

# Все компьютеры мира греют Землю, тратя все, что горит

О том, как их охладить и сэкономить ресурсы, говорили в Кишиневе физики, изучающие эффект Джозефсона

Международная конференция физиков в Кишиневе прошла частично с физическим участием ученых и частично - онлайн. Смогли приехать около 20 участников со всех концов планеты, а всего их было 90 – ведущих специалистов мира. Наш корреспондент встретила с организаторами и гостями форума и попросила в доступной для читателей «МВ» форме рассказать о том, что обсуждали ученые. В беседе приняли участие директор конференции, главный научный сотрудник института электронной инженерии и нанотехнологий академик Анатолий Сидоренко и его коллеги из объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) в Дубне профессор Юрий Шукринов и доктор Андрей Мазаник.

## Что такое эффект Джозефсона

- Анатолий Сергеевич, наша аудитория помнит вас по апрельской публикации в «МВ» о суперкомпьютерах. Конференция «Эффект Джозефсона и перспективы сверхпроводимой спинтроники» тоже была посвящена искусственному интеллекту. Что такое «Эффект Джозефсона»?

Анатолий Сидоренко: Это квантовое явление, которое позволяет создать элементную базу компьютеров нового поколения - суперкомпьютеров, которые повторяют структуру мозга и по своему воздействию и по энергоэффективности на много порядков опережают современные полупроводниковые компьютеры.

16 часовых поясов разделяло участников этого форума из 16 стран мира. Поэтому мы сессии организовали так, чтобы могли участвовать коллеги отовсюду: из Японии, Южной Кореи, Китая, США, европейских стран. В Молдове традиционно очень сильна наука, занимающаяся сверхпроводимостью, и это во многом благодаря таким ученым мирового масштаба, как наши теоретики, светлой памяти члены академии Всеволод Анатольевич Москаленко и Евгений Петрович Покатилов.

- Как можно использовать этот эффект на практике?

Анатолий Сидоренко: Современная полупроводниковая электроника – это смартфон, ноутбук и т.д., сердце устройств - полупроводниковый чип. Он сделан на полупроводниковых транзисторах, диодах, которые при работе потребляют энергию и выделяют тепло. На ноутбуке чип при работе может нагреваться до 100 градусов и выше, выделяя 80-90 ватт

тепла - то есть мощность у него как у паяльника. Дальше увеличивать мощность невозможно, были случаи воспламенения ноутбуков, что особенно опасно в самолете.

Полупроводниковый элемент – транзистор, который является сердцем этих чипов (микропроцессоров) ноутбука, компьютера, смартфона, выделяет тепло, и оно неустойчиво. Чтобы решить эту проблему, ученые, в частности, участники конференции, исследовали сверхпроводящие устройства, у которых в рабочем состоянии абсолютный ноль сопротивления, нет выделения тепла и нет угрозы повреждения или расплавления микропроцессора. Для того, чтобы развивать мощность компьютеров, чтобы можно было обрабатывать и передавать еще больший объем данных, нужно создавать компьютеры нового поколения, у которых базовым элементом является не полупроводниковый, а сверхпроводниковый чип. Исследования физических эффектов, на основе которых работают такие чипы, и была посвящена конференция. Наш коллега профессор Шукринов много лет сотрудничает с нашим институтом, работал над проектами совместно с молдавским академиком Всеволодом Анатольевичем Москаленко.

## Зачем кишиневские физики ездят в Дубну

- Г-н Шукринов, насколько важно для вас сотрудничество с нашими учеными?

Юрий Шукринов. – Конференция в Кишиневе была организована великолепно, были доклады практически по всем направлениям эффекта Джозефсона, участвовали физически и топовые ученые, хорошо известные в мире. Если бы не ограничения, приехали бы абсолютно все: сверхпроводимость как наука

развивается давно, этим занимаются известные люди.

К примеру, у нас в институте в Дубне долгое время работал молдавский академик Москаленко, кстати, он предсказал открытие многозонных сверхпроводников, которые только через 30 лет были открыты экспериментально. И сейчас это одно из направлений исследований эффекта Джозефсона.

Много лет председателем координационного совета института ядерных исследований у нас был другой ваш земляк, академик Валерий Канцер. Мы знакомы с ним со студенческих лет, работали с известным профессором института имени Ландау Леонидом Александровичем Фальковским.

В Молдове в 1989 году прошла летняя школа по изучению электронных явлений при низких температурах, которой руководил Алексей Алексеевич Абрикосов, лауреат Нобелевской премии, получивший позже в США премию за выдающиеся результаты в сверхпроводимости. Это еще раз подчеркивает, что Молдова – один из центров исследований в области эффекта Джозефсона. На конференции мы прослушали доклады, которые в некоторых случаях прояснили, что сейчас делается в том или ином направлении.

## Удешевить и сэкономить, уменьшить парниковый эффект

Андрей Мазаник: - Об утилитарном применении сверхпроводимости. Сейчас количество данных, которое человечество генерирует или потребляет ежесекундно, просто за гранью воображения: это гигабайты, терабайты, сотни терабайт, это десятки машин, которые постоянно греют и тратят уголь, газ, все, что горит. Это крайне дорого за счет стоимости ресурсов и

стоимости охлаждения. Мы реально можем сделать так, чтобы это стоило дешевле. Насколько? Факторов десять в пятой степени - это гигантская экономия ресурсов, это всем нам упростит жизнь, кому-то принесет большую прибыль, человечеству - пользу.

Анатолий Сидоренко: - Десять в пятой степени – это в сто тысяч раз меньше энергии, чем сейчас используют полупроводниковые компьютеры и в сто тысяч раз меньше загрязнения атмосферы парниковым теплом. Это решает сразу несколько задач: увеличения мощности компьютеров и улучшения экологии. Конференция организована в рамках европейского проекта СПИНТЕХ, посвященный развитию сверхпроводниковой электроники именно для этих задач - задач создания компьютеров нового поколения с рекордно малым энергопотреблением и минимальным выделением энергии.

СПИНТЕХ - трехлетний европейский проект, координатором которого является наш молдавский институт электроники и нанотехнологий, а участниками - университеты Швеции и Голландии. И вот наши коллеги из этих университетов, а также самых разных научных центров Азии, Японии США и Европы съехались, чтобы обсудить состояние дел в области создания таких суперкомпьютеров, которые в сто тысяч раз меньше потребляют энергии, чем полупроводниковые.

## Шаг вперед в медицине: неразрушающее исследование

Юрий Шукринов: - Еще одно направление - это внутренний эффект Джозефсона, позволяющий науке сделать шаг вперед в медицине, эффект неразрушающего исследования. Это очень важно в диагностике. В Кишиневе был представлен ряд докла-



дов, в частности, японскими коллегами, которые продемонстрировали, как получать генерацию электромагнитного излучения и как делать датчики на основе сверхпроводящих проводников.

## Физик сделал открытие на кончике пера

- Как давно зародилось сотрудничество российских и молдавских ученых-физиков?

Юрий Шукринов: - Молдова принимает участие в работе объединенного института ядерных исследований с 1956 года. Академик Москаленко очень долгое время жил и работал в Дубне, работал с нашим академиком Боголюбовым, и параллельно - в Кишиневе.

Анатолий Сидоренко: - Академик Москаленко в свое время теоретически предсказал новый класс высокотемпературных сверхпроводников - «многозонных», которые десятилетия спустя, в 2002 году, были открыты экспериментально в Японии, где была обнаружена многозонность сверхпроводника диборида магния. То есть он теоретически на кончике пера открыл и предсказал будущее сверхпроводников. Поэтому связи с Дубной у нас генетические.

Сверхпроводниковая тематика своими корнями произрастает из Дубны, там под руководством академика мирового масштаба Николая Боголюбова Всеволод Москаленко прошел стажировку, и эти идеи потом успешно внедрил на молдавской почве, развилось целое научное направление.

Юрий Шукринов: - По этой тематике много книг издано именно молдавскими учеными.

Анатолий Сидоренко: - Их авторы - Москаленко и Гондуб, Палистрант, Покатилов из

МолдГУ, где возникла научная школа сверхпроводимости. Толчок ей дали, конечно же, работы, начатые в Дубне.

Юрий Шукринов: - Объединенный институт ядерных исследований – это 24 страны: 18 постоянных членов и 6 ассоциированных. Молдова постоянный член. В нашем институте работают свыше 5000 человек, много направлений исследований, одно из них - отдел физики конденсированного состояния, который изучает, в частности, и сверхпроводимость.

- Какова перспектива попасть к вам у молодежи?

- Университетский центр ОИЯИ приглашает на месяц-два перспективных молодых людей из стран-участниц. Сейчас у меня на практике девушки из Казани и Египта. Это долгосрочная программа.

- Вы впервые в Молдове?

Юрий Шукринов: - Нет, во второй. Ощущение, очень теплое. Мне очень нравится в Молдове, у меня здесь много друзей с аспирантских лет. Всегда, когда они в Дубну приезжали, привозили вино, «Фетяску» помню до сих пор.

## Каково будущее физической науки в Молдове?

- Ученым нужна поддержка государства, и она очень нужна даже для проведения такой конференции.

Андрей Мазаник: - Очень важно, чтобы еще со школьной скамьи учителя могли привить интерес к физике, а вузовские педагоги – его сохранить. А дальше – настоящая работа. Вопрос в педагогах, в поддержке государства. И тогда наука в Молдове – будет.

Мария БУИЧУК

