

# Бельгия 2022

Академик Олег Фиговский, АНМ (Израиль)

Бельгия относится к группе высокоразвитых индустриальных стран и входит в Европейский союз. Показатели ВВП Бельгии отражают средние значения по ЕС. В настоящее время основная часть промышленности сконцентрирована в северной части страны (Фландрия) и Брюсселе. В Валлонии индустриальное производство сосредоточено в двух крупнейших городах региона: Льеже (здесь издавна развита оружейная промышленность) и Шарлеруа. По данным немецкой аналитической службы statista доля ядерной энергетики в бельгийском энергобалансе составляла 52%, что в 2,5 раза превышает использование газа в выработке электроэнергии. Бельгия, Дания, Германия и Нидерланды заключили соглашение о совместном развитии ветроэнергетических проектов. Используя Северное море в качестве площадки для развертывания новых ветропарков, европейские страны хотят увеличить выработку возобновляемой энергии с помощью ветра до 65 ГВт в течение восьми лет. А в долгосрочной перспективе выработка должна достичь к 2050 году 150 ГВт. В рамках совместной декларации страны Северного моря заявили, что вскоре станут «Зеленой электростанцией Европы». По словам авторов проекта, надежные ветры Северного моря, мелководье и близкое расположение к промышленным центрам, потребляющим много электроэнергии, превратили инициативу в идеальное решение для борьбы с глобальным потеплением и нехваткой ископаемых ресурсов. Премьер-министр Дании Метте Фредериксен сообщила, что четыре страны ЕС хотят увеличить общую мощность генерации энергии ветропарками более чем в четыре раза к 2030 году — с нынешних 16 ГВт до 65 ГВт. Ожидается, что полностью развернутые мощности обеспечат возобновляемой энергией более 230 млн домов по всей северной части ЕС. Часть вырабатываемого электричества также будет отправляться на заводы по производству зеленого водорода.

Международный научно-исследовательский центр в Лёвене, Бельгия, (Imec) опубликовал дорожную карту для отрасли микроэлектроники на ближайшие 15 лет. План включает в себя технико-экономическое обоснование и стратегию проектирования чипов нового поколения. Если ИТ-сектор примет предложение центра, у всех ведущих компаний будет пошаговый план создания микросхем до 2036 года. При этом уже в 2030-м году Imec предполагает создание первого процессора размером менее одного нанометра — 7 ангстремов (0,7 нм). И он будет на порядки производительнее сегодняшних самых передовых решений, реализованных по техпроцессам 7 и 5 нм. Как отмечает Tom's Hardware, Imec — это не самое публичное, но одно из самых влиятельных предприятий в современном ИТ-секторе, наряду с тайваньской TSMC и нидерландской ASML. В список клиентов центра входят Apple, Intel, Samsung, Microsoft и многие другие, а само предприятие выступает в качестве аналога Кремниевой долины для инженеров, специализирующихся на полупроводниках. Как правило, Imec работает связующим звеном между сертификационными агентствами, ИТ-гигантами и производителями микросхем.

В случае с дорожной картой Imec собирается стать не только связующим звеном, но и наставником для всей полупроводниковой отрасли. Центр хочет стандартизировать прогресс в проектировании микросхем. Если производители примут новые правила, утверждают представители центра, разработка и сборка чипов сильно упростится. Это означает, что ASML будет собирать станки для изготовления процессоров по определенным чертежам, TSMC сможет подготовить для этих станков соответствующие предприятия, а компании, вроде Apple, Intel и Samsung, будут заранее готовы к созданию подходящих гаджетов. В Imec объяснили, разработка и производство микросхем в последние годы активно растут в своей цене и сложности. Поэтому, помимо демократизации технологий для потребителей, дорожная карта необходима и самим предприятиям. В своей презентации центр предложил развивать полупроводники в соответствии с Законом Мура, согласно которому число транзисторов на схеме должно удваиваться каждые два года, но с небольшими корректировками. Imec хочет создать «трехстороннее решение» для масштабирования чипов — с помощью новых материалов, производственного оборудования и программного обеспечения.

Технический документ Imec подробно описывает каждый этап разработки, включая компании, которые должны быть задействованы и примерные даты реализации. В частности, в центре рассчитали, что переломный этап в полупроводниковом секторе придется на 2030 год — к этому моменту дорожная карта предполагает создание первого процессора на 7 ангстремов или 0,7 нанометра. Такая платформа будет на несколько порядков производительнее и энерго-эффективнее современной электроники — она пригодится при создании полностью беспилотных автомобилей, разработке ИИ и проектировании гаджетов нового поколения.

В области робототехники сейчас разрабатывается прототип наружного робота Willow X с шарнирными руками для выполнения многочисленных задач в саду. Бельгийский стартап Eevee разрабатывает робота Willow X, чья задача состоит в том, чтобы поддерживать порядок в саду. Изначально компания разработала продвинутую газонокосилку Toadi. Позже ее модифицировали и она превратилась в аккумуляторную электрическую садовницу Willow. В отличие от многих роботов-газонокосилок, представленных сегодня на рынке, модели Eevee не используют провода по периметру или GPS-слежение, а полагаются на системы видеонаблюдения, картографирование и обнаружение препятствий. Последняя версия Willow настраивается и управляется с помощью сопутствующего мобильного приложения. Робот и приложение Willow уже готовы к запуску. И, хотя квота на сборку на 2022 год уже выполнена, сейчас принимаются заказы на следующую партию. Модель поставят на рынок в январе 2023 года. Цена — от 2 990 евро (около \$3 150)ю

Команда инженеров Eevee уже находится на ранней стадии разработки следующей эволюции, Willow X. Она будет оснащена двумя цепкими колесами спереди и стабилизирующим колесом сзади. Также у модели будет пара выдвижных многофункциональных манипуляторов. Предстоит еще много работы,

но у команды дизайнеров есть частично работающий прототип. Компания уже принимает предварительные заказы на робота. Итак, на что будет способна Willow X, когда этапы разработки и прототипирования будут завершены? На видео компании разработчики показали, как блочный бот собирает упавший мусор с патио и использует насадку, чтобы пылесосить, а также направляется к инструментам. Модель оснащена встроенным контейнером, и робот может использовать бортовую камеру и искусственный интеллект, чтобы идентифицировать и удалять сорняки с клумбы и помещать их в контейнер для хранения для последующей утилизации в качестве удобрений. Также Willow X собирает морковь с грядки и подбирает упавшие грецкие орехи, а затем складывает урожай в ящик на ступеньках патио. В конце смены он заряжает аккумуляторную батарею и готовится к следующему патрулированию.

Бельгийская компания O-BOY запустила на Kickstarter одноименный проект часов, способных послать спасателям сигнал о помощи через спутниковую связь. Это позволяет использовать их даже в горах и других местах, где нет мобильной связи. Спутниковая связь давно используется для передачи сигналов о помощи. Для этого еще несколько лет назад создали международную систему «Коспас-Сарсат», состоящую из спутников и ретранслирующую спасателям сигнал бедствия и местоположение аварийного радиобуя. Пару лет назад спутники Galileo, входящие в эту систему, даже научились посылать обратно уведомление, что сигнал принят и помощь уже в пути. Но радиобуи представляют собой довольно большие устройства, которые, как правило, не используют любители экстремального спорта и другие люди, оказывающиеся за пределами действия мобильной связи.

O-BOY разработала для той же цели гораздо более компактное устройство — часы с функцией аварийного сигнала через спутниковую связь. Они выполнены в довольно массивном корпусе с небольшим экраном в центре, на котором отображается время. Сбоку на корпусе есть большая кнопка — она и отвечает за отправку сигнала. В часах предусмотрено три режима. Долгое нажатие активирует режим периодической отправки координат избранным контактам (до четырех номеров) с частотой от пяти минут до часа. Пятикратное нажатие посылает контактам записанное заранее сообщение и местоположение. А восьмикратное нажатие посылает те же данные в ближайшую станцию спасения. Судя по карте покрытия, часы смогут передать сигнал с большей части Земли, в том числе с практически всей территории России.

В часах есть Bluetooth, но он используется лишь при начале использования, чтобы владелец мог записать в часы сообщение и список контактов. Аккумулятор часов рассчитан на неделю работы в режиме ожидания или на отправку 48 сигналов. Часы стоят на Kickstarter от 265 евро, а за услуги по отправке сигнала придется оформить подписку от 9,95 евро, стоимость зависит от типа сигналов и длительности подписки. На момент написания заметки компания собрала всю требуемую сумму и показала прототип гаджета. Ожидается, что часы начнут отправлять первым покупателям в июле.

Университеты Бельгии занимают важное место в системе европейского образования, успешно совмещая современные стандарты и многовековые традиции. Качество и популярность бельгийского образования подтверждаются тем, что восемь бельгийских университетов соревнуются с лучшими вузами мира в международных рейтингах. Каждый из них — это крупный образовательный центр с развитым научным сообществом и сетью международных партнерств. Лёвенский католический университет – лучший в стране занимает в мировом рейтинге 78 место, а Гентский университет - 96 место, что выше, чем МГУ им. М.В. Ломоносова. Каковы новые исследования Бельгийских учёных рассмотрим ниже.

Физики из Бельгийского института радиоэлементов совместно с голландскими компаниями Demcon и ASML провели первый успешный эксперимент по созданию изотопа молибдена-99 при помощи ускорителя электронов. Во время испытаний ученые в течение 115 часов непрерывно облучали молибденовую мишень размером в один мм сфокусированным пучком электронов мощностью 30 кВт. Именно столько времени необходимо для создания изотопа. Физики отмечают, что самым большим препятствием при таком экстремальном воздействии было обеспечить охлаждение мишени, которая может испариться за миллисекунды без отвода тепла. Температура поверхности в процессе эксперимента поднимается от 200°C до 600°C, поэтому применять для охлаждения воду невозможно. Вместо нее физики использовали жидкий натрий. Жидкие металлы обладают высокой удельной теплоемкостью и теплопроводностью, что делает их очень эффективными при отводе тепла.

Исследователи выбрали в качестве хладагента жидкий натрий, поскольку он уже используется в ядерной энергетике. Проблемы этого вещества в том, что натрий активно реагирует с воздухом и водой и может растворять другие металлы, отмечают исследователи. Кроме того, при комнатной температуре натрий принимает твердое состояние, поэтому при выходе из строя отдельных систем он охлаждается и может забить трубы теплоотвода. Однако, как отмечают ученые, результаты эксперимента показали, что использование жидкого натрия в качестве теплоотвода в экстремальных условиях оправдано. Ученые отмечают, что плотность мощности в мишени в миллиарды раз больше, чем в ядре Солнца, а аналогичное облучение стенка корпуса ядерного реактора получает за 10 лет. Тем не менее, мишень, охлаждаемая жидким натрием, смогла пережить пять дней непрерывного облучения. Физики планируют масштабировать технологию для полноценного производства радиоизотопов. Мишень, использованная в эксперименте в тысячу раз меньше, чем та, которую ученые планируют использовать в промышленной установке проекта SMART. Участники эксперимента надеются, что к 2028 году появится завод по производству радиоизотопов для больниц по всему миру.

Технеций-99m — изомер изотопа технеция-99. Это метастабильный радионуклид, испускающий гамма-излучение. Технеций-99m образуется после бета-распада нуклида молибдена-99. Этот изомер используется в качестве радиохимического препарата для медицинской диагностики в десятках млн

процедур ежегодно. Из-за короткого периода полураспада (около шести часов) изомер технеция, как правило, получают из молибдена непосредственно в медицинской лаборатории. В настоящее время большая часть молибдена-99 производится из обогащенного урана в ядерных реакторах. Такое производство не может полностью удовлетворить спрос, а также в результате распада обогащенного урана производится большое количество радиоактивных отходов.

Ученые Католического университета Лёвена и исследовательского центра IMEC совместно с коллегами из МГУ визуализировали с субволновым пространственным разрешением оптические моды в кремниевых наноантеннах. Результат их работы окажется полезен при разработке новейших миниатюрных устройств для управления электромагнитным излучением в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне. Электромагнитные антенны широко применяют в сотовой связи, телевидении и телекоммуникациях. Традиционно они преобразуют микро- и радиоволны, а потому имеют соответствующие их длинам волн размеры — от нескольких миллиметров до нескольких метров. Современные методики позволяют изготавливать и совсем миниатюрные наноантенны, которые могут управлять электромагнитным излучением в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне. Они также получили название оптических наноантенн.

Особую роль среди них занимают структуры, изготовленные из материалов с высоким показателем преломления, например из аморфного кремния. Последний также обладает низким коэффициентом поглощения, поскольку является непрямозонным полупроводником: под действием света электроны с малой вероятностью переходят из валентной зоны в зону проводимости, что делает кремниевые наноантенны намного эффективнее металлических аналогов. Оптические наноантенны из кремния позволяют локализовать падающий свет в область с субволновыми размерами, то есть меньше длины его волны. Субволновая локализация электромагнитного поля в них достигается благодаря возбуждению оптических мод (устойчивых структур электромагнитных полей), пространственное распределение которых зависит от формы наноантенн. При разработке различных устройств очень важно уметь визуализировать распределение их электромагнитных полей, но при использовании обычных методов оптической микроскопии сделать это невозможно из-за фундаментальных физических ограничений.

Чтобы преодолеть эту проблему, учёные локально возбуждали оптические наноантенны при помощи сканирующей ближнепольной оптической микроскопии. Такой метод имеет красивую акустическую аналогию, примененную Эрнстом Хладни в 1787 году для визуализации акустических мод в металлических пластинах различной формы. Покрывая песком пластины и возбуждая смычком акустические моды, он наблюдал разнообразные узоры, теперь известные как фигуры Хладни, показывающие пространственное распределение узлов акустических мод. «По аналогии мы использовали апертурный зонд сканирующего ближнепольного оптического микроскопа. Он представляет собой полую металлическую пирамиду с крошечным отверстием размером в 90 нанометров, которое формирует сильно локализованный источник света. Поднесение зонда к

наноантенне обеспечивает эффективное возбуждение оптических мод. Собирая отклик наноантенны, можно получить изображения, показывающие их пространственную структуру с субволновым разрешением до 50 нанометров.

«Мы показали, что апертурный зонд возбуждает и визуализирует оптические моды электрического и магнитного типа в кремниевых наноантеннах с формой диска, квадрата и треугольника. Были обнаружены моды шепчущей галереи, локализованные у границ наноантенн, и моды типа Ми/Фабри-Перо, возбуждаемые по всему объему наноантенн», — рассказал один из соавторов работы, профессор Католического университета г. Лёвена Виктор Моцалков. «Данный подход может быть использован для исследования оптических наноантенн различной формы и визуализации всех типов оптических мод. Локальное возбуждение мод сопровождается значительным изменением рассеяния и локализации света, которые могут оказывать непосредственное влияние, например, на квантовый выход близлежащих излучателей и эффективность нелинейных процессов

Команда исследователей из Университетской клиники Лёвена (Бельгия), с участием ученых из Института Фернандеса Фигейры в Рио-де-Жанейро (Бразилия), Университета Коменского в Братиславе (Словакия) и Линчепингского университета (Швеция) проанализировала 64 случая мертворождения и четыре случая смерти новорожденных детей в 12 странах — у всех плацента была инфицирована SARS-CoV-2 и описали случаи, когда коронавирус SARS-CoV-2 разрушил плаценту и привел к мертворождению у беременных женщин, заболевших Covid-19. Это не первое исследование, в котором изучалось воздействие коронавирусной инфекции на будущих матерей и их плод. Так, работа американских ученых ранее показала, что Covid-19 способен изменять иммунитет — как беременной, так и новорожденного. А согласно недавнему общенациональному шотландскому исследованию, показатель перинатальной смертности (гибели плода или младенца) для заразившихся женщин составил 22,6 на 1000 родов — по сравнению с 5,6 на 1000 родов среди тех, у кого не было Covid-19.

Хотя доказано, что SARS-CoV-2 может вызывать гибель плода, механизм этого остается по большей части неизвестным. Теперь ученые из 12 стран проанализировали плацентарную ткань — эмбриональный орган, формирующийся в полости матки во время беременности и осуществляющий связь между организмом матери и будущим ребенком через пуповину — 64 мертворожденных детей и четырех младенцев, которые появились на свет, но вскоре умерли. Во всех случаях матери (возраст от 24 до 40 лет) не были привиты и заболели Covid-19, будучи беременными.

Исследователи из Бельгии и Австрии получили графен на разветвленных наноструктурах, тем самым придав плоскому слою углеродной решетки объем. Разработка поможет создать, например, химические датчики с более высокой чувствительностью. Углеродный материал графен не имеет четко определенной толщины, он состоит из одного слоя атомов. Поэтому его часто называют

«двумерным материалом». Попытка создать из него трехмерную структуру поначалу может показаться противоречивой, но это важная цель: так получится наилучшим образом использовать свойства графенового слоя. Для этого необходимо создать как можно больше активной площади поверхности материала. Лучший способ этого достичь – производить графен на сложных разветвленных наноструктурах. Ученые разработали процесс электрохимического травления, который превращает твердый карбид кремния – соединение кремния и углерода – в желаемую пористую наноструктуру. Кремний испарился (а вместе с ним – около 42% объема), а оставшуюся наноструктуру нагревали в вакууме, так что на сложной поверхности 3D-наноструктуры образовался слой графена.

Новая мишень, найденная учеными из Бельгии, может стать универсальным средством для лечения рака. Эксперименты показали, что ее блокировка останавливает переход в раковое состояние и приводит к регрессии опухоли. В настоящее время ученые плохо знают механизмы, не связанные с генетикой, которые способствуют переходу доброкачественной опухоли в злокачественную. В новой работе исследователи из Брюссельского университета раскрыли свойства рецептора NR2F2 в качестве ключевого фактора. Оказалось, что NR2F2 способствует пролиферации опухолевых клеток, их инвазивным функциям, и одновременно подавляет функцию иммунных клеток в опухоли.

Эксперименты показали, что подавление NR2F2 блокирует переход доброкачественной опухоли в рак, а также способствует регрессии опухоли. «Одним из наиболее важных результатов нашей работы стало понимание и демонстрация того, что инактивация NR2F2 приводит к дифференцировке опухоли и тем самым приводит к ее регрессии», — прокомментировал профессор Сердрик Бланпейн. Разработка ингибиторов NR2F2 может стать инструментом для контроля рака и многообещающей стратегией лечения, добавил он. В настоящее время ученые уже работают над созданием первых экспериментальных препаратов для данной мишени, рассчитывая подтвердить их потенциал для лечения человека.

Бельгийские физики спроектировали ткань, одежда из которой может быть теплой или очень легкой в зависимости от того, какой стороной она надета. Такая двоякая терморегуляция достигается за счет большой разницы между излучательными свойствами разных сторон ткани. Расчеты показали, что одежда из предложенного материала позволит поддерживать комфорт в диапазоне температур воздуха от 11,3 до 24,4 градуса Цельсия. Излучение человеческим телом тепла — это один из самых интенсивных путей теплопередачи в окружающее пространство. Для малоподвижного человека, находящегося в помещении, на излучение приходится до половины всех теплопотерь его тела, за остальное ответственны теплопроводность и конвекция. Наша кожа нагревается за счет метаболических процессов в организме и излучает преимущественно чернотельный спектр с максимумом в точке с длиной волны около 10 микрон. Контролируя оптические свойства ткани в этом диапазоне, мы можем управлять терморегуляцией.

Все материалы могут поглощать, пропускать и отражать излучение. При этом для случая термодинамического равновесия выполняется закон Кирхгофа, который гласит, что чем лучше тело поглощает, тем лучше оно излучает. Следовательно, если мы хотим, чтобы ткань охотнее отдавала тепло в окружающую среду, нам нужно сделать ее хорошо поглощающей, и наоборот. Если же мы соединим две ткани с противоположными поглощающими способностями, то объединенная ткань будет обладать разными терморегулирующими свойствами в зависимости от того, какой стороной она обращена к телу. Мулуне Абебе (Muluneh Abebe) с коллегами из университета Монса предложили концепцию волокнистой ткани, которая обладает именно такими характеристиками. Для управления излучающей способностью сторон физики оптимизировали как геометрические свойства компонентов ткани, так и выбор материалов для их изготовления.

Учёные предложили в обоих случаях использовать структуры, представляющие собой периодические массивы волокон. Для отражающего слоя они предложили делать их из металла, а для поглощающего — из диэлектрика. Последний должен обладать хорошим поглощением в диапазоне от 4 до 25 микрон, а также подходящими механическими свойствами, поэтому авторы остановили свой выбор на карбиде кремния. Исследователи построили численную модель такой композитной ткани. Сначала они проводили анализ пропускания, отражения и поглощения каждого из слоев ткани. Затем физики строили полную тепловую модель теплопередачи через ткань, опираясь на оптические свойства компонентов. Для первой задачи они численно решали уравнения Максвелла методом конечных элементов. При этом выяснилось, что металлические волокна должны скрещиваться, чтобы обеспечить достаточное отражение обеих поляризаций. На втором этапе они применили формализм, который заменяет задачу о теплопередаче эквивалентной электрической цепью. Роль напряжения при этом играет разница температур, а роль тока заряда — ток тепла. В результате физики определили, что, если принять диапазон комфортной температуры равным 19–23 градуса Цельсия, то одежда из предложенной ими ткани сможет поддерживать комфорт в диапазоне температуры воздуха от 11,3 до 24,4 градуса Цельсия. По этим характеристикам их ткань превосходит многие известные материалы с двойной терморегуляцией.

Сотрудники Антверпенского университета (Бельгия) совместно с учеными из Института теоретической и прикладной электродинамики РАН и МГУ разработали композиционные материалы для фотодетекторов, реагирующих на солнечное излучение. Добавление уникальных красителей повышает эффективность фоточувствительных слоев и увеличивает скорость работы детекторов в 20 раз, при этом производство материалов оказывается дешевле в сравнении с неорганическими аналогами.

Бурный рост солнечной энергетики сопровождается активным поиском новых фоточувствительных материалов среди органических и неорганических соединений. Неорганические вещества, способные превращать энергию фотонов в электричество, традиционно используются активнее. Однако они довольно

дорогие. К тому же зачастую не обладают выраженным спектром поглощения, отвечающим за эффективное улавливание солнечного света и, как следствие, за эффективность fotocувствительных материалов. Органические соединения, наоборот, обладают ярко выраженной цветовой гаммой. Это особенно заметно на примере органических красителей, использование которых значительно повышает эффективность работы солнечных батарей. Поэтому химики попробовали сделать органический fotocувствительный материал и создали fotocувствительные слои на основе особых красителей, активно поглощающих в видимой и ближней инфракрасной области спектра.

Существует очень мало красителей, которые поглощают излучение ближнего ИК-диапазона, при том, что именно на эту область спектра приходится 30–40% от всего спектра излучения Солнца. В процессе формирования материалов краситель включался в специальную полимерную матрицу, проводящую электрический ток. При интенсивном поглощении света через нее проходил сигнал, регистрируемый системой микроэлектронных компонентов. Для оценки эффективности работы фотодетектора ученые измерили разницу между электропроводностью материала в темноте и на свету. Полученное значение в десятки раз превысило параметры для других соединений. Время, проходящее между попаданием света и регистрацией сигнала, составило около 3 секунд – в 20 раз быстрее, чем у других фотодетекторов

Особенно важно было убедиться, что детекторы не разрушаются при длительной работе на воздухе. Для этого бельгийские учёные измеряли потенциал окисления материалов в специальной электрохимической ячейке. Композиты оказались стабильны. В будущем разработанные материалы могут найти применение в системе «Умный дом». Фотодетектор будет сигнализировать об изменении освещенности в доме и передаст системе сигнал о необходимости включить или выключить искусственный свет. Авторы также планируют экспериментировать с нанесением композитов на гибкие подложки, разрабатывать fotocувствительные ткани.

На последней Генеральной конференции ЮНЕСКО была принята резолюция о провозглашении 2022 года Международным годом фундаментальных наук в интересах устойчивого развития (International Year of Basic Sciences for Sustainable Development – IYBSSD 2022). Проведение Года IYBSSD 2022 имеет своей целью подчеркнуть решающую роль фундаментальных научных исследований в устойчивом развитии всего мира, подчеркнуть их вклад в реализацию Повестки на период до 2030 года и реализацию Целей устойчивого развития ООН (Sustainable Development Goals — SDGs), принятых для всех стран на 2016-2030 годы. В документе подчеркивается, что проведение Года способно повысить осведомленность о значимости фундаментальных наук в среде политиков, а также бизнеса, промышленности, международных организаций, благотворительных фондов, университетов, преподавателей и студентов, средств массовой информации и широкой общественности. Бельгийские университеты активно участвуют в IYBSSD 2022, развивая многостороннее научно-техническое сотрудничество.

