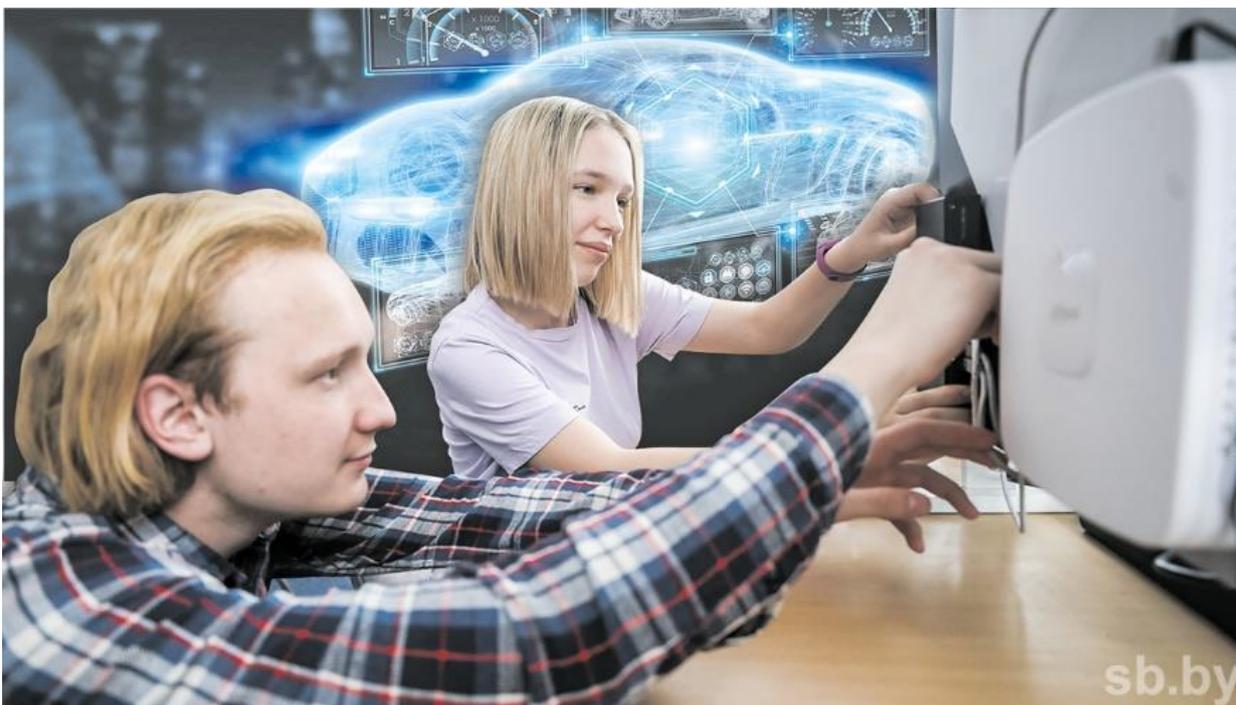


## В области микроэлектроники у Беларуси есть достаточный потенциал, чтобы стать ведущим проектным центром

### **Синергия опыта и компетенций**

Тренд на локализацию полупроводниковой индустрии сегодня принимает глобальный характер. Ведущие в этой области страны дальновидно разворачивают масштабные госпрограммы по стимулированию развития собственных экосистем разработки и производства микроэлектроники. Причины очевидны. Микроэлектронные технологии — драйвер развития целого ряда стратегических отраслей: от энергетики до машиностроения. Созданные на их основе микросхемы, полупроводниковые приборы, модули, системы на кристалле — технологическая основа цифровизации всех сфер общества. И, как следствие, гарантия национальной и экономической безопасности. Отправная точка в разработке и производстве инновационных интегральных микросхем и приборов на их основе с уникальными характеристиками — компьютерное моделирование. Ключевой инструмент для создания интеллектуального продукта, востребованного внутренним рынком и обладающего мощным экспортным потенциалом. В данном направлении белорусские специалисты в области микроэлектроники обладают широчайшими компетенциями.



Лучшие традиции советской микроэлектроники развиваются и приумножаются современными учеными.

## Векторы движения

Как известно, в Беларуси одна из лучших научных школ микроэлектроники. Еще в бытность СССР ряд белорусских научно-исследовательских структур активно занимались разработкой различных электронных компонентов для вычислительной техники. Этот уникальный опыт не только был сохранен, но и приумножен. Благодаря бережному отношению к достижениям предыдущих поколений ученых, инженеров и программистов на сегодняшний день уровень отечественных технологий в сфере компьютерного проектирования микроэлектронных устройств можно охарактеризовать как весьма достойный. При этом наши ученые открыты к конструктивному диалогу с зарубежными коллегами. Очередная встреча в рамках научно-практической конференции в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники (БГУИР) — тому подтверждение. На данной площадке белорусские и зарубежные эксперты из научных и производственных кругов традиционно обсуждают актуальные вопросы проектирования микро- и наноэлектроники, ищут совместные решения ключевых отраслевых задач. И пытаются определить наиболее приоритетные направления для концентрации научной мысли, обозначая векторы движения прежде всего для молодых исследователей.

В свое время инженер и соучредитель Intel Гордон Мур описал главную тенденцию, задавшую тон развития мировой микроэлектроники на

долгие годы. Количество транзисторов на интегральной микросхеме, утверждал аналитик, будет удваиваться каждые два года, а их размеры, напротив, станут таять. Таким образом, за счет увеличения плотности интеграции электронных элементов в течение десятилетий permanently увеличивалась вычислительная мощность различных устройств, добавлялись новые функции и повышалась энергоэффективность. Сейчас проектные нормы микросхем достигли фантастических пределов в несколько нанометров, а современная микроэлектроника представляет собой широчайшее поле для исследований. Увлекательного много, но расплываться нерационально. В условиях ограниченных трудовых и финансовых ресурсов, придерживается точки зрения доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси, иностранный член РАН Владимир Лабунов, необходимо выбирать темы исследований, созвучные сегодняшним реалиям и востребованные экономикой. Кроме того, в области микроэлектроники нашим ученым целесообразно учитывать опыт прежде всего российских коллег как ближайших партнеров. Также интересен алгоритм достижения технологического лидерства Китаем. Объединив партнерские усилия, можно получить мощный синергический эффект.

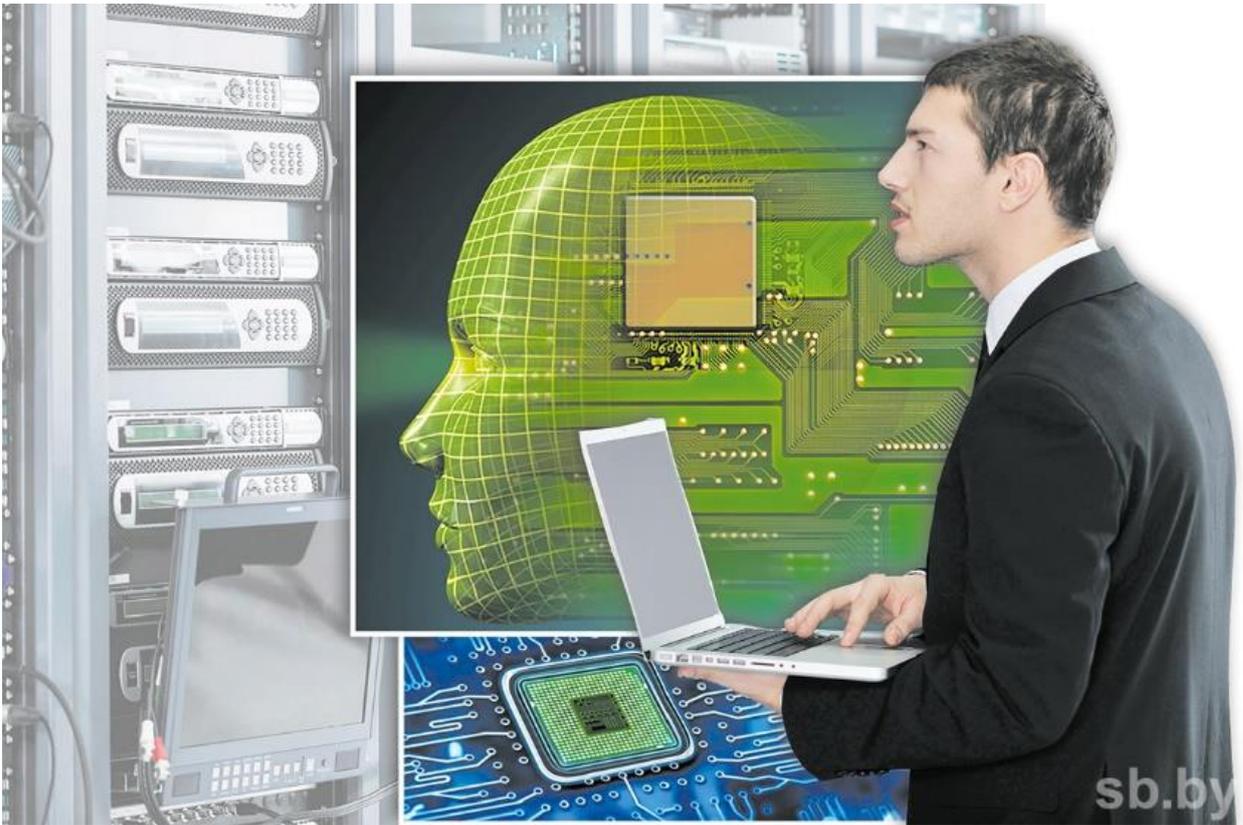


Большой интерес в мире микроэлектроники наблюдается к двумерным (2D) материалам, которые, как считают эксперты, обладают уникальными свойствами. Наиболее распространенный из них — графен. Он прочнее стали и алмаза, но при этом весьма гибкий. Еще

одно его преимущество — сверхвысокая проводимость. 2D-материалы с успехом используют в целях миниатюризации транзисторов современных микросхем для быстродействующей электроники. В будущем, утверждают ученые, микросхемы из двумерных материалов могут стать основой для квантового суперкомпьютера.

Широкое коммерческое применение в недалекой перспективе специалисты пророчат оптическим технологиям. Для обработки и распространения информации созданный по таким технологиям чип задействует фотоны, а не электроны. Использование света вместо электричества снижает тепловые эффекты и увеличивает интеграционную способность элементов микросхемы. Преимущества интегральной фотоники находят применение в автомобилестроении, биомедицине, передаче данных и т.д.

Одно из прогрессивных направлений в микроэлектронике — разработка и внедрение широкозонных полупроводников третьего поколения. В их числе, например, карбид кремния и нитрид галлия. Сейчас силовая электроника этого поколения уже применяется в легковых автомобилях. На очереди — грузовой и железнодорожный транспорт, возобновляемая энергетика, линии электропередачи, приводы электромоторов, информационно-коммуникационная техника, центры обработки данных. Использование широкозонных полупроводников позволяет сделать электронные приборы компактнее, легче и мощнее, снизить потери энергии, упростить систему охлаждения. Мировой лидер в задействовании карбида кремния и нитрида галлия в силовой электронике — США. Китай, к слову, Штаты энергично догоняет. Россия на сегодняшний день обладает определенным спектром технологий в этой области. Сотрудники отраслевой лаборатории ОАО «Интеграл» также занимаются подобными исследованиями. Причем в работе над новыми прорывными проектами специалисты холдинга тесно сотрудничают с учеными БГУИР.



Компьютерное моделирование — эффективный инструмент создания и совершенствования новейшей компонентной базы.

## Конфигурация сотрудничества

Создавать и совершенствовать компонентную базу для электронной промышленности помогает компьютерное моделирование. Этот инструмент существенно сокращает путь будущего изделия от проекта до вывода на рынок. Время в вопросе конкурентоспособности такой стремительно развивающейся отрасли, как микроэлектроника, играет ключевую роль. Лаборатория «Компьютерное моделирование микро- и нанoeлектронных систем» БГУИР — один из ведущих дизайн-центров Беларуси. Фундаментальные наработки университетские исследователи используют для решения актуальных прикладных задач, включая описанные выше перспективные направления.

В лаборатории — две специализации: материаловедение и компьютерное моделирование компонентов микроэлектроники. Одно с другим тесно взаимосвязано. Ведь для проектирования транзисторов зачастую требуются сведения о материалах, которые трудно отыскать в силу разных причин в каких-то открытых источниках. Виртуальные опыты существенно облегчают задачу экспериментаторам, сокращая время на поиски нужного решения.

Параллельно с научными опытами вузовские специалисты делают определенные шаги в сторону разработки специального программного обеспечения для моделирования технологических процессов, приборных структур и интегральных микросхем. Проректор по научной работе, кандидат технических наук, доцент БГУИР Виктор Стемпицкий считает, что в партнерстве с российскими и китайскими коллегами эту задачу решить вполне реально:

*— Это мог бы быть совместный программный продукт, созданный, допустим, в рамках ШОС. Тем более что у китайских партнеров есть серьезные наработки в данной области. Обмен опытом по этому направлению для нас очень полезен. Поэтому важность такой диалоговой площадки, как международная научно-практическая конференция «Компьютерное проектирование в микроэлектронике», сложно переоценить. Общими усилиями ученых и практиков из дружественных стран мы бы могли организовать процесс импортозамещения труднодоступного в условиях западных рестрикций специального ПО.*

Международная кооперация в рамках такого объединения, как ШОС, в самом деле могла бы придать дополнительный импульс развитию отрасли. Ведь современная мировая микроэлектроника основана на аутсорсинге. Есть центры проектирования, а также производства. Лишь считанные компании обладают полным циклом создания готовых изделий. Модель организации бизнеса в электронной промышленности fabless (бесфабричная компания) подразумевает, что компания, владелец бренда, специализируется только на разработке и продаже продукции. Не имея собственных производственных мощностей, fabless размещает заказы на специализированных производствах других компаний. Этот вариант удобен и выгоден как для стартапов, так и для ведущих игроков рынка. Сконцентрировав ресурсы и усилия на исследованиях и проектировании, компании-разработчики создают высококачественный интеллектуальный продукт. В то время как контрактные производители заботятся о конкурентоспособности заводских мощностей.

Смысл идеи в том, что участники системы международного разделения функций и компетенций нацелены не на жесткую конкуренцию, а на взаимовыгодное сотрудничество. С учетом имеющегося у белорусских научно-исследовательских структур потенциала наша страна вполне бы могла занять свою уникальную нишу в будущей международной конфигурации.