



«Луч» СОЮЗНОЙ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Многие мировые корпорации сегодня делают ставку на твердотельную электронику: она определяет прогресс радиоэлектронной техники, приборостроения, медицины, экологии. Большое внимание развитию этого направления уделяется и в рамках научно-технических программ Союзного государства. Работая в тесной кооперации, ученые ведущих научных центров и предприятий Беларуси и России выполняют программу «Луч», которая стала стратегическим и логическим продолжением программы «Промень». Для решения приоритетных задач Союзного государства в областях обороны и безопасности, инфотелекоммуникаций, безопасности промышленности и энергетики создаются единые стандартные технологии производства приборов и систем наноструктурной СВЧ и оптоэлектроники, построенные на принципах «фаундри». Промышленное производство унифицированных высокотехнологичных, но экономически доступных изделий поможет защитить рынки Республики Беларусь и Российской Федерации от иностранных производителей и, в свою очередь, выйти на мировые рынки с современной конкурентной продукцией.

Приоритетной целью программы «Луч» является создание на основе общего научного, информационного и технологического пространства Союзного государства научно-технических, производственно-технологических и организационно-правовых разработок, необходимых для ликвидации угрозы отставания государств – участников Союзного государства от развитых стран мировой экономики в радиоэлектронном и оптоэлектронном приборостроении, и достижение их паритетного равенства.

При этом достижение такого паритета невозможно без создания современной компонентной базы электроники, являющейся той самой основой, которая обеспечивает наиболее передовые инновационные и конкурентные

разработки электронных изделий в гражданской, оборонной и других сферах. Мощный импульс для развития радиоэлектронной промышленности получила после перехода к гетероструктурной электронике. Подтверждение тому – присуждение в 2000 году Ж.И. Алферову Нобелевской премии за разработку полупроводниковых гетероструктур, используемых в высокочастотных схемах и оптоэлектронике. Очень уж привлекательными оказались дополнительные свойства гетероструктур, обусловленные чередованием слоев с различным химическим составом, которые позволили сказать новое слово в приборном применении, в частности в изготовлении полупроводниковых лазеров на гетероструктурах.

Постепенно исследователи вплотную подошли к применению наноструктурированных материалов, в которых физические процессы, определяющие работу приборов, имеют квантовую природу. Толщина чередующихся слоев в гетероструктурах стала еще меньше: от единиц до нескольких десятков нанометров, стирались и границы перехода от слоя к слою – от 0,6 до 1,5 нм. Вот на такой высокотехнологичной компонентной базе наноструктурной электроники сегодня строятся наиболее передовые разработки электронных изделий различных сфер применения: связи, передачи данных, радиолокации, энергетики, экологии, медицины и т.д.

– В современном мире наноструктурная твердотельная электроника определяет тактико-технические свойства всех радиоэлектронных устройств и систем, и прежде всего систем специального назначения, – отметил заместитель директора по инновационной и научной работе Института физики им. Б.И. Степнова Виталий Плавский. – Именно поэтому не только изделия и технологии наноструктурной электроники, но и специализированное технологическое оборудование практически недоступно для импорта.

Еще одной причиной эмбарго, по словам ученого, является стремительно нарастающая тенденция изготовления аппаратно-ориентированной СВЧ и оптоэлектронной компонентной базы на новых организационных



принципах «фаундри». К слову, большинство приемопередающих модулей носимых терминалов сотовой связи общего назначения изготавливается с помощью такого же способа организации.

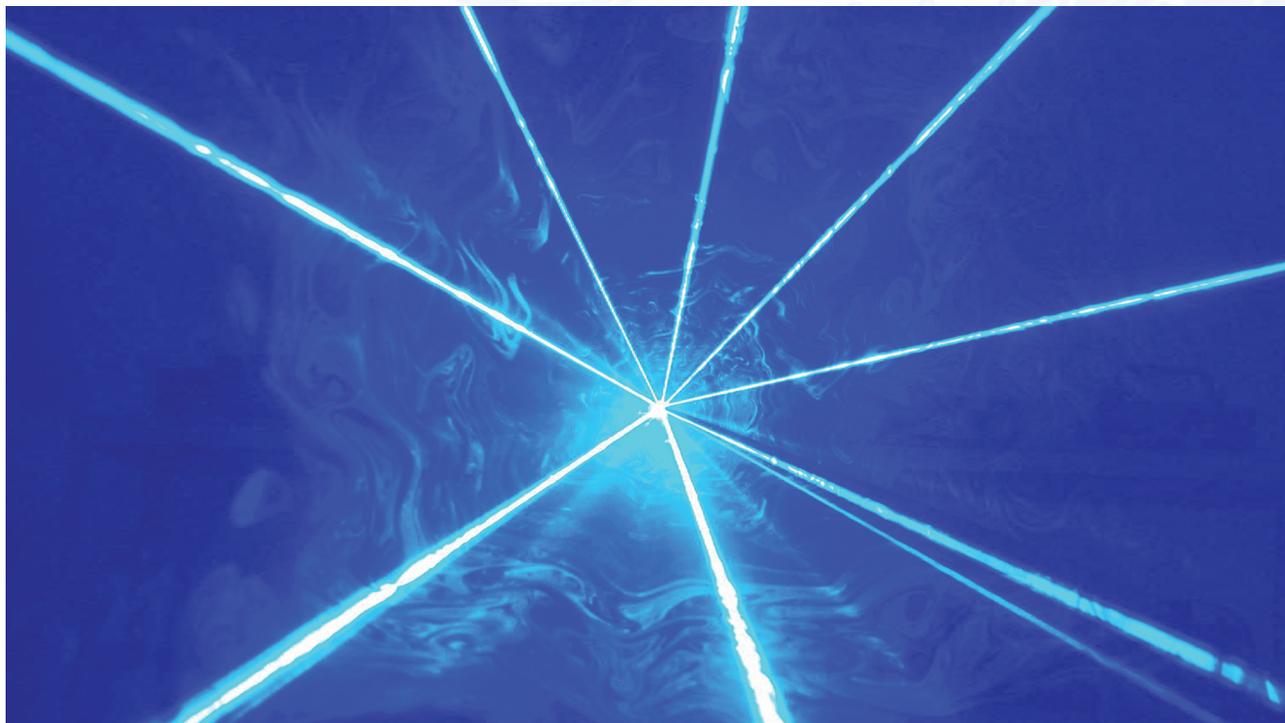
В режиме «фаундри»

Известно, что с 1990 года американское агентство Министерства обороны по перспективным проектам (DARPA) финансировало развитие «фаундри» как способа разработки и производства монолитных интегральных схем СВЧ. И уже к 2009 году в США он стал основным для обеспечения аппаратуры и систем специального назначения изделиями гетероструктурной электроники. Начиная с 2011 года, в мировой экономике в полупроводниковой промышленности не осталось ни одного предприятия, не использующего принцип «фаундри».

– Прогнозируя развитие наноструктурной электроники, приходится учитывать сильнейшую государственную поддержку ее развития в США, Японии и Западной Европе, – отметил Виталий Плавский. – Также необходимо иметь в виду и состоявшийся переход мировой полупроводни-



Новая
научно-техническая
программа «Луч» рассчитана
на 2015–2018 годы. Она стала
стратегическим и логическим
продолжением программы
«Прамень»





ковой промышленности на принципы «фаундри» в целом, и стандартные технологии в частности. Если своевременно не принять адекватные меры, то совместное действие этих двух факторов может в будущем привести страны Союзного государства к отставанию от развитых стран мировой экономики в радиоэлектронном и оптоэлектронном производственном состоянии.

Такая проблема, как подчеркнул ученый, может быть решена только комплексным путем одновременного решения технических задач и принципиально новой организации взаимодействия участников процесса разработки и производства изделий наноструктурной электроники. Что и планируется в рамках новой научно-технической программы «Луч», рассчитанной на 2015–2018 годы. В развернутом варианте названия программы лаконично отражен целый комплекс намеченных целей и задач: «Разработка критических стандартных технологий проектирования и изготовления изделий наноструктурной микро- и оптоэлектроники, приборов и систем на их основе и оборудования для их производства и испытаний». С белорусской стороны государственным заказчиком программы выступила Национальная академия наук, ответственным исполнителем – Институт физики имени Б.И. Степанова, с российской – Министерство промышленности и торговли и, соответственно, ЗАО «Светлана-Рост».

Российские и белорусские партнеры друг другу уже очень хорошо известны по взаимодействию в рамках программы Союзного государства «Прамьень», поэтому сотрудничество обещает быть таким же плодотворным. Имеющийся научно-технологический потенциал производства современной инновационной конкурентоспособной СВЧ и оптоэлектронной продукции послужит дальнейшему развитию кооперационных научно-производственных связей России и Беларуси. Как уже отмечалось, цель программы – ликвидация угрозы отставания в этой инно-

вационной области радиоэлектронной промышленности от мировых лидеров и достижение паритетного равенства. Результаты программы «Луч» найдут свое применение прежде всего в области средств связи и телекоммуникаций, а также в таких сферах, как медицинское оборудование и технологическое машиностроение (резка и сварка металлов лазерным лучом).

Насущной проблемой на технологическом пространстве Союзного государства, по словам заместителя директора по инновационной и научной работе Института физики НАНБ Виталия Плавского, является отсутствие единых стандартных взаимосвязанных технологий проектирования и изготовления конструктивно и технологически подобных – унифицированных изделий наноструктурной электроники, приборов и систем на

их основе и оборудования для их производства и испытаний, соответствующих уровню развитых стран ВТО, составляющих основу принципа «фаундри». Внедрение в промышленный оборот методологии стандартных технологий «фаундри» позволит сократить сроки и стоимость разработки конечных изделий наноструктурной СВЧ и оптоэлектроники в 3–5 раз.

– Нужно внести ясность: «фаундри» – не технология в привычном понимании термина, – отметил заместитель директора по развитию ЗАО «Светлана-Рост» Алексей Филаретов, – это способ организации процесса разработки и производства изделий. При этом можно утверждать, что именно организация радиоэлектронной промышленности на принципах «фаундри» определит будущее этой отрасли в масштабах Союзного государства.



Развитие
микроэлектроники отражает
уровень технологического
развития страны и является той
мерой, которая определяет и
безопасность страны



Партнерство, проверенное временем

Не секрет, что развитие микроэлектроники отражает уровень технологического развития страны и является той мерой, которая определяет и безопасность страны. Поэтому, не создавая своего продукта в области электроники, мы обречены на технологическое отставание, то есть лозунг «идти в ногу со временем» здесь является определяющим. В таком стратегически важном направлении просто необходимо успевать за стремительным технологическим обновлением. Ученые рассчитывают, что существенным подспорьем в этом станет союзная научно-техническая программа «Луч». Надо сказать, что в ней действительно хорошо увязаны научная

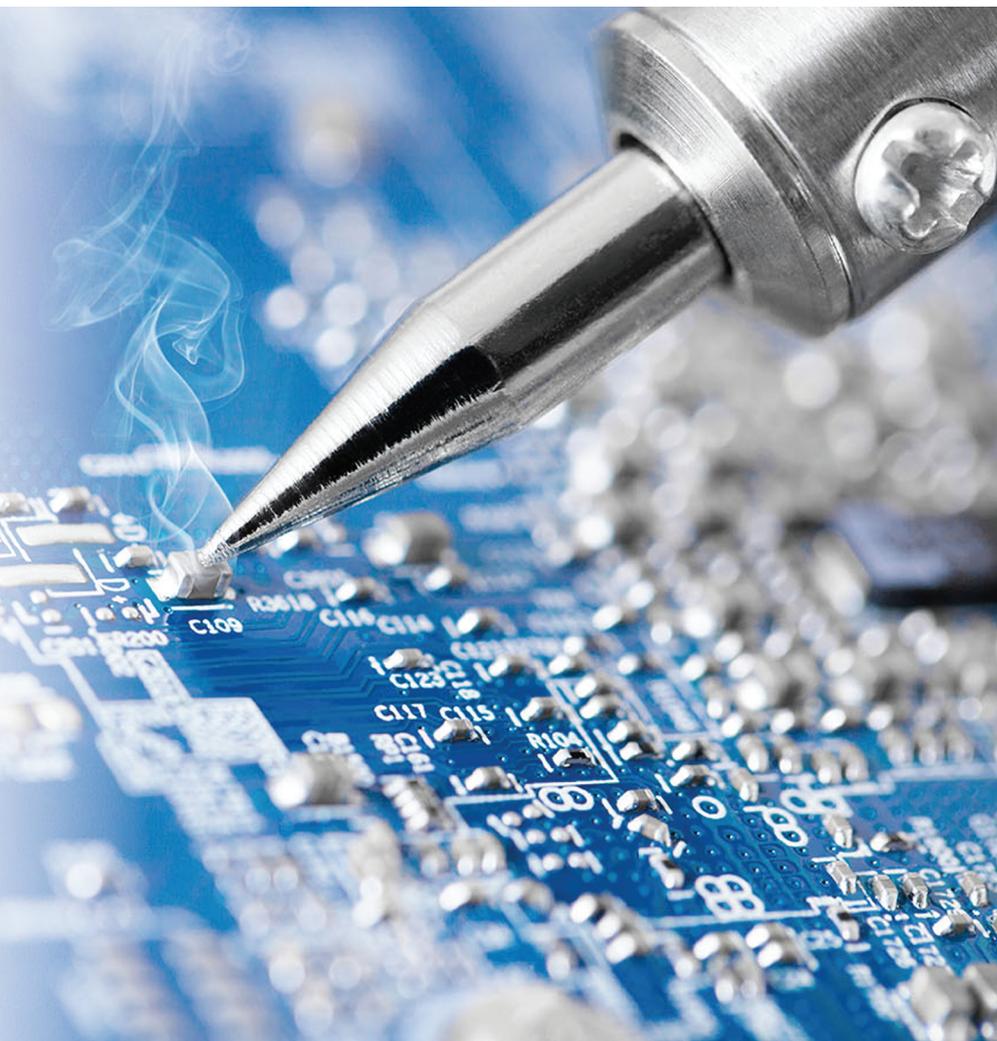
и производственная составляющие. Взять хотя бы белорусов: с одной стороны – деятельность НАН Беларуси и Института физики, с другой – научно-производственных организаций и объединений, которые подключены к решению данной проблемы, – НПО «Планар», Минского НИИ радиоматериалов и др. Тем не менее при развитии направления, прежде всего СВЧ-техники, исследователи и специалисты столкнулись с некоторыми не учтенными ранее проблемами, касающимися в целом стандартизации процессов. Так, определенный элемент, разработанный на одном предприятии, должен быть без проблем воспроизведен на другом. Однако на практике зачастую получались изделия с совершенно разными характеристиками. Причина, как отмечают разработчики программы «Луч», кроется в отсутствии таких стан-

дартных подходов, которые бы позволили обеспечивать воспроизводимость сложной СВЧ-техники на территории Союзного государства.

Виталий Плавский акцентировал также внимание на другой проблеме, проистекающей из первой:

– Должна быть библиотека стандартных элементов СВЧ-техники. Мы каждый раз не должны разрабатывать их заново, практически с нуля, а идти дальше, создавая все более сложные изделия. Это одна из таких важных задач, над которыми мы активно работаем совместно с нашими российскими партнерами. Кроме того, должны быть еще разработаны методики технологического контроля производства изделий. Ведь в процессе создания наноструктурных элементов СВЧ-техники предъявляются жесточайшие требования к чистоте помещений, оборудования, качеству изготовления элементов. В конечном итоге это все отражается на надежности техники. Поэтому в рамках программы большое внимание уделяется контролю технологических процессов производства изделий микроэлектроники. И здесь как раз используются оптические методы контроля качества изготовления пластин, которые разработаны в Институте физики.

Подчеркнем, что в целом в рамках программы «Луч» предусмотрена разработка как отдельных микросхем, так и создание готовых изделий на их основе, в том числе оборудования для контроля производства. Например, Институт физики НАНБ освоит выпуск ряда уникальных лазерных систем повышенной энергии излучения, которые в настоящее время на территории СНГ не производятся. Причем процесс создания новых высокотехнологичных изделий будет доведен до серийного производства. В этом же научном центре разрабатывается, в частности, установка для контроля температуры кристаллов, которые используются для производства изделий СВЧ-техники. С помощью оптических методов ученые не только будут корректировать





температуру и следить за тем, чтобы создаваемые элементы не перегревались в процессе производства, но и отслеживать наличие дефектов в изделиях микроэлектроники. Отметим, что контроль за многими технологическими процессами создания сложных изделий современной опто- и микроэлектроники осуществляется совместно с НИИ радиоматериалов, НПО «Планар».

«Прамень» решены очень многие важные задачи, направленные на импортозамещение и обеспечение технологической независимости Союзного государства. В частности, разработаны конструкции и технологии современных и перспективных полупроводниковых наногетероструктур на новых материалах, в том числе на нитриде галлия, для дальнейшего широкого использования в СВЧ-устройствах двойного

определения дальности, различных газоанализаторах, системах тепловидения и многих других устройствах.

В свою очередь Институт физики НАНБ успешно реализует созданную лазерную технику. Разумеется, наиболее востребованы высокотехнологичные изделия, разработанные в рамках программы «Прамень», у партнеров в Российской Федерации, куда отправлено уже более трех десятков лазеров. Осуществляются поставки и в другие страны: США, Россию, Южную Корею, Германию, Францию, Литву. Новейшая техника, созданная по программе Союзного государства, заинтересовала и лидера самолетостроения – крупнейшую в мире авиастроительную компанию Airbus. Участвуя в международных выставках лазерной техники и других рекламных мероприятиях, ученые убеждаются в том, что созданные высокотехнологичные изделия востребованы на рынке современных технологий и позволяют конкурировать с мировыми лидерами в этой области.

В рамках научно-технической программы «Луч» в Беларуси продолжатся разработки новейших высокотехнологичных мощных лазеров с КПД, достигающим до 60 %. И это будут не просто научные изыскания, которые завершатся опытно-конструкторскими разработками, – предусмотрено также отладка технологического процесса выпуска изделий и технологий контроля их важнейших характеристик. Будет организован, например, выпуск устройств контроля метрологической аттестации продукции. Учитывая, что подобных лазерных систем ранее не было, соответственно, и методик их контроля не существовало. Но, тем не менее, технологическая база уже была наработана. В том же Институте физики НАНБ функционирует аккредитованный Госстандартом центр для контроля характеристик лазерных изделий. Однако имеющиеся методики еще предстоит усовершенствовать. Ведь теперь белорусские исследователи будут создавать новое метрологическое оборудование, позволяющее конт-

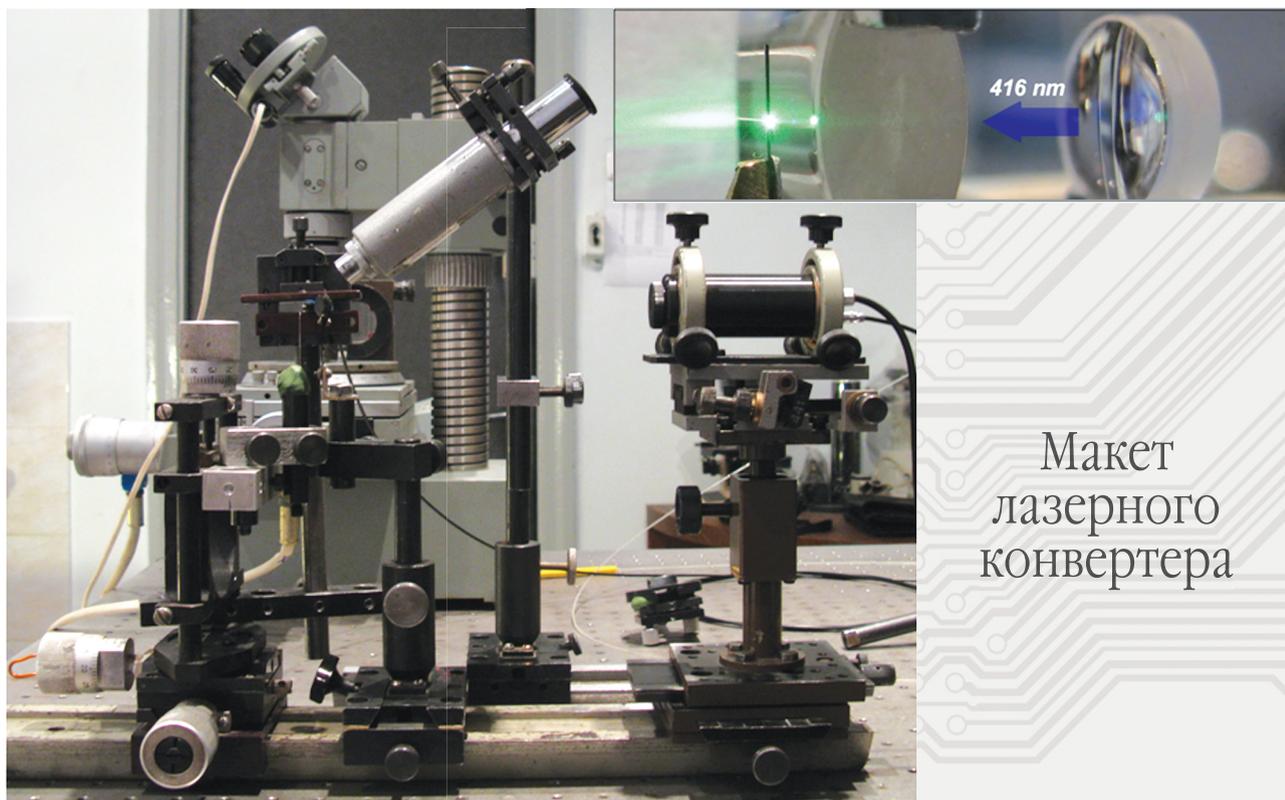


Все научно-технические программы Союзного государства ориентированы на создание конечного продукта, который будет коммерциализован

Как правило, реализация любой научно-технической программы предусматривает не только, скажем, организацию серийного выпуска новых изделий в течение 5–6 лет, но и обеспечение окупаемости бюджетных средств, затраченных на их разработку. Надо сказать, что все научно-технические программы Союзного государства ориентированы на создание конечного продукта, который будет коммерциализован. Показательной в этом плане является и предыдущая программа «Прамень», которой был заложен фундамент для дальнейшего взаимодействия ученых двух стран в области современной радиоэлектронной промышленности.

Как отметил заместитель директора по развитию ЗАО «Светлана-Рост» Алексей Филаретов, в рамках союзной программы

применения и в изделиях микро-оптоэлектроники. На базе наногетероструктур созданы изделия СВЧ-электроники нового поколения, в том числе СВЧ-транзисторы, СВЧ МИС и другие, для новейших и перспективных радиолокационных устройств, систем связи и телекоммуникаций. А также широкий спектр приборов оптоэлектроники: полупроводниковые лазеры, лазерные линейки и матрицы, твердотельные лазеры и излучатели на их основе, светодиоды и инфракрасные фотоприемные матрицы на множественных квантовых ямах (QWIP) для систем тепловидения. Эти оптоэлектронные приборы теперь находят широкое применение в медицине (хирургия и терапия), промышленно-сти (всевозможные технологические применения – резка, сварка, маркировка и пр.), в устройствах



Макет
лазерного
конвертера



Макет
микрочип-
конвертера
(~510 нм)

ролировать не кратковременные энергетические параметры, что было актуально на заре становления лазерной техники, а долговременные, пространственно-временные, спектральные характеристики лазерного излучения. Сегодня стоит задача, поскольку лазер используется для производства различного рода изделий и вовлечен в ряд технологических процессов, в том числе микроэлектроники, обеспечить, чтобы его ресурс и работоспособность были максимальными.

– Программа построена таким образом, чтобы максимально использовать традиционные компетенции каждой из сторон, – отмечает Алексей Филаретов. – Так, практически все контрольно-измерительное оборудование будет разрабатываться белорусской стороной, а технологическое – российской. По некоторым направлениям – лазерной техники, сложных испытательных комплексов, методических разработок, технологий монолитных интегральных схем СВЧ –

предстоит либо совместная, либо тщательно скоординированная работа.

Что же дает ученым Беларуси и России сотрудничество по таким научно-техническим программам Союзного государства?

– Во-первых, такая вот совместная конкуренция поднимает уровень разработок, – считает Виталий Плавский. – Кроме того, это объединение интеллектуального потенциала исследователей двух стран. Что, к слову, довольно четко прослеживается



Программа «Луч»
будет способствовать
дальнейшему развитию научного
и интеллектуального потенциала
на технологической площадке
Союзного государства

в каждой из союзных программ по опто- и микроэлектронике. Вот и в программе «Луч» подавляющее большинство заданий имеет соисполнителей с двух сторон. Например, российские партнеры поставляют нам оптические системы для накачки лазеров. А в конечном элементе лазеры создаются в Беларуси. Подчеркну, что многие из этих высокотехнологичных элементов подпадают под санкции и не поставляются ни в Беларусь, ни в Россию со стороны западных стран. Поэтому вопрос стоит так: если мы не произведем их самостоятельно, то просто не сможем создать необходимый современный высокомощный лазер с соответствующими характеристиками. Учитывая, что данная научно-технологическая программа объединила не только давних партнеров, но и лучших разработчиков в области СВЧ-техники и микроэлектроники, думаю, можно рассчитывать на высокий результат научного взаимодействия. Кроме того, таким образом мы решим на союзном уровне вопросы доступа к изделиям двойного назначения. Равное партнерство в такой стратегически важной области предусматривает определенную степень доверия друг к другу: белорусский партнер может быть надежным поставщиком для российской стороны, в свою очередь россияне могут закупать у нас отдельные системы для военных целей, и мы не подведем ни в плане поставок, ни в качестве изделий.

Программа «Луч» будет способствовать также дальнейшему развитию научного и интеллектуального потенциала на технологической площадке Союзного государства, включая создание в обоих государствах интеллектуальной собственности в форме патентов, подготовку кадров высшей квалификации, издание научных трудов в ведущих мировых и национальных журналах и укрепление, таким образом, позиций Российской Федерации и Республики Беларусь в мировой науке.

Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ