

NANOINDUSTRY

124 1111-121111 1111 111 111



На двух языках



<http://www.nanoindustry.su/>



10 ЛЕТ

НАНОИНДУСТРИЯ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



2017

МАТРИЦЫ НАНОПРОВОДОВ ИЗ АНТИМОНИДА ИНДИЯ

Технология получения матриц нанопроводов из антимонида индия позволит создавать эффективные генераторы электромагнитного излучения терагерцового диапазона

ПРИВОД С МАГНИТНОЙ ВИНТОВОЙ ПАРОЙ

Бесконтактная магнитная пара – ключевой элемент сверхточного привода для использования в обрабатывающих центрах, системах позиционирования, точной механике

НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ В ТРИБОЛОГИИ

Рассматриваются трибофизические модели, составляющие феноменологические основы квантовой теории трения, фотопроводимости, сверхпластичности и сверхпроводимости

В НОМЕРЕ:

ИННОВАЦИИ

ДОСТИЖЕНИЯ

ДИСКУССИИ

**С.А. ГАМКРЕЛИДЗЕ, ДИРЕКТОР ИСВЧПЗ РАН,
О РОССИЙСКИХ РАЗРАБОТКАХ В ОБЛАСТИ
ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКИ,
ИННОВАЦИЯХ И НОУ-ХАУ ИНСТИТУТА**

6(77)/2017

ISSN 1993-8578

журнал – www.nanoindustry.su
издательство – www.technosphera.ru

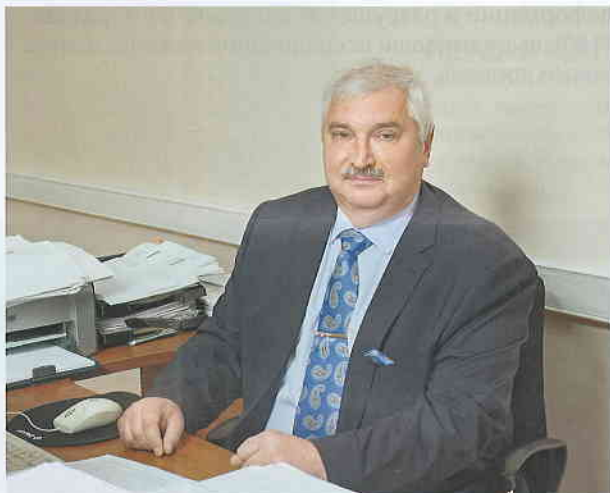


ИСВЧПЭ РАН: ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОССИЙСКИЕ СВЧ-ТЕХНОЛОГИИ МИРОВОГО УРОВНЯ

IUHFSERAS: INDUSTRIAL RUSSIAN WORLD-CLASS TECHNOLOGIES IN FIELD OF MICROWAVE ELECTRONICS

DOI: 10.22184/1993-8578.2017.77.6.8.15.

С.А.Гамкрелидзе, доктор технических наук, профессор, директор ИСВЧПЭ РАН
S.A.Gamkrelidze, doctor of technical sciences, professor, director of IUHFSE RAS



Институт сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники Российской академии наук (ИСВЧПЭ РАН) создан 16 апреля 2002 года с целью проведения научных исследований и прикладных разработок в области сверхвысокочастотной (СВЧ) и крайне высокочастотной полупроводниковой электроники. Реализованные ИСВЧПЭ РАН проекты в немалой степени способствовали тому, что по уровню разработок в области СВЧ-электроники Россия не уступает ведущим технологическим державам мира. О направлениях развития СВЧ-техники и работе института рассказал директор ИСВЧПЭ РАН Сергей Анатольевич Гамкрелидзе.

The Institute of Ultra High Frequency Semiconductor Electronics of RAS (IUHFSE RAS) was established on April 16, 2002 with the aim of carrying out scientific research and applied developments in the field of microwave and extremely high-frequency semiconductor electronics. The projects implemented by the institute greatly contributed to the fact that Russia is not inferior to the world's leading technology powers in the field of microwave electronics development. Sergey Gamkrelidze, Director of the IUHFSE RAS, told us about the areas of the development of microwave devices and the work of the institute.

Сергей Анатольевич, каковы задачи и направления работы ИСВЧПЭ РАН?

Институт был создан 15 лет назад для разработки новых перспективных СВЧ-технологий электроники и последующего их внедрения на ведущих предприятиях отрасли с созданием на их основе транзисторов, монолитных схем и других приборов СВЧ-диапазона нового поколения. Идея создания ИСВЧПЭ РАН получила поддержку Жореса Ивановича Алферова, Юрия Васильевича Гуляева и других ведущих физиков страны. Научная тематика изначально была связана с разработкой приборов на основе гетероструктур. В качестве базового

материала вначале использовался арсенид галлия, затем мы стали работать с новыми широкзонными материалами. В последнее время акцент делается на гетероструктуры на нитриде галлия, который считается наиболее перспективным материалом для СВЧ-техники как гражданского, так и специального назначения. В этой области мы являемся одним из лидеров не только среди институтов РАН, но и в целом в стране.

В настоящее время основные направления разработок связаны с созданием новых гетероструктур, монолитных схем различных частотных диапазонов, начиная от дециметровых



ультраммиллиметрового, а также систем на кристалле, в первую очередь – полнофункциональных приемопередающих модулей. В перспективе планируем в рамках общемирового тренда создавать системы, включающие как СВЧ-блоки, так и цифровые схемы для обработки вторичной информации. Такие комбинированные решения позволят реализовать новые перспективные приборы для систем связи нового поколения, автомобильной электроники, робототехники, миниатюрных космических аппаратов. Данное направление считается одним из приоритетных и в стране, и в мире.

Каковы тенденции развития СВЧ-электроники в мире?

СВЧ-изделия развиваются в направлении увеличения частот. Если сейчас многие приборы работают в сантиметровом диапазоне, то в дальнейшем будет в основном использоваться миллиметровый диапазон. Большой потенциал имеется и в области так называемых терагерцовых технологий. Мы ведем достаточно масштабные исследования проблем создания приборов для частот до 6 ТГц, в частности, в прошлом году разработали квантово-каскадный лазер, который показал устойчивую

генерацию. В дальнейшем будем развивать данное направление, разрабатывая и квантово-каскадные лазеры, и антенны для терагерцового диапазона, и приборы, которые могут быть на них построены.

Также хотел бы отметить тенденцию к созданию высокоинтегрированных комбинированных систем, где цифровые и СВЧ-элементы размещаются на одном кристалле. Такое решение позволит максимально приблизить процессорную часть к приемнику СВЧ-сигнала, что обеспечит уменьшение габаритов прибора, минимизацию погрешностей, улучшение надежности и стойкости к внешним факторам.

Как вы оцениваете современный уровень разработок и производства СВЧ-электроники в России?

Я считаю, что в последние годы в стране было сделано очень много для развития этого направления. Если в 1990-е годы наметилось отставание, то сейчас мы его постепенно ликвидируем. В частности, большой проект по организации производства твердотельной и вакуумной СВЧ-электроники реализуется в НПП "Исток" им. А.И.Шокина в подмосковном Фрязино. В ГЗ "Пульсар" (Москва) уже на стадии монтажа оборудования находится

Mr. Gamkrelidze, what are the tasks and areas of the work of the IUHFSE RAS?

The Institute was created 15 years ago to develop new promising microwave electronics technologies with their subsequent implementation in the leading enterprises of the industry and creation on their basis of transistors, monolithic circuits and other microwave devices of the new generation. The idea of creating the IUHFSE RAS was supported by Zhores Alferov, Yuri Gulyaev and other leading Russian physicists. The scientific subject was initially associated with the development of devices based on heterostructures. As a base material, gallium arsenide was first used, then we began to work with new wide-band materials. Recently, the focus is on heterostructures

on gallium nitride, which is considered the most promising material for microwave technology for both civil and special purposes. In this area we are one of the leaders not only among the institutes of RAS, but also in the whole country.

Currently, the main areas of development are associated with the creation of new heterostructures, monolithic circuits of various frequency ranges, from decimeter to ultramillimeter, and also of systems on the chip – primarily full-function transmitter modules. In the future, we plan to create systems within the global trend that include both microwave blocks and digital circuits for processing secondary information. Such combined solutions will enable the implementation of new advanced devices for new generation of

communication systems, automotive electronics, robotics, miniature spacecraft. This area is considered one of the priority in the country and in the world.

What are the trends in the development of microwave electronics in the world?

Microwave devices develop in the direction of increasing frequencies. If now many devices work in the centimeter range, then in the future the millimeter range will be mainly used. Great potential exists in the field of so-called terahertz technologies. We are conducting sufficiently large-scale studies of the problems of creating devices for frequencies up to 6 THz, in particular, last year we developed a quantum-cascade laser that showed stable generation. In the future, we will



инвестиционный проект по созданию первого в стране серийного производства монокристаллических схем на нитриде галлия. Мы сотрудничаем и с "Исток", и с "Пульсаром". С последним выполняется совместная ОКР, в рамках которой наши разработки в области СВЧ-электроники должны будут внедряться в серийное производство.

В целом, Департамент радиоэлектронной промышленности Минпромторга России прилагает большие усилия, чтобы наша электронная компонентная база вышла на современный уровень, и его работа заслуживает самой высокой оценки. Положительную роль сыграла программа импортозамещения, которая стимулировала разработку современных российских полупроводниковых приборов с целью замены иностранных изделий, применяемых в отечественной радиоэлектронной аппаратуре. Таким образом, по уровню разработок СВЧ-электроники мы уже идем вровень с зарубежными компаниями, а отставание во внедрении и серийном производстве будет сведено к минимуму после реализации проектов, о которых я упоминал.

В разных отраслях экономики эффект от импортозамещения был различен. Насколько эта политика помогла развитию СВЧ-электроники?

В радиоэлектронике был реализован правильный подход к импортозамещению, поэтому оно действительно приносит пользу отрасли. Мы не пошли по пути копирования импортных приборов, так как при этом изначально закладывается отста-

вание от зарубежных разработчиков на 5-10 лет. Создание же приборов на нашей технологической базе, которые по своим параметрам соответствуют зарубежным изделиям, не копируя их конструкцию, – значительно более рациональная политика, позволяющая нормально развивать исследования, разработки и производство. Вместе с тем, поскольку в нашей аппаратуре используется очень большая номенклатура микросхем иностранного производства, и воспроизводить каждую из них в отдельности нецелесообразно с точки зрения затрат времени и средств, перспективным путем является создание высокоинтегрированных СВЧ-приборов, которые по совокупности своих параметров позволят заместить несколько типов зарубежных монокристаллических интегральных схем (МИС). Например, мы сейчас ведем разработку высокоинтегрированных приемопередающих модулей, которые заменят шесть типов зарубежных приборов.

Какова роль технологической платформы "СВЧ-технологии" в развитии российской СВЧ-техники?

Технологическая платформа координирует развитие СВЧ-электроники в стране – как науки, так и производства. Фактически, она аккумулирует перспективные идеи и дает импульс их развитию. В рамках технологической платформы мы налаживаем и развиваем сотрудничество с промышленными предприятиями, которые регулярно представляют свои инициа-

develop this area, developing quantum-cascade lasers, antennas for the terahertz range and devices that can be based on them.

I would also like to note the tendency to create highly integrated systems where digital and microwave elements are placed on a single chip. Such a solution will allow the processor part to be as close as possible to the receiver of the microwave signal, which will reduce the dimensions of the device, minimize errors, improve reliability and resistance to external factors.

How do you assess the current level of development and production of microwave electronics in Russia?

I believe that in recent years much has been done in the country to develop this area. If in the 1990s there was a backlog, now we are gradually eliminating it. In particular, a large project for the organization of production of solid-state and vacuum microwave electronics is being implemented at the RPC "Istok" named after Shokin in Fryazino. In Pulsar (Moscow) an investment project is being implemented to create the first

domestic serial production of monolithic circuits on gallium nitride, which is already at the stage of installation of equipment. We cooperate with both Istok and Pulsar. With the latter, a joint R&D is carried out, within which our developments in the field of microwave electronics will have to be introduced into batch production.

In general, the Department of Radio Electronic Industry of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation is making great efforts to ensure that our electronic component base reaches a modern level,

тивные проекты. Считаю, что активная работа структур технологической платформы обеспечивает интенсификацию развития российской СВЧ-техники.

Какими ноу-хау обладает институт?

Мы имеем хорошие наработки в областях создания монолитных схем миллиметрового диапазона (59–64 ГГц), приборов трехмиллиметрового диапазона (89–93 ГГц), приемопередающих модулей, где и приемная и передающая часть находятся на одном кристалле. Отмечу, что интегрированные приборы обеспечивают важные для ряда применений преимущества с точки зрения уменьшения шумов на входе и повышения выходной мощности. На нитриде галлия однокристалльные интегрированные приборы со встроенными антеннами получены нашим институтом впервые в мире.

В текущем году мы первыми в стране разработали МИС МШУ и ГУН на основе структур "нитрид галлия на кремнии". За рубежом это направление начало развиваться также совсем недавно. Такие приборы значительно дешевле и технологичнее в производстве чем, например, изделия, в которых в качестве подложки используется карбид кремния. Структуры "нитрид галлия на кремнии" совместимы с классическими кремниевыми технологиями, реализованными на предприятиях отечественной радиоэлектронной отрасли, поэтому появляется возможность в едином цикле создавать и СВЧ-, и цифровые

элементы. Для реализации такого производства также важно, что существуют технологии изготовления нитрид галлиевых СВЧ МИС без использования золота.

Как вы оцениваете перспективы применения разработок института в гражданской технике?

Наши приборы могут применяться в системах мобильной связи поколения 5G, автомобильных локаторах, датчиках для роботов различного назначения, включая малогабаритные медицинские. Разработки в области терагерцовой техники найдут применение, например, в оборудовании для медицинской диагностики и в высокочувствительных датчиках химических веществ.

Каковы источники финансирования проектов в гражданской сфере?

Поскольку мы являемся государственным учреждением, то получаем финансирование в рамках утвержденного годового плана исследований. Дополнительные средства на научные исследования привлекаем в рамках контрактов с Минобрнауки России, а получив экспериментальные образцы выполняем ОКР для Минпромторга России. Также получаем прямые заказы от промышленных предприятий, при этом часто речь идет о работах особой сложности. Например, недавно мы разработали технологию формирования дифракционной решетки на пластинах с элементами лазерных диодов для оптоэлектронных модулей СВЧ-диапазона по заказу

and its work deserves the highest appreciation. A positive role was played by the import substitution program, which stimulated the development of modern Russian semiconductor devices in order to replace foreign products used in domestic radio electronic equipment. Thus, according to the level of development of microwave electronics, we are already on par with foreign companies, and the lag in implementation and serial production will be minimized after the implementation of the projects that I mentioned.

In different sectors of the economy, the effect of import substitution was different. How much did this policy help the development of microwave electronics?

In radio electronics, the correct approach to import substitution has been implemented, so it really benefits the industry. We did not go on the way of copying imported devices, since in this case, lag from foreign developers for 5–10 years is initially laid. The creation of the same devices on our technological basis, which in their parameters correspond to foreign products,

without copying their design, is a much more rational policy that allows the development of R&D and production. However, since our equipment uses a very large nomenclature of foreign-made microcircuits and it is not advisable to replicate each of them separately from the point of view of time and money, a promising way is to create highly integrated microwave devices that, in combination of their parameters, will replace several types of foreign monolithic integrated circuits (MIC). For example, we are currently developing highly integrated transceiver modules



НИИ "Полюс" им. М.Ф.Стельмаха. Кроме нас никто ни в России, ни в Белоруссии не смог решить эту задачу.

Можно ли повысить эффективность системы государственного финансирования НИОКР в России?

Уровень финансирования науки в стране в целом недостаточен. Средств, выделяемых ФАНО, нам хватает на финансирование примерно 25% научно-исследовательских проектов, остальное мы вынуждены изыскивать сами. Если бы была принята отдельная программа финансирования фундаментальных поисковых исследований, то скорость и эффективность разработки и внедрения новых технологий были бы выше.

Что касается ОКР, то на государственных конкурсах преимущества имеют крупные компании, имеющие необходимые свободные средства для обеспечения контракта. Мы, как государственное предприятие, таких средств не имеем и привлечь не можем. Поэтому наиболее рациональной схемой является сотрудничество с промышленными предприятиями, когда мы разрабатываем для них технологии, получаем опытные образцы приборов, проводим испытания и затем передаем все наработки заказчику, который осваивает серийный выпуск продукции.

Какой производственной инфраструктурой располагает институт?

Мы последовательно реализуем модель Fab light, которая предполагает проведение исследова-

ний, разработок, моделирования, изготовления опытных образцов, а также выпуск малых серий приборов непосредственно в институте. Во многих случаях такая схема оптимальна, так как производство малых партий на больших предприятиях не выгодно ни заказчику, ни исполнителю. Небольшие серии изделий, которые надо быстро изготовить и быстро внедрить, требуются, например, космической отрасли. Я считаю, что для организаций, подобных нашей, занимающихся и исследованиями, и опытным производством, этот вектор развития оправдан.

К сожалению, мы не можем реализовывать крупные инвестиционные проекты, поскольку бюджетное финансирование ограничено достаточно узкими рамками, а банковские кредиты государственным организациям не доступны. Тем не менее, регулярно расширяем и обновляем парк оборудования. Например, в этом году получим установку атомно-слоевого осаждения. Кое-что стараемся закупать на внебюджетные средства. В частности, сейчас с рядом коммерческих структур прорабатывается вопрос получения оборудования в лизинг для реализации проекта в области гражданской мобильной связи.

"Узким местом" нашего производства пока является недооснащенность участка групповой обработки пластин. Однако имеются и поводы для гордости. Например, когда мы первыми в стране выпустили партию МШУ и ГУН на структурах "нитрид галлия на кремнии", то выход

that will replace six types of foreign devices.

What is the role of the "Microwave technologies" platform in the development of Russian microwave technology?

The technological platform coordinates the development of microwave electronics in the country, of both science and production. In fact, it accumulates promising ideas and gives impetus to their development. Within the framework of the technological platform, we establish and develop cooperation with industrial enterprises,

which regularly present their initiative projects. I believe that the active work of the structures of the technological platform ensures the intensification of the development of Russian microwave technics.

What know-how does the institute have?

We have good achievements in the areas of creating MIC of the millimeter range (59-64 GHz), devices of the three-millimeter range (89-93 GHz), transceiver modules, where both the receiving and transmitting part are located on a single chip. I

would like to note that integrated devices provide important advantages for a number of applications in terms of noise reduction at the input and increase in output power. On the gallium nitride our institute for the first time in the world created single-chip integrated devices with built-in antennas.

In the current year, we were the first in the country developed MIC of LNA and VCO based on the "gallium nitride on silicon" structures. Abroad, this area began to develop also very recently. Such devices are much

годных кристаллов с пластины составил 80% – это в несколько раз выше, чем на отечественных промышленных предприятиях.

Участвует ли ИСВЧПЭ РАН в международных проектах?

В рамках союзного государства России и Белоруссии мы планируем вместе с ПАО "Радиофизика" реализовать программу по созданию активных фазированных антенных решеток миллиметрового диапазона и электронных компонентов для них. Сотрудничество со странами дальнего зарубежья в основном ограничивается обычным для научного сообщества обменом информацией о НИОКР в рамках конференций и других научных мероприятий. Поскольку наш институт участвует в выполнении гособоронзаказа и наши технологические разработки принадлежат государственному заказчику, мы серьезно относимся к вопросу охраны своих ноу-хау. К тому же предложений о полноценном сотрудничестве, которое предусматривало бы взаимное обогащение знаниями и технологиями, от иностранных коллег не поступало, а в том, чтобы в одностороннем порядке отдать свои наработки для реализации где-то за рубежом, мы, естественно, не заинтересованы.

Какова роль института в подготовке кадров для отрасли?

У нас работает аспирантура, мы достаточно жестко подходим к отбору кандидатов и, как результат, почти 100% ее выпускников защищают

диссертации, после чего работают по специальности в нашем институте или других организациях отрасли. Аспиранты приходят в основном из МИФИ, МИРЭА и МИЭТ.

Расскажите, пожалуйста, о планах и перспективах развития института.

Учитывая финансовые показатели института, ФАНО приняло решение перевести нас на новую автономную форму работы. Когда будут утверждены все необходимые документы, мы получим статус "федерального государственного автономного научного учреждения". Будет образован управляющий орган – наблюдательный совет, который без согласования с ФАНО, обычно требующего недель и даже месяцев, будет принимать решения, касающиеся оперативного управления работой института. Мы сможем получать банковские кредиты и реализовывать лизинговые схемы. При этом ИСВЧПЭ останется государственным учреждением. Такова ближайшая перспектива.

Планы развития включают дооснащение нашей технологической линии и переход к мелкосерийному производству СВЧ-приборов, освоение новой площадки в Мытищах и перевод туда части оборудования, создание нового поколения приборов на нитридных структурах на кремнии, выход в новые частотные диапазоны, взаимодействие с предприятиями микроэлектроники по созданию комбинированных систем на кристалле. Отмечу, что мы постоянно

cheaper and more technologically productive than, for example, products in which silicon carbide is used as the substrate. The "gallium nitride on silicon" structures are compatible with the classical silicon technologies implemented at the enterprises of the domestic radio electronic industry, so it becomes possible to create both microwave and digital elements in a single cycle. To realize such a production, it is also important that there are technologies for manufacturing gallium nitride microwave MIC without using gold.

How do you assess the prospects for applying the Institute's developments in civil technology?

Our devices can be used in 5G mobile communication systems, car locators, sensors for robots for various purposes, including small-sized medical robots. Developments in the field of terahertz technology will find application, for example, in equipment for medical diagnostics and in highly sensitive chemical sensors.

What are the sources of financing for civilian projects?

Since we are a government institution, we receive funding within the approved annual research plan. Additional funds for research are attracted in the framework of contracts with the Ministry of Education and Science of Russia, and having obtained experimental samples we carry out developments for the Ministry of Industry and Trade of Russia. We also receive orders directly from industrial enterprises, and often it is a question of works of special complexity. For example, recently we developed a technology for the formation of a



Петру Павловичу Мальцеву 70 лет!

28 сентября научному руководителю ИСВЧПЭ РАН, доктору технических наук, профессору Петру Павловичу Мальцеву исполнилось 70 лет.

Петр Павлович более 40 лет работает в российской радиоэлектронной отрасли, занимал ответственные посты в 22 ЦНИИИ Минобороны, Секции прикладных проблем при Президиуме РАН, НПК "Технологический центр" МИЭТ, а с 2010 по 2016 годы возглавлял ИСВЧПЭ РАН.

П.П.Мальцев – автор около 200 работ, в том числе 12 патентов и восьми монографий, удостоен звания "Заслуженный деятель науки Российской Федерации" (2014 г.), лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники за 1999 год (2000 г.).

Издательство "ТЕХНОСФЕРА" поздравляет Петра Павловича с юбилеем и желает ему долгих лет плодотворной работы на благо российской науки и промышленности!

создаем новые технологии, ориентированные на решение прикладных задач. Среди них есть уникальные разработки, например технология, которая может позволить в очень короткие сроки создавать СВЧ-изделия разных частотных диапазонов и функциональных назначений на основе ряда унифицированных компонентов. Впрочем, более подробно о ней рассказывать пока рано.

В заключение хотел бы сказать, что Россия не может существовать без электронного

производства мирового уровня. В условиях экономических санкций только научные организации могут создавать конкурентоспособные технологии мирового уровня. Поэтому хотелось бы, чтобы наши промышленные предприятия более активно сотрудничали с институтами РАН. Новейшие технологии нам никто не продаст, их можно разработать только внутри страны, и наш институт готов это делать.

Интервью: Дмитрий Гудилин

diffraction grating on wafers with laser diode elements for microwave optoelectronic modules ordered by the POLYUS Research Institute named after M.F. Stelmakh. Except for us, no one in Russia or Belarus could solve this problem..

Is it possible to improve the efficiency of the system of public funding for R&D in Russia?

The level of funding for science in the country as a whole is insufficient. Funds allocated by FASO are sufficient for funding about 25% of research projects, the rest we should to find

ourselves. If a separate program for financing basic research were adopted, the speed and efficiency of the development and introduction of new technologies would be higher.

As for design and development, at state contests the advantages are enjoyed by large companies that have the necessary free funds to secure the contract. We, as a state-owned enterprise, do not have such funds and we can not attract them. Therefore, the most rational scheme is cooperation with industrial enterprises, when we develop technologies for them,

produce prototypes of devices, conduct tests and then transfer the solution to the customer who will mastering the serial production.

What industrial infrastructure does the institute have?

We consistently implement the Fab light model, which involves research, development, modeling, prototype production, and the production of small series of devices in the institute. In many cases, such a scheme is optimal, since the production of small batches in large enterprises is not beneficial to either

the customer or the performer. Small series of products that need to be quickly manufactured and quickly implemented, are required, for example, in the space industry. I believe that for organizations like ours, engaged in both research and experimental production, this vector of development is justified.

Unfortunately, we can not implement large investment projects, as budget financing is limited to a rather narrow framework, and bank loans are not available. Nevertheless, we regularly expand and update the equipment base. For example, this year we will install the atomic layer deposition system. We are trying to buy something for extrabudgetary funds. In particular, now with a number of commercial structures the issue of leasing of equipment for the implementation of the project in the field of civil mobile communication is being studied.

"Bottleneck" of our production so far is the group processing of wafers. However, there are also occasions for pride. For example, when we were the first in the country to release a batch of LNA and VCO on the "gallium nitride on silicon" structures, the chip yield was about 80%, this is several times higher than in domestic industrial enterprises.

Does IUHFSE RAS participate in international projects?

Within the framework of the Union State of Russia and Belarus, we plan together with Radiofizika PJSC to implement a program for the creation of active phased antenna arrays of millimeter range and electronic components for them. Cooperation with non-CIS countries is mainly limited to the

exchange of information about R&D in the framework of conferences and other scientific events common to the scientific community. Since our institute participates in the implementation of the state defense order and our technological developments belong to the state customers, we are serious about protecting our know-how. Besides, foreign colleagues did not offer full-fledged cooperation that would provide mutual enrichment with knowledge and technology, and of course we are not interested in giving our achievements unilaterally for implementation somewhere abroad.

What is the role of the institute in training personnel for the industry?

We have post-graduate studies, we carefully select candidates and, as a result, almost 100% of its graduates defend their theses, after which they work in our institute or other organizations of the industry. Graduate students come mainly from MEPhI, MIREA and MIET.

Please tell us about the plans and prospects for the development of the institute.

Given the financial indicators of the institute, FASO decided to implement a new autonomous form of work. When all the necessary documents are approved, we will receive the status of a "Federal State Autonomous Scientific Institution". A governing body will be formed – the supervisory board, which without coordination with the FASO, usually requiring weeks or even months, will make decisions concerning the operational management of the institute's work. We will be able to receive

bank loans and implement leasing schemes. At the same time, the IUHFSE will remain a state institution. This is the nearest perspective.

The development plans include the upgrading of our technological line and the transition to small-scale production of microwave devices, the development of a new production site in Mytishchi and transferring part of the equipment to this site, the creation of a new generation of devices on nitride structures on silicon, the development of new frequency ranges, interaction with microelectronics enterprises in the development of combined systems on a chip. I would like to note that we are constantly creating new technologies that are oriented towards the solution of applied problems. Among them there are unique developments, for example technology, which can allow in very short time to create microwave products of different frequency ranges and functional assignments on the basis of a number of unified components. However, it is too early to tell about it in greater detail.

In conclusion, I would like to say that Russia can not exist without world-class electronic production. In the conditions of economic sanctions, only scientific organizations can create competitive world-class technologies. Therefore, our industrial enterprises should cooperate more actively with the institutes of the Russian Academy of Sciences. No one will sell the newest technologies, they can be developed only within the country, and our institute is ready to do it.

Interview: Dmitry Gudilin