояние до объекта с помощью луча света, помогает автомобилям избегать столкновений и прочих опасных дорожных ситуаций. Это дорогое оборудование, поэтому обычно в робомобиле всего один лидар. Но он не может одновременно видеть все, что происходит спереди и сзади, потому что вынужден постоянно вращаться. Южнокорейские ученые придумали решение — неподвижный всенаправленный датчик, к тому же сверхкомпактный. Авторами разработки стали ученые из Пхоханского университета науки и технологии, которые разработали лидар с обзором на 360° из метаматериала толщиной в одну тысячную от диаметра человеческого волоса. Использование метаповерхностей — искусственных материалов, способных управлять электромагнитными волнами разной длины — может значительно увеличить угол видимости лидаров, распознающих трехмерные объекты.

Рассеивая более 10 000 световых точек с метаповерхности и снимая на камеру облученный точечный образ, можно получать информацию о трехмерных объектах в поле видимости 360 градусов. Такой тип лидара используется в айфонах для распознавания лиц. Однако там устройство имеет ряд ограничений, в частности, в поле видимости. Корейские ученые преодолели эти ограничения. «Мы доказали, что можем контролировать распространение света под любыми углами, разработав более передовую

технологии, чем современные устройства с метаповерхностями, — сказал профессор Ро Чон Сок. — Это оригинальная технология, которая позволит создать платформу сверхмалых и всенаправленных трехмерных датчиков изображений». Разработка корейских ученых отличается тем, что в ней применяются нанотехнологии. Их изобретение открывает возможность выпускать смартфоны, гарнитуры дополненной и виртуальной реальности, роботы с датчиками, созданными на основе нано-оптических элементов. Новое устройство можно с легкостью печатать на различных искривленных метаповерхностях — линзах очков или гибких подложках.

Группа корейских ученых разработала новые датчики свежести и температуры пищевых продуктов. Их основу составляет индуцированный лазером графен на экологически чистой, биоразлагаемой бумаге. По [данным](#) за прошлый год, около 78 процентов поступающего в окружающую среду пластика составляют упаковки от пищевых продуктов. Таким образом, разработка биоразлагаемых пакетов, коробок и стаканов для нашей еды — первоочередная забота людей, равнодушных к проблеме пластикового загрязнения планеты. Хотя несколько крупных компаний уже выпустили свои линейки биоразлагаемых упаковок, включая посуду и соломинки для питья, все еще существует проблема мониторинга качества пищи в таких упаковках, то есть отслеживания температуры и свежести еды. Большинство существующих на сегодня датчиков состояния пищевых продуктов биоразлагаемы, так что, даже будучи прикрепленными к экоупаковке, в конце концов они тоже становятся частью загрязняющего планету пластика. Однако теперь ученые из Сеульского национального университета (Южная Корея) нашли путь решения этой проблемы, разработав полностью биоразлагаемый датчик контроля качества еды на основе индуцированного лазером графена. Этот датчик способен отслеживать температуру и свежесть пищи (он улавливает исходящие от нее газы), так что с помощью мобильного приложения любой человек сможет оценить качество мясных полуфабрикатов или температуру стаканчика с кофе. Для получения датчиков исследовательская группа разработала технологию синтеза графена посредством локальной термической реакции путем облучения лазером экологически чистой бумажной подложки на основе углерода. В результате датчик был изготовлен непосредственно на подложке из целлюлозы, используемой для хранения пищевых продуктов, без дополнительной обработки, которая нарушила бы экологичность упаковки.

Ученые [создали](#) технологию выращивания грибов Cordyceps, которые паразитируют на насекомых. Их можно использовать для создания лекарств. Исследователи из Национального университета Чхунбук (Южная Корея) нашли способ выращивать зомби-грибы кордицепс (Cordyceps) в лабораторных условиях. Технология позволяет сохранить активность культуры и использовать ее полезные свойства. Кордицепс — это семейство грибов, которые известны тем, что заражают и убивают насекомых. Они прорастают через тело насекомого, создавая сеть нитей, которые захватывают мышцы животных и «перехватывают» управление. Как только тело насекомого полностью истощается, гриб дает «плоды», которые прорастают сквозь плоть, высвобождая споры и заражая больше особей. В отличие от других грибов, кордицепс редко встречается в природе, а в лабораторных условиях их обычно выращивают на зернах коричневого риса. Но при таком способе производства



уровень кордицепина — основного полезного вещества — в грибах крайне низок. Чтобы увеличить выработку этого вещества, исследователи заменили рис на питательных насекомых. Исследователи экспериментировали, выращивая грибы-зомби на сверчках, куколках тутового шелкопряда, мучных червях, кузнечиках, личинках майских жуков с белыми пятнами и японских жуках-носорогах в течение двух месяцев. Оказалось, что разная пища влияла на рост грибов. Кордицепс больше всего рос на мучных червях и куколках тутового шелкопряда и меньше всего на личинках майского жука и кузнечиков. При этом больше всего кордицепина вырабатывалось на японских жуках-носорогах хотя сам гриб в такой среде и не выросал большим.

Ученые установили, что увеличение выработки кордицепина зависит от содержания в насекомом жиров, а не белков. В частности, для производства полезного вещества нужны высокие уровни олеиновой кислоты. Добавление этого вещества даже к низкоэффективному «корму» существенно увеличивает производство кордицепина. Хотя зомби-грибки и кажутся опасными, предыдущие исследования [показали](#), что кордицепин оказывает противовоспалительное, антиоксидантное, омолаживающее, противораковое и антибактериальное действие. Исследователи полагают, что технология промышленного производства этого вещества поможет в создании лекарственных препаратов для лечения широкого спектра заболеваний. Ученые [надеются](#), что разработанные ими датчики позволят еще больше сократить пластиковое загрязнение планеты и облегчить людям, покупающим продукты в бумажных упаковках, контроль за качеством еды. В дальнейшем подобные датчики смогут применяться не только в пищевой, но и в любых других областях промышленности, где потребуются экологически чистые датчики температуры и газа.

Корейский стартап Plana Aero [начал](#) работу над новым дальнемагистральным гибридно-электрическим воздушным такси с системой вертикального взлета и посадки. Корейский стартап eVTOL Plana завершил успешный предварительный раунд сбора средств на сумму \$9 млн долларов США и добился совокупного финансирования в размере \$10 млн. Производство 7-местного гибридного eVTOL Plana планируется в 2028 году.

Новое гибридно-электрическое воздушное такси с системой вертикального взлета и посадки будет двигаться со скоростью до 350 км/ч, перевозя до семи пассажиров на расстоянии 500 км. Компания опубликовала концептуальные изображения самолета — он отличается длинным тонким фюзеляжем, который переходит в верхнюю часть основного крыла. Всего в самолет может поместиться шесть пассажиров и пилот. В силовой установке используются большие наклонные пятилопастные электрические винты и конструкция с полным вектором тяги. Общая конфигурация в режиме зависания напоминает гексакоптер. Для операций вертикального взлета и посадки два задних винта наклоняются вниз, а остальные — вверх. Это связано с тем, что они настроены как толкатели для круизного режима полета. Многие предприятия eVTOL работают над тем, чтобы добиться коммерческой сертификации и ввода в эксплуатацию к 2024 году, но Plana будет отставать в этом вопросе. Согласно графику компании, к 2028 году они запустят в



производство полностью одобренный самолет, а к 2024 году — демонстрационную модель.

Команда исследователей из Южной Кореи добилась успеха в производстве высокоэффективных, стабильных и масштабируемых фотоэлементов из перовскита. Ученые использовали метод вакуумного осаждения, который применяется в изготовлении органических светодиодов. Открытие позволяет сделать еще один шаг к коммерциализации перовскитовых солнечных панелей. Ученые из Технического университета в Ульсане разработали перовскитовый фотоэлемент с пассивирующим слоем из фазы Раддлесдена-Поппера, разновидности перовскитовой структуры, состоящей из двухмерных листов с катионами между ними. Контролируя скорость осаждения этого перовскитового материала, они смогли напрямую влиять на его кристаллографическую ориентацию. В результате был получен упорядоченный двухмерный пассивирующий перовскитовый слой. Этот слой выполняет защитную функцию, нейтрализуя дефекты перовскита и обеспечивая эффективный перенос заряда в фотоэлементе. Как следствие была достигнута высокая производительность в 21,4% с выдающейся устойчивостью к влажности и температуре. Это рекордный показатель для перовскитовых фотоэлементов, изготовленным методом вакуумного осаждения. Вдобавок, фотоэлемент показал повышенную долгосрочную стабильность — после 1000 часов работы он сохранил 62% КПД при влажности 60–70% и комнатной температуре даже без изоляции устройства. Срок службы батареи и скорость зарядки электромобиля зависят, в первую очередь, от материала, из которого изготовлен анод батареи. Команда исследователей из Южной Кореи пошла нетрадиционным путем, вовсе отказавшись от использования анода в литиевой батарее. И это позволило им повысить плотность энергии аккумулятора на 40%.

Ученые из Пхоханского университета науки и технологии разработали литиевую батарею без анода с объемной полностью энергии 977 Вт\*ч/л, что на 40% выше, чем у традиционных батарей (700 Вт\*ч/л). На практике это означает, что такая батарея обеспечивает среднему электромобилю запас хода на 630 км. Обычно батареи меняют структуру анодного материала под действием ионов лития. Вот почему емкость батареи со временем снижается. Считается, что если бы было возможно заряжать и разряжать одним только анодным токосъемником, без анодного материала, то плотность энергии — которая определяет емкость батареи — возросла бы. Однако, этот метод имеет серьезный недостаток: увеличение анода в объеме и сокращение срока службы батареи. Корейским ученым удалось обойти это проблему и создать безанодную батарею с обычным жидким электролитом на основе солей угольной кислоты, добавив ионопроводящий субстрат. Он не только сформировал защитный слой, но и помог минимизировать увеличение анода в объеме. Испытания показали, что новая батарея в течение долгого периода сохраняет высокую емкость — 4,2 мА\*ч/см<sup>2</sup> — и высокую плотность тока — 2,1 мА/см<sup>2</sup>. Также ученые доказали в теории и на практике, что субстраты могут накапливать литий. Кроме того, ученые при помощи твердого электролита на основе аргиродита продемонстрировали твердотельные полуэлементы. Предполагается, что такие батареи ускорят коммерциализацию негорючих

аккумуляторов, способных поддерживать высокую емкость на протяжении длительного времени.

Корейская Компания Samsung Electronics [представила](#) дорожную карту для своей экосистемы твердотельных SSD-накопителей. В планах — тысячеслойный трехмерный массив NAND. Samsung Electronics представила планы развития экосистемы твердотельных дисков на форуме Samsung Tech Day 2022. Компания планирует создать самый совершенный чип NAND, который будет состоять из более тысячи слоев. План должен быть реализован к 2030 году. В сообщении компании не сообщается, будет ли к этому сроку продукт запущен в массовое производство или только готов прототип, на основе которого в дальнейшем будут строиться новые продукты. Создание подобного чипа позволит компании выпускать твердотельные накопители емкостью до 1 Пб (1000 Тб). Перспектива создания такого объемного носителя для информации представляется довольно заманчивой, отмечают эксперты Tech Radar, особенно в условиях конкуренции и развития альтернативных средств хранения данных: кварца, лент, ДНК и других. Больше слоев означает не только более дешевые продукты, но и более высокую плотность хранения. Например, сейчас самую большую емкость обеспечивает твердотельный накопитель Nimbus Data. 3,5-дюймовая модель на основе 64-слойного чипа позволяет хранить 100 Тб. Эта разработка показывает, что Samsung может достичь своей цели: если сложить этот чип до 1024 слоев, емкость превысит 1 Пб. Для сравнения производитель жестких дисков (HDD) Seagate планирует к 2030 году увеличить емкость своих накопителей только до 100 Тб, а в настоящее время устройства компании ограничены пределом в 26 Тб.

Ежегодно Корея проводит множество международных выставок дабы продемонстрировать все новшества основных отраслей страны. Международная конференция ЕСВА 2022 по технике и технологиям, компьютерам, фундаментальным и прикладным наукам состоялась в декабре в Сеуле. Республика Корея является экономически высокоразвитым государством. Как всем известно, корейские товары пользуются большим спросом, особенно это касается судостроительной и автомобильной промышленности.

Исследовательский центр по разработке многоцелевых беспилотных космических аппаратов открыли в Южной Корее. Об этом сообщили в Национальном управлении оборонных закупок (DAPA). Центр открыли в Сеульском национальном университете. Его задачей будет исследование технологий, необходимых для разработки и эксплуатации беспилотных космических аппаратов. DAPA планирует до 2028 года инвестировать на эти цели около 27 миллионов долларов. В центре будут работать более 240 исследователей из 14 университетов страны. Также к работе привлекут четыре компании, включая Korea Aerospace Research Institute и Hanwha Aerospace. Государственно–частное партнёрство является залогом научно-технического прогресса Южной Кореи и служит примером для других стран.