

Дайджест Российского научного фонда

3 / 2024

ОТКРЫВАЙ

СПЕЦВЫПУСК

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОЕКТЫ

С РНФ

Физик Аскар Резванов
о разработке новой
энергонезависимой
памяти

46
стр.

Фоторепортаж
из Лаборатории
плазмоники Сколтеха

56
стр.



6

На рынок выйдут
первые российские
субстанции орфанных
препаратов

20

Высокочистый
арсенид галлия
упростит создание
быстродействующих
процессоров
и лазеров

36

Начался прием заявок
на второй конкурс
по отбору
технологических
предложений

40

Интервью
председателя
НТС РНФ
Александра
Клименко

СОДЕРЖАНИЕ

2 Слово генерального директора РНФ
Владимира Беспалова

4 РАЗДЕЛ 1 ПРИКЛАДНЫЕ ПРОЕКТЫ

Яркие проекты
грантополучателей Фонда

6 В ближайшие годы на рынок выйдут
первые российские субстанции
орфанных препаратов

8 Терагерцовые квантово-каскадные
лазеры сделают дешевле для широкого
внедрения в практику

10 Серебряные нанонити позволят создать
оптически прозрачные токопроводящие
электроды для фотодетекторов
и солнечных батарей

12 Отечественные OLED-структуры
и микродисплеи на их основе будут
ярче и стабильнее импортных аналогов

14 Оптические приемники и передатчики
данных сделают легче и в 5–20
раз быстрее аналогов

16 Встроенные датчики температуры
защитят изделия микроэлектроники
от аномального перегрева

18 Солнечно-слепые приемники
изображений помогут следить
за радиационными загрязнениями
и контролировать поиски нефти

20 Высококачественный арсенид галлия позволит
создать полностью отечественные
лазерные системы и уникальные
датчики рентгеновского излучения

22 Ученые запустят производство
особо чистого хлороводорода
для микроэлектроники
мощностью 10 тонн в год

24 Высоковольтные полупроводниковые
приборы в несколько раз
превзойдут зарубежные аналоги

25 Факты
о Фонде

26 РАЗДЕЛ 2 СОБЫТИЯ

Новости из жизни Фонда

28 Объявлены победители «молодежных конкурсов»
2024 года в рамках Президентской программы РНФ

29 Фонд утвердил итоги летней отчетной
кампании «молодежных конкурсов»
Президентской программы РНФ

29 Фонд на XII Всероссийском съезде
советов молодых ученых

32 Эксперты РНФ подвели итоги всероссийского
конкурса научного фото «Снимай науку!»

34 РНФ принял участие в деловой программе
форума «Технопром-2024» и открытии
выставки «Снимай науку!» в Новосибирске

36 Международный конкурс РНФ
с индийскими партнерами

36 РНФ приглашает принять участие в отборе
технологических предложений

37 Конкурс грантов РНФ на проведение
ориентированных научных исследований
по направлению «Микроэлектроника»

38 РАЗДЕЛ 3 ИНТЕРВЬЮ

Ведущие российские ученые
о перспективах отечественной
микроэлектроники

56 РАЗДЕЛ 4 ФОТОРЕПОРТАЖ

Фотоистории
из научных лабораторий
грантополучателей Фонда
Лаборатория плазмоники Сколтеха



ВЛАДИМИР БЕСПАЛОВ

генеральный
директор РФФ

Мы по праву гордимся научным потенциалом России — нашими учеными и их достижениями. Сегодня перед страной остро стоит задача обеспечения технологического суверенитета и как никогда актуален вопрос эффективного практического использования научных результатов. Президент России доверил РФФ важную и ответственную миссию: выстроить систему поддержки ориентированных и прикладных исследований и фактически запустить механизм ускоренного внедрения научных результатов в практику.

Большой опыт поддержки фундаментальных исследований способствовал активному старту нового для нас направления. Был сформирован Научно-технологический совет, куда вошли ведущие специалисты передовых отраслей, расширена база экспертов РФФ, созданы регламенты проведения конкурсов, составлен новый классификатор, закреплены критерии отбора проектов. Это масштабная деятельность, которую Фонд качественно выполнил в сжатые сроки.

Новые конкурсы привлекли большое внимание со стороны как технологических заказчиков, так и ученых. В 2023 году в Фонд поступило 181 технологическое предложение от 122 организаций. Это подтверждает наличие острой потребности в научных разработках, решениях, которые направлены на достижение реального социально-экономического эффекта.

В рамках программ РФФ работа ведется совместно: технологические заказчики софинансируют проекты и активно участвуют на всех стадиях выполнения и принятия результатов. Созданная система взаимодействия служит гарантией того, что запланированные результаты будут достигнуты и найдут свое практическое применение.

**>> КОЛИЧЕСТВО ПОДАНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ
ПОДТВЕРЖДАЕТ НАЛИЧИЕ ОСТРОЙ ПОТРЕБНОСТИ
В НАУЧНЫХ РАЗРАБОТКАХ, КОТОРЫЕ НАПРАВЛЕННЫ
НА ДОСТИЖЕНИЕ РЕАЛЬНОГО СОЦИАЛЬНО-
ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА**

Фонд планирует использовать опыт поддержки проектов в области микроэлектроники — одного из приоритетных направлений для нашей страны — и в других направлениях, включая сельское хозяйство, высокотехнологичную медицину и научное приборостроение. Уверен, что вместе с учеными и технологическими заказчиками мы продолжим развиваться, а результаты нашей совместной работы обеспечат независимость России и позволят достойно конкурировать на мировом рынке.

Этот выпуск мы посвящаем прикладным проектам и выражаем уверенность в том, что отечественные ученые смогут создать передовые решения для развития ключевых для нашей страны технологий. Желаем им успехов в этом важном деле!

//

С 2023 года при поддержке РНФ реализуются 93 проекта — прикладных научных исследований с ведущими технологическими компаниями России. Они направлены на создание программного обеспечения для проектирования и технологий изготовления изделий микроэлектроники, а также оборудования и материалов для ее производства; отечественных катализаторов для химической промышленности; ферментов для сельского хозяйства; пищевых добавок и фармакологических субстанций для лечения орфанных заболеваний.

В этом разделе знакомим с некоторыми исследованиями: фундаментальным заделом, целями и планами развития на российском рынке.

2024 ГОД

//

ИЮЛЬ-АВГУСТ-СЕНТЯБРЬ

/

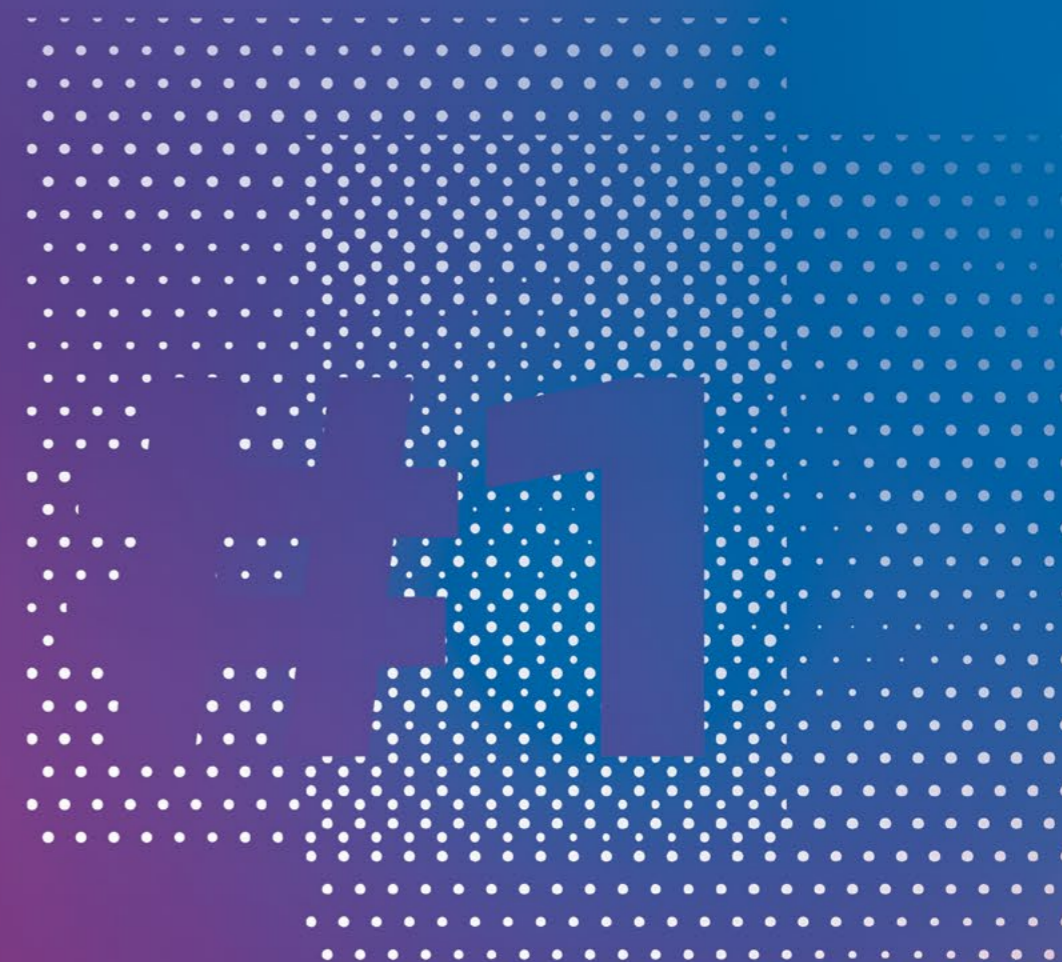
РАЗДЕЛ #1

> ПРОЕКТЫ ГРАНТОПОЛУЧАТЕЛЕЙ

... //

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОЕКТЫ

ЯРКИЕ ПРОЕКТЫ
ГРАНТОПОЛУЧАТЕЛЕЙ ФОНДА



Руководитель
проекта



РОМАН

ИВАНОВ

кандидат наук
(признаваемый в РФ PhD)

Научно-технологический
университет «Сириус»

Федеральная территория «Сириус»

Заказчик: ООО «КФР»



Источник: пресс-служба
университета «Сириус»



Команда проекта (слева направо): Мария Коробкина, Юлия Шульгина, Георгий Корнев, Федор Антипин, Максим Навроцкий и Антон Чувашов.
Источник: пресс-служба университета «Сириус»

В БЛИЖАЙШИЕ ГОДЫ НА РЫНОК ВЫЙДУТ ПЕРВЫЕ РОССИЙСКИЕ СУБСТАНЦИИ ОРФАННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Научно-технологический университет «Сириус» совместно с компанией «КФР» (входит в группу компаний «Р-Фарм Холдинг») разработают технологии синтеза трех субстанций востребованных препаратов для лечения редких заболеваний и организуют их производство. Это обеспечит российским пациентам гарантированный доступ к жизненно необходимой лекарственной терапии.

В последние несколько лет появились зарубежные лекарственные препараты с прорывной эффективностью для борьбы с редкими наследственными заболеваниями. В условиях возможных санкционных ограничений разработка и локальное производство отечественных аналогов — единственный способ предотвратить инвалидизацию и гибель пациен-

тов в случае дальнейшего неблагоприятного развития геополитической ситуации.

Команда исследователей Научного центра трансляционной медицины университета «Сириус» совместно с компанией «КФР» намерена создать технологию и организовать производство отечественных субстанций ряда востребованных

препаратов для лечения мышечной дистрофии Дюшенна, легочной гипертензии и спинальной мышечной атрофии.

На сегодняшний день уже разработаны опытные технологии синтеза и очистки субстанций, позволяющие получить продукт высокого качества. В 2025 году в Инновационном научно-технологическом центре (ИНТЦ) «Сириус» начнется масштабирование их производства. Лекарства пройдут целый комплекс фармацевтических исследований, направленных на подтверждение их качества и безопасности.

Сейчас на базе ИНТЦ идет строительство производственной базы. Преимущества разрабатываемых лекарств связаны не только с их импортозамещающей ролью, но и с более низкой стоимостью. Так, годовой курс зарубежных орфанных препаратов может обойтись в 20–30 млн рублей, и пациенты должны принимать его пожизненно. Отечественный аналог будет стоить в разы дешевле.

>> НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ УЖЕ РАЗРАБОТАНЫ ОПЫТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА И ОЧИСТКИ СУБСТАНЦИЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ ПОЛУЧИТЬ ПРОДУКТ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА



Источник: пресс-служба
университета «Сириус»



Карточка прикладного
проекта

Руководитель
проекта



РУСТАМ

ХАБИБУЛЛИН

кандидат физико-
математических наук

Институт сверхвысокочастотной
полупроводниковой электроники
имени В. Г. Мокерова РАН

Москва

Заказчик: АО «НИИ «Полюс»
имени М. Ф. Стельмаха»



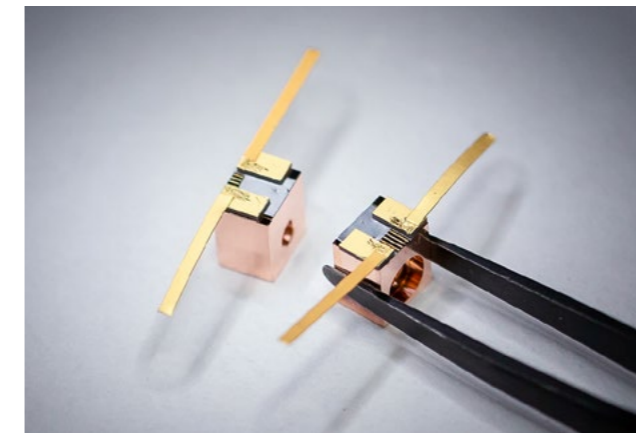
Терагерцовые квантово-каскадные лазеры.
Источник: пресс-служба ИСВЧПЭ РАН

ТЕРАГЕРЦОВЫЕ КВАНТОВО-КАСКАДНЫЕ ЛАЗЕРЫ СДЕЛАЮТ ДЕШЕВЛЕ ДЛЯ ШИРОКОГО ВНЕДРЕНИЯ В ПРАКТИКУ

Ученые Института сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники (ИСВЧПЭ) впервые разработают промышленно ориентированную технологию изготовления квантово-каскадных лазеров с двумя типами волноводов и частотами генерации в диапазоне от 2 до 5 ТГц, чтобы в результате сотрудничества с АО «НИИ «Полюс» имени М. Ф. Стельмаха» (холдинг «Швабе» Госкорпорации «Ростех») выпустить на рынок более дешевые источники терагерцового излучения для практических нужд: систем досмотра, высокоразрешающей спектроскопии, газоанализа и многого другого.

Лабораторные образцы терагерцовых квантово-каскадных лазеров были впервые продемонстрированы в 2002 году и сразу показали свои преимущества: компактность, работа в широком диапазоне частот, на несколько порядков большая выходная мощность по сравнению с альтернативными ТГц-источниками. Несмотря на это, лазеры пока не нашли широкого применения в прикладных задачах из-за своей высокой стоимости. Их дороговизна связана

с длительным ростом многослойных лазерных структур и сложностью постростовой технологии изготовления лазеров этого типа, то есть с отсутствием полного цикла промышленного изготовления конечного продукта. Исследователи планируют заменить дорогостоящий метод молекулярно-лучевой эпитаксии для роста лазерных структур на более дешевый и промышленно ориентированный метод МОС-гидридной эпитаксии.



Терагерцовые квантово-каскадные лазеры.
Источник: пресс-служба ИСВЧПЭ РАН

Ранее этим методом ученые ИСВЧПЭ РАН и АО «НИИ «Полюс» имени М. Ф. Стельмаха» успешно продемонстрировали возможность роста многослойных гетероструктур на основе

В рамках проекта ученые планируют зарегистрировать два патента, создать экспериментальную партию из 20 и более лазерных чипов с разными типами волноводов. Заявленные параметры разрабаты-

Кроме того, команда исследователей намерена сконструировать экспериментальный стенд и методику для измерения лазерных характеристик, а также предложить техническое задание на ОКР, по результатам которой должен начаться выпуск мелкой серии продуктов.

Созданные в результате совместной работы лазеры могут применяться в задачах терагерцовой визуализации в реальном времени, высокоразрешающей газовой спектроскопии, мультиспектральном зондировании удаленных объектов, в том числе в межзвездной среде космоса, контроле содержания влаги в растениях и исследованиях верхней атмосферы Земли для анализа и прогноза климатических изменений.

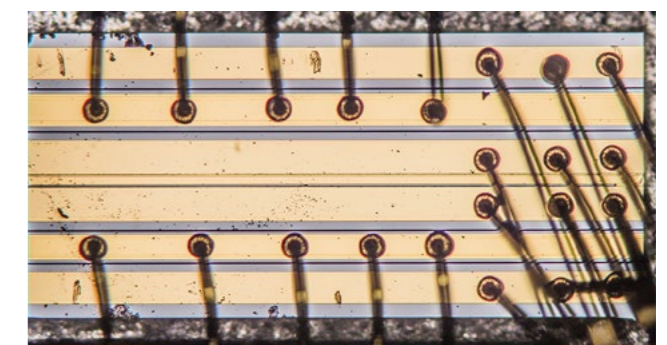
Создание недорогих терагерцовых источников позволит сделать прорывные открытия в вопросах о происхождении нашей Галактики, создать системы экологического мониторинга с чувствительностью на уровне млрд⁻¹, разработать новые медицинские системы диагностики онкологических заболеваний и совершить революционный переход к системам беспроводной связи с пропускной способностью более 1 Тбит/с.

>> ИССЛЕДОВАТЕЛИ ПЛАНИРУЮТ ЗАМЕНИТЬ ДОРОГОСТОЯЩИЙ МЕТОД МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВОЙ ЭПИТАКСИИ ДЛЯ РОСТА ЛАЗЕРНЫХ СТРУКТУР НА БОЛЕЕ ДЕШЕВЫЙ И ПРОМЫШЛЕННО ОРИЕНТИРОВАННЫЙ МЕТОД МОС-ГИДРИДНОЙ ЭПИТАКСИИ

полупроводников III-V групп (GaAs/AlGaAs) для терагерцовых квантово-каскадных лазеров. Кроме того, разработчики намерены реализовать ориентированные на промышленность постростовые технологии для лазеров с двумя типами волноводов — двойным металлическим волноводом для эксплуатации при повышенных температурах (более 70 К) и поверхностно-плазмонным волноводом для создания мощных терагерцовых источников. Сегодня уже реализованы лабораторные аналоги, но для внедрения на промышленное предприятие потребуется большая работа по оптимизации всех постростовых процессов и их адаптации к производственной линейке АО «НИИ «Полюс» имени М. Ф. Стельмаха».

ваемых приборов (рабочие частоты и температуры, выходная мощность излучения и другие) не уступают зарубежным коммерческим образцам. За счет использования оригинальных лазерных схем (зонных дизайнов) для активной области квантово-каскадных лазеров можно будет генерировать свет в двух спектральных диапазонах, что на сегодняшний день не реализовано в коммерческом продукте.

Разваренный кристалл терагерцового квантово-каскадного лазера с поверхностно-плазмонным волноводом.
Источник: пресс-служба ИСВЧПЭ РАН

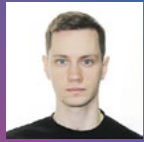


Карточка прикладного проекта



Карточка фундаментального проекта

Руководитель
проекта



ПАВЕЛ

АРСЕНОВ

кандидат технических наук

Московский физико-технический
институт

Москва

Заказчик: АО «НПО «Орион»



СЕРЕБРЯНЫЕ НАНОНИТИ ПОЗВОЛЯТ СОЗДАТЬ ОПТИЧЕСКИ ПРОЗРАЧНЫЕ ТОКОПРОВОДЯЩИЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ФОТОДЕТЕКТОРОВ И СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Инженеры из Московского физико-технического института создадут установку для синтеза электропроводящих серебряных нанонитей — ключевых компонентов фотодетекторов, солнечных элементов, светодиодов, дисплеев. Вместе с АО «НПО «Орион» они планируют запустить высокопроизводительный синтез нанонитей для организации микротоннажного производства.

Оптически прозрачные токопроводящие электроды интересны тем, что способны одновременно и пропускать свет, и проводить электричество, что полезно в самых разных областях — от сенсорных экранов до фотодетекторов. Один из наиболее перспективных материалов для их производства — электропроводящие нанонити, прежде всего серебряные. Ключевые характеристики

прозрачных токопроводящих электродов (прозрачность и слоиое сопротивление) определяются диаметром и длиной нанонитей, составом растворов (дисперсий), где эти нити находятся, и методом формирования покрытий. Покрытия наносятся на подложку (как твердые, так и гибкие) и служат в качестве прозрачного проводящего слоя в различных устройствах.

Ученые из МФТИ планируют получить серебряные нити, длина которых минимум в тысячу раз будет превышать их диаметр. Благодаря этой особенности покрытия на их

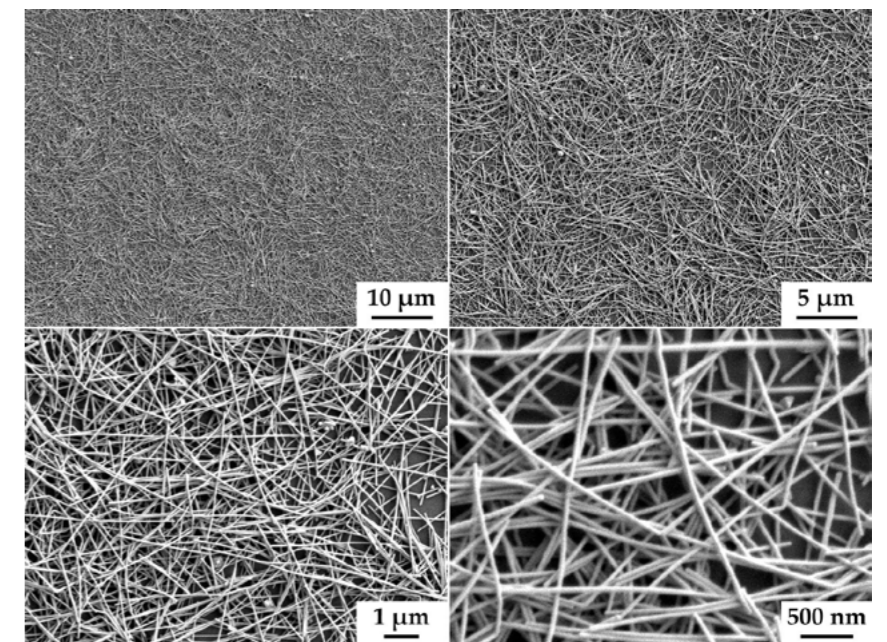
Сегодня для получения серебряных нанонитей используются закрытые стеклянные реакторные системы, но их производственная мощность ограничена, а гарантировать воспроизводимость партий при этом трудно. Поэтому специалисты МФТИ также разработают инновационный метод синтеза нанонитей, который позволит компании АО «НПО «Орион» запустить их производство с высоким качеством выходного продукта.

➤ **НОВЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА НАНОНИТЕЙ ПОЗВОЛИТ ЗАПУСТИТЬ ИХ ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО С ВЫСОКИМ КАЧЕСТВОМ ВЫХОДНОГО ПРОДУКТА**

основе будут обладать высокой проводимостью, что делает их полезными в качестве токопроводящих элементов в микроэлектронной аппаратуре. При этом материалы должны обладать специфическими реологическими характеристиками, то есть иметь подходящую вязкость и текучесть, чтобы их можно было использовать в производственных процессах.

Полученные в рамках проекта серебряные нанонити позволят создать отечественные оптически прозрачные токопроводящие электроды, которые могут применяться в самых разных сферах: от панелей солнечных батарей до видеокамер фиксации нарушений на дорогах. Кроме того, это позволит значительно снизить себестоимость устройств, изготавливаемых с их применением.

Микроструктура синтезированных серебряных нанонитей (по данным растровой электронной микроскопии).
Источник: Павел Арсенов



Карточка прикладного
проекта



Карточка фундаментального
проекта

Руководитель
проекта



ЮРИЙ

ЛУПОНОСОВ

доктор химических наук

Институт синтетических
полимерных материалов имени
Н. С. Ениколопова РАН

Москва

Заказчик: АО «ЦНИИ «Циклон»»



Участники проекта (слева направо): Елизавета Папковская, Александр Калиниченко, Полина Сухорукова, Лия Полетавкина, Юрий Лупонос, Иван Дядищев, Елена Калужская, Дмитрий Балакирев, Юлия Исаева, Ирина Чуйко.
Источник: Олег Борщев, ИСПМ РАН

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ OLED-СТРУКТУРЫ И МИКРОДИСПЛЕИ НА ИХ ОСНОВЕ БУДУТ ЯРЧЕ И СТАБИЛЬНЕЕ ИМПОРТНЫХ АНАЛОГОВ

Ученые Института синтетических полимерных материалов (ИСПМ) намерены синтезировать более эффективные и стабильные по сравнению с используемыми сегодня на производственной линии АО «ЦНИИ «Циклон»» (входит в Группу компаний «Ростех») органические полупроводниковые материалы для производства OLED*-структур. Эта работа откроет перспективы применения OLED-дисплеев и микродисплеев для других, ранее недоступных задач высокотехнологических областей, а также для локализации производства новых органических полупроводников в России, что во многом обеспечит независимость от импортных материалов и технологий.

По данным международных исследований, ожидается, что в течение ближайших пяти лет среднегодовой темп роста рынка OLED-микродисплеев составит 27,69%. Однако в нашей стране большой объем занимают импортные товары, в то время как отечественные технологии устарели и требуют замены на более современные аналоги.

Органические светоизлучающие светодиоды — одни из наиболее перспективных типов электролюминесцентных тонкопленочных

устройств, использование которых открывает новые горизонты в создании эффективных и экономичных источников света и дисплеев на их основе. OLED основаны на применении органических полупроводниковых материалов. Это позволяет создавать устройства, отличающиеся низким рабочим напряжением, быстрым откликом, высокими яркостью и качеством цветопередачи, а также возможностью достижения механической гибкости и даже полупрозрачности — при использовании гибких и/или прозрачных подложек.

**>>> ОРГАНИЧЕСКИЕ
СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ
СВЕТОДИОДЫ —
ОДНИ ИЗ НАИБОЛЕЕ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТИПОВ
ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ
ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ
УСТРОЙСТВ**

Команда исследователей ИСПМ РАН, которая ранее неоднократно проводила тематические исследования по грантам РФФИ, взяла на себя амбициозную задачу

по поиску и разработке способов синтеза новых более оптимальных по своим свойствам органических полупроводниковых материалов для OLED-структур российской компании АО «ЦНИИ «Циклон»».

Междисциплинарный коллектив химиков и физиков использует комбинацию теоретических и экспериментальных подходов, что позволит взглянуть на проблемы комплексно и предложить наиболее эффективные пути их решения. Ученые рассчитывают получить серию экспериментальных образцов

новых органических полупроводниковых материалов высокой чистоты, изучить их оптические и электрохимические свойства. Соисполнитель и заказчик технологического предложения проведет исследование OLED-структур на основе эксперимен-

Основной акцент исследователи планируют сделать на разработке новых зарядово-транспортных материалов и излучающих материалов (эмиттеров) третьего поколения. Их принцип действия основан на эффекте термически-активированной замедленной флуоресценции (time-delayed fluorescence, TADF), когда молекулы органических соединений испускают свет с задержкой после первоначального поглощения энергии. Таким образом, аналогично материалам второго поколения, представляющим собой фосфоресцентные металло-комплексы на основе благородных металлов (иридия или платины), эмиттеры третьего поколения могут достигать теоретически 100% эффективности свечения. Преимуществами материалов станут их доступность и гибкость в настройке оптоэлектронных и спектральных характеристик материалов, за счет которых можно улучшить выходные параметры OLED-структур.

Структуры органических светодиодов и микродисплеи на их основе важны в целом ряде отечественных технологических цепочек, поэтому локализация разработки новых материалов, освоение технологии их синтеза и очистки и последующее внедрение в производство необходимы для решения национальных технологических задач. В частности, создается задел для масштабирования российской OLED-технологии на производство современных средне- и крупноформатных дисплеев.



Владислав Константинов, младший научный сотрудник лаборатории фото- и электрофизики органических полупроводников.
Источник: Елизавета Папковская, ИСПМ РАН

* OLED – от англ. Organic Light Emitting Diode, органические светодиоды

Руководитель
проекта



ЛЕОНИД

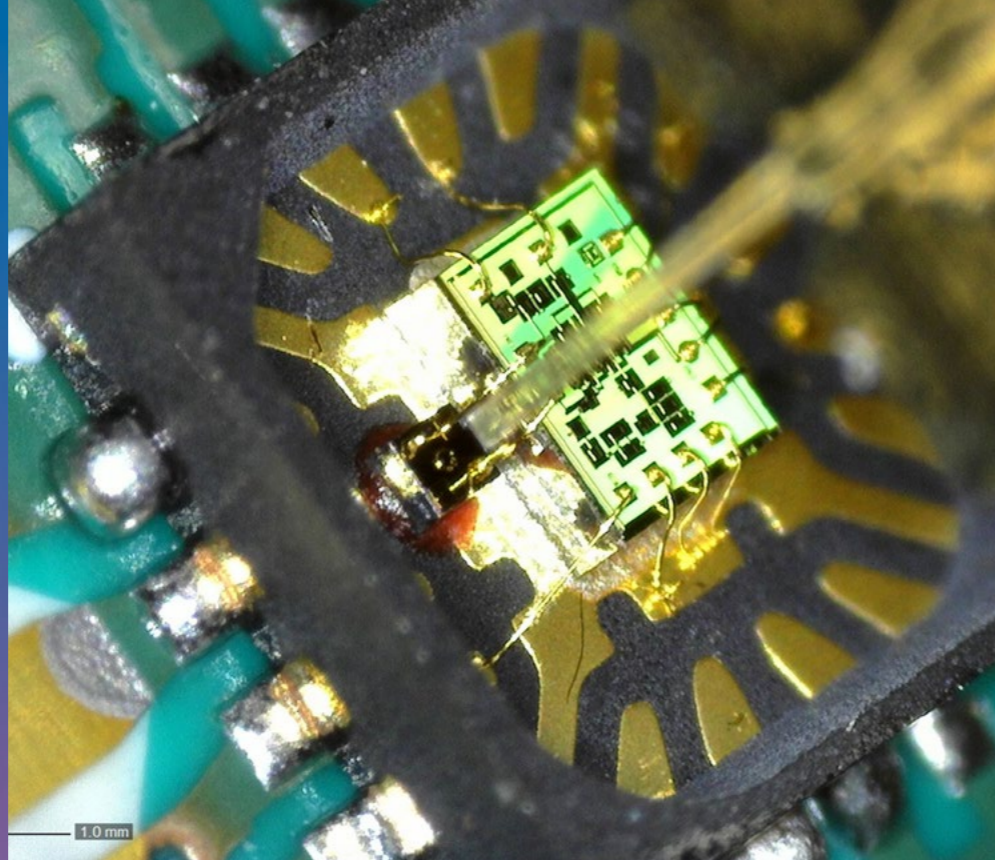
БАБАК

доктор технических наук

Томский государственный
университет систем управления
и радиоэлектроники

Томск

Заказчик: АО «ОКБ-Планета»



Прототип модуля оптического приемника. Источник: Леонид Бабак

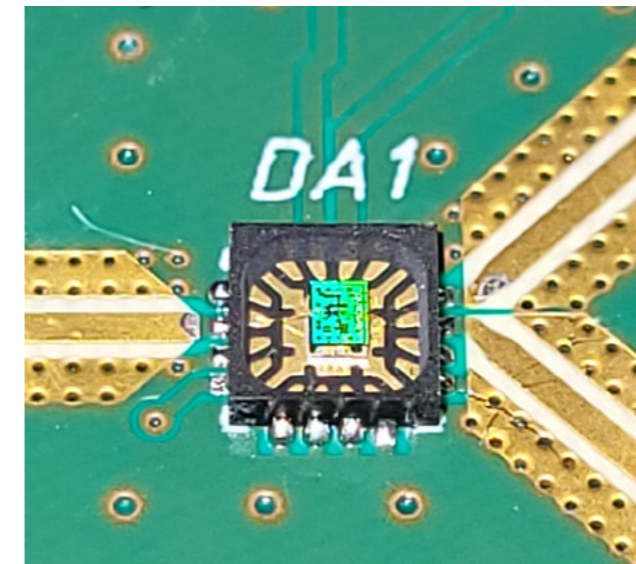
ОПТИЧЕСКИЕ ПРИЕМНИКИ И ПЕРЕДАТЧИКИ ДАННЫХ СДЕЛАЮТ ЛЕГЧЕ И В 5-20 РАЗ БЫСТРЕЕ АНАЛОГОВ

Ученые Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники исследуют и создают компоненты и модули интегральных одноканальных оптических приемников и передатчиков для компании АО «ОКБ-Планета» (входит в группу АО «РТИ» АФК «Система»). Здесь в перспективе ожидается выпуск этих востребованных изделий.

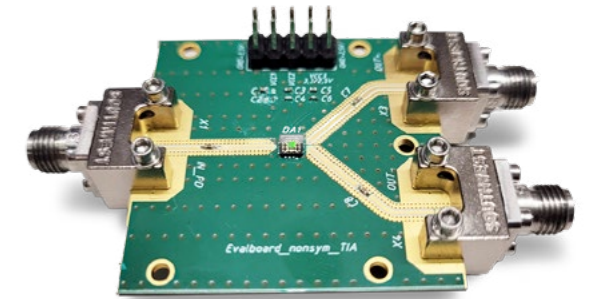
Результаты проекта позволят кардинально улучшить характеристики приемопередатчиков для волоконно-оптических линий связи, например, в 5-10 раз увеличив скорость трансфера данных по сравнению с существующими отечественными серийными образцами. В свою очередь, это поможет усовершенствовать многие радиоэлектронные и телекоммуникаци-

онные средства для использования интернета и развития телемедицины, передачи и обработки большого массива информации и так далее.

Поскольку ни одна полупроводниковая технология не обеспечивает оптимальных характеристик всех элементов приборов, создаваемых для приема и передачи информации, применяют гибридную интеграцию.



Микросхема прототипа усилителя в корпусе. Источник: Леонид Бабак



Тестовая печатная плата с СВЧ интегральным усилителем сигнала от фотодиода. Источник: Леонид Бабак

Она позволяет достигать баланса между стоимостью, энергопотреблением и оптоэлектрическими параметрами. Однако в России пока нет серийного производства современных быстродействующих интегральных компонентов и модулей

Института физики полупроводников СО РАН имени А. В. Ржанова) и лазеры (разработка АО «ОКБ-Планета») на основе полупроводниковых соединений фосфида индия и арсенида галлия.

интегральные усилители-драйверы лазерных диодов и модуляторов, а также усилители для повышения уровня сигнала от фотодиодов, которые создадут на основе технологий фосфида индия, кремния и арсенида галлия и изготовят на российских предприятиях.

>> РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА ПОЗВОЛЯТ СУЩЕСТВЕННО УЛУЧШИТЬ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИЧЕСКИХ ПРИЕМНИКОВ И ПЕРЕДАТЧИКОВ, ПОВЫСИТЬ ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ, А ТАКЖЕ В НЕСКОЛЬКО РАЗ УМЕНЬШИТЬ ГАБАРИТЫ И ВЕС УСТРОЙСТВ

для приема и преобразования оптических сигналов в электрические, а также обратного преобразования, что необходимо для высокоскоростных линий связи. В новом проекте исследователи намерены изменить ситуацию.

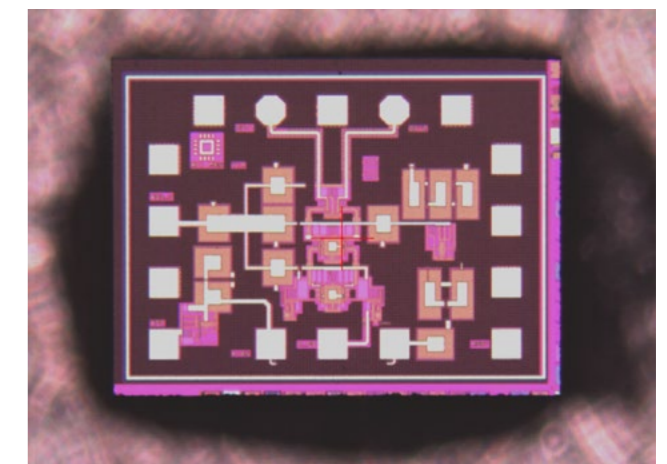
Ученые разрабатывают компоненты и технологии сборки модулей в одном канале передачи данных со скоростями не менее 5, 10 и 20 Гбит/с, что до 8 раз быстрее современных устройств. Созданные экспериментальные образцы оптических приемопередатчиков будут включать фотодиоды (разработка

Кроме того, в состав приемопередатчиков войдут модуляторы оптических сигналов, СВЧ

Результаты проекта позволят существенно улучшить характеристики оптических приемников и передатчиков, повысить их конкурентоспособность и надежность, а также в несколько раз уменьшить габариты и вес устройств.

Это важно для различных применений, включая телекоммуникации и высокоскоростные цифровые системы.

Схема прототипа интегрального СВЧ трансимпедансного усилителя. Источник: Леонид Бабак



Карточка прикладного проекта

Руководитель
проекта



ВЯЧЕСЛАВ

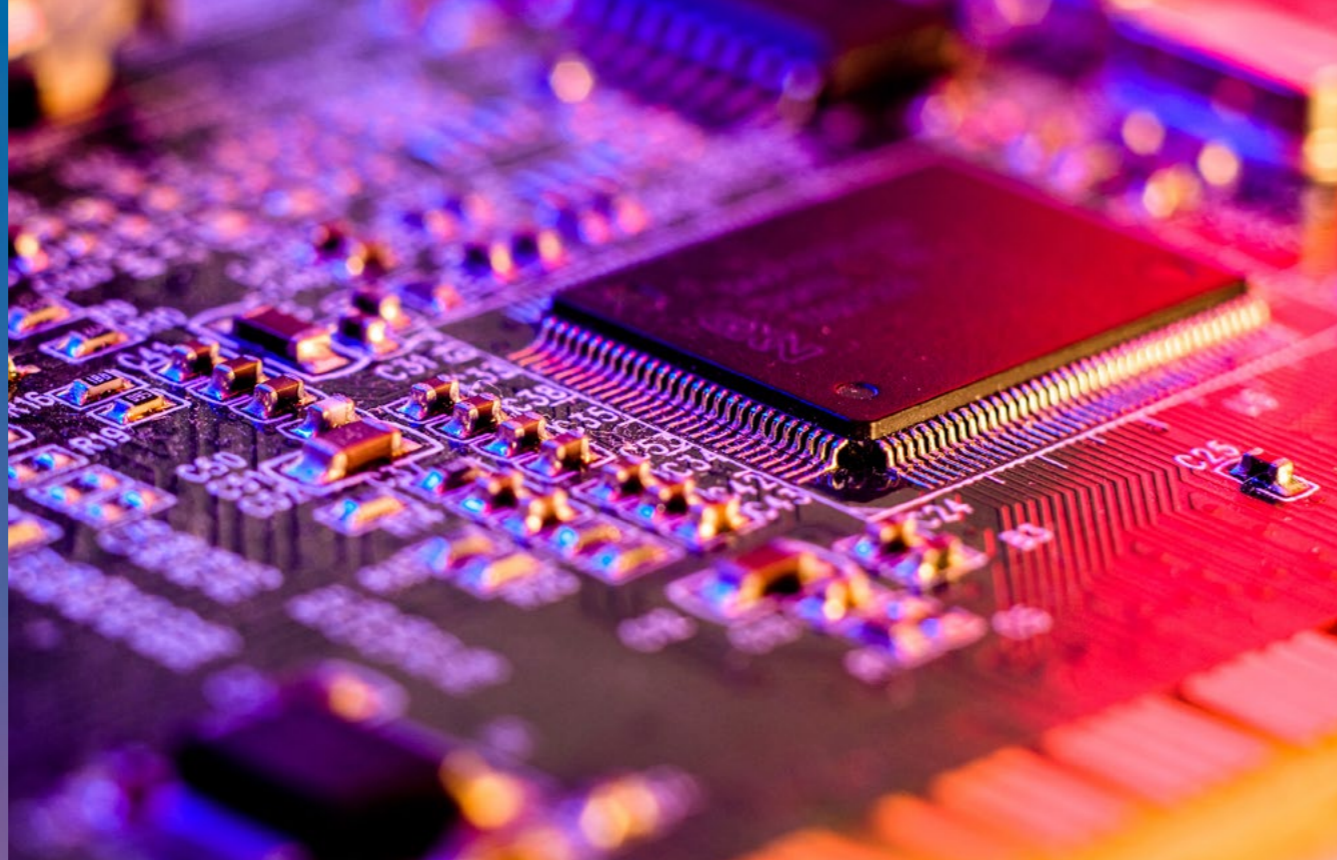
СЕРГЕЕВ

доктор технических наук

Институт радиотехники и электроники
имени В. А. Котельникова РАН

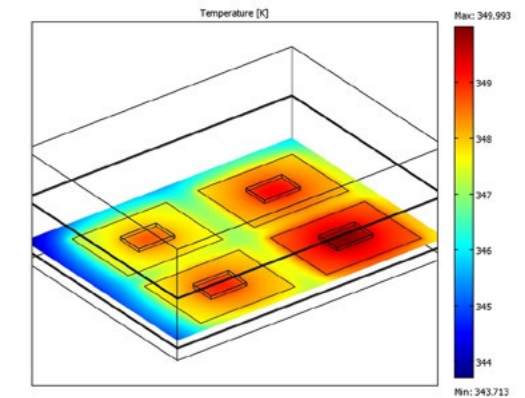
Москва

Заказчик:
НПК «Технологический центр»



Ученые Института радиотехники и электроники имени В. А. Котельникова РАН предлагают решить эту проблему, разработав совместно с НПК «Технологический центр» трехмерную теплоэлектрическую модель электронных модулей и микросборок. Это откроет новые возможности для недорогого, неразрушающего и быстрого контроля качества сборки электронных модулей и микросборок на основе результатов измерения их температурных полей, а также переходных тепловых характеристик активных элементов. Такой мониторинг особенно важен для готовых и размещенных в закрытом корпусе изделий.

модулей и микросборок по сигналам дополнительных температурных датчиков, заложенных в изделие на этапе проектирования, а также



Результат моделирования температурного поля половины МС в среде Comsol. Источник: Вячеслав Сергеев

ВСТРОЕННЫЕ ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАЩИТЯТ ИЗДЕЛИЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ ОТ АНОМАЛЬНОГО ПЕРЕГРЕВА

Ученые и инженеры Института радиотехники и электроники имени В. А. Котельникова РАН совместно с НПК «Технологический центр» создадут аппаратно-программный комплекс для измерения температурных полей электронных модулей и микросборок, а также тепловых характеристик их активных элементов в процессе работы. Это поможет заметно сократить количество дефектов в изделиях микроэлектроники и избежать их аномального перегрева.

Изделия микроэлектроники — микропроцессоры, микроконтроллеры, электронные модули, микросборки — сегодня становятся все более миниатюрными. Это достигается благодаря уменьшению размеров активных элементов (транзисторов) и, как следствие, их более плотной «упаковки». При этом обостряется проблема перегрева: с увеличением плотности

монтажа возрастает количество тепла, которое необходимо отвести от активных элементов для обеспечения их нормальной работы. Однако это не всегда удается сделать продуктивно. Дефекты монтажа активных элементов в изделии усугубляют этот эффект, и надежность микроэлектронных изделий резко снижается.

>> ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ОТКРОЕТ НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ НЕДОРОГОГО, НЕРАЗРУШАЮЩЕГО И БЫСТРОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СБОРКИ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ И МИКРОСБОРОК

В рамках проекта ученые и инженеры разрабатывают и апробируют методы и устройства определения температурных полей электронных

путем измерения температурочувствительных электрических параметров активных элементов с последующим анализом расхождений измеренных значений температуры с референсной тепловой моделью изделия. Такой анализ даст возможность выявить не только перегрев дефектных активных элементов, но и макродефекты монтажа кристаллов, механических и электрических соединений.

В результате проекта будут созданы и протестированы способы, алгоритмы и методики контроля качества сборки электронных модулей и микросборок по температурным полям и переходным тепловым характеристикам. На их основе исследователи напишут компьютерные программы, что позволит сократить количество дефектов в изделиях микроэлектроники, которые выпускают предприятия электронной и радиоэлектронной промышленности, и сделать аппаратуру более надежной.



Устройство измерения тепловых характеристик активных элементов ЭМ и МС. Источник: Вячеслав Сергеев



Карточка прикладного проекта



Карточка фундаментального проекта

Руководитель
проекта



ЭДУАРД

ИЛЬИЧЕВ

доктор физико-
математических наук

Московский институт электронной
техники

Москва

Заказчик: АО «Завод Протон»



Участники проекта.
Источник: Эдуард Ильичев

СОЛНЕЧНО-СЛЕПЫЕ ПРИЕМНИКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОМОГУТ СЛЕДИТЬ ЗА РАДИАЦИОННЫМИ ЗАГРЯЗНЕНИЯМИ И КОНТРОЛИРОВАТЬ ПОИСКИ НЕФТИ

Исследователи Московского института электронной техники (МИЭТ) вместе с АО «Завод Протон» разрабатывают технологию создания сенсорно-преобразовательных пленок и фотокатодов на их основе, которые будут использованы в приемниках изображений, чувствительных к излучению в солнечно-слепом УФ-диапазоне (180–280 нм). Это позволит удаленно и бесконтактно следить за состоянием линий электропередачи, находить источники радиационного загрязнения и многое другое.

Исследователи МИЭТа выбрали приемники архитектуры электронно-оптических преобразователей (ЭОП), что обусловлено значимыми величинами соотношения сигнал/шум, а также их устойчивостью к воздействиям высоких температур, радиации и химических загрязнителей.

В прошлом научная группа уже добивалась успеха — ранее исследователи разработали и изготовили фотокатод на основе поликристаллической алмазной пленки, легированной бором. Используя этот фотокатод, они смогли впервые в мире создать экспериментальные образцы приемников изображений,



Карточка прикладного
проекта

Рис. 1. Внизу справа
РЭМ-изображение
скола сенсорно-
преобразовательного
легированного бором
и насыщенного NV-центрами
алмазного слоя, выращенного
на кремниевой подложке.

Рис. 2. Умножитель потока
электронов на основе
алмазных пленок.

Источник: Эдуард Ильичев

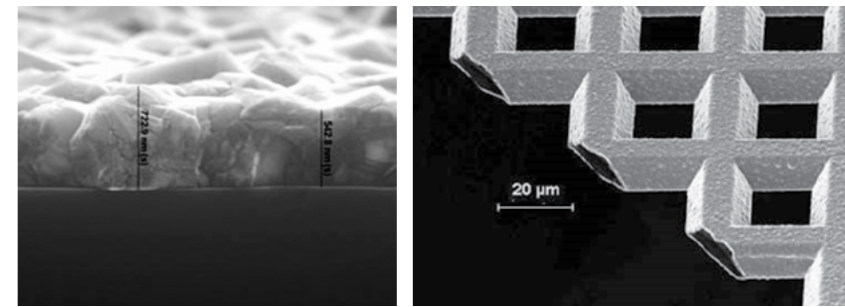


Рис. 1

Рис. 2

Одно из прямых
доказательств «слепоты»
макета приемника УФ ЭОП
к оптическому излучению
видимого диапазона.
Источник: Эдуард Ильичев



чувствительные в солнечно-слепом
ультрафиолетовом диапазоне 180–
280 нм. Теперь же участники про-
екта планируют насытить алмаз-

За два года работы ученые планируют создать экспериментальные образцы двухспектральных фотокатодов, а также на макетах приемников изображений изучить и оптимизировать их конструкцию и технологию изготовления. Такие приемники будут востребованы для решения широкого круга задач. Они помогут проводить раннюю бесконтактную диагностику технических неисправностей в высоковольтных линиях электропередачи, отслеживать состояние территорий, загрязненных радиоактивными веществами, в онлайн-режиме контролировать процесс поискового бурения нефти. Кроме того, приемники можно будет использовать в качестве сенсорно-преобразовательных и усилительных элементов ультрафиолетовых микроскопов. Это позволит, например, в квазиоптическом режиме исследовать динамику поведения коронавирусов и патогенов.

**>> РАЗРАБОТКА ПОЗВОЛИТ ПОЛУЧИТЬ
ОДНОКАНАЛЬНЫЕ ДВУХСПЕКТРАЛЬНЫЕ
ПРИЕМНИКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ, КОТОРЫЕ БУДУТ
ЧУВСТВИТЕЛЬНЫ СРАЗУ В ДВУХ СПЕКТРАЛЬНЫХ
ДИАПАЗОНАХ — 180–280 НМ И 410–640 НМ**



Макет УФ-монокуляра
АО «Завод Протон».
Источник: Эдуард Ильичев

ную пленку люминесцирующими NV-центрами (азото-замещенными вакансиями) и сформировать ее на тыльной стороне кварцевого входного окна электронно-оптического преобразователя. Это позволит получить одноканальные двухспектральные приемники изображений, которые будут чувствительны сразу в двух спектральных диапазонах — 180–280 и 410–640 нм. Такие устройства смогут не только регистрировать и распознавать объекты, излучающие в солнечно-слепом ультрафиолетовом диапазоне, но и координатно привязывать их изображения к изображению окружающей местности.

Руководитель
проекта



ЛЕОНИД

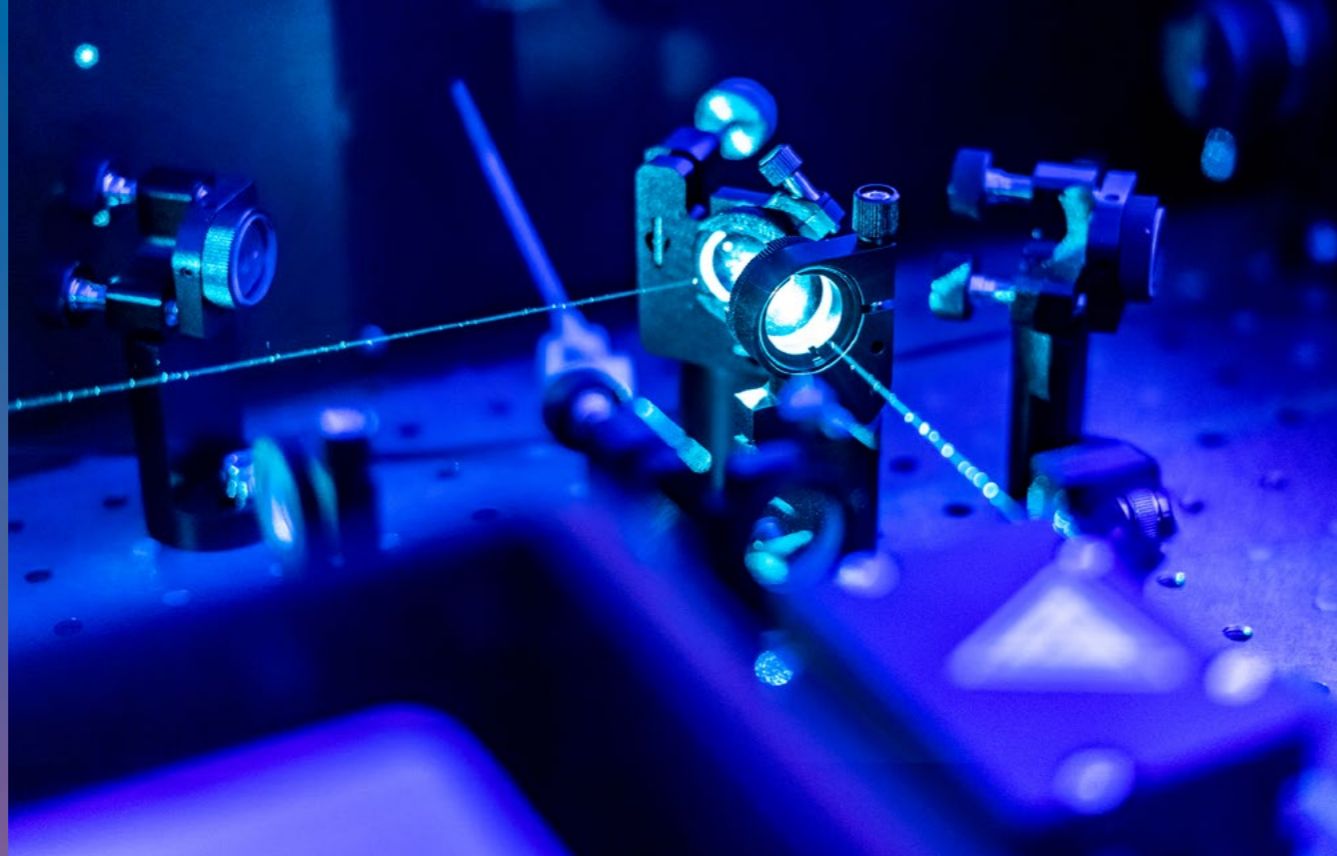
МОЧАЛОВ

доктор технических наук

Нижегородский государственный
университет имени Н. И. Лобачевского

Нижний Новгород

Заказчик: ООО «Лассард»



ВЫСОКОЧИСТЫЙ АРСЕНИД ГАЛЛИЯ ПОЗВОЛИТ СОЗДАТЬ ПОЛНОСТЬЮ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И УНИКАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Химики Лаборатории технологии высокочистых материалов Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского на базе предприятий ООО «Лассард» (входит в группу компаний «Вартон») разработают технологию производства высокочистого поликристаллического арсенида галлия. Это упростит создание отечественных устройств беспроводной связи, лазеров, светодиодов и быстродействующих процессоров для компьютеров.

Арсенид галлия (GaAs) — это полупроводниковый материал, который используется в различных областях электроники благодаря своим уникальным свойствам. Сегодня потребность внутреннего рынка в высокочистом поликристаллическом арсениде галлия составляет примерно 500 килограммов в год, однако в России

он не производится. При этом в нашей стране есть уникальная научная школа химии высокочистых веществ, а также не имеющие аналогов в мире собственные разработки, которые позволят отечественному арсениду галлия успешно конкурировать с лучшими зарубежными аналогами.

Ученые Лаборатории технологии высокочистых материалов ННГУ им. Н. И. Лобачевского совместно с компанией ООО «Лассард» разрабатывают технологию производства поликристаллического арсенида галлия чистотой не менее 7N (то есть > 99,99999 %). У исследовательской группы имеется научный задел — в прошлом уже были разработаны технологии глубокой очистки исходных элементов плазмохимическим методом, а также получены пленки бета-оксида галлия для устройств микроэлектроники.

В проекте будут использованы собственные технологические решения для повышения чистоты исходных коммерчески доступных элементов (As и Ga) до приемлемого для синтеза арсенида галлия уровня чистоты. Кроме того, впервые загрузка исходных высокочистых элементов в реактор и сам процесс синтеза будут проводиться вакуумными методами для обеспечения чистоты конечного продукта на уровне не хуже чистоты исходных веществ.

На первом этапе исследователи получают 10 килограммов высокочистого поликристаллического арсенида галлия, по своим примесным

и электрофизическим параметрам не уступающего лучшим зарубежным аналогам. В качестве контрольного продукта выбран поликристаллический GaAs фирмы SMK, s.r.o. Slovakia, поставившийся на российский рынок до введения санкций. Кроме того, на предприятиях ООО «Лассард» (г. Обнинск) и АО «Гиредмет» (г. Москва) будут выращены монокристаллы GaAs — базовые компоненты СВЧ-электроники и лазерной техники.

На втором этапе выполнения проекта химики создадут коммерческую установку производительностью 50 килограммов в год. И, наконец, итогом станет организация полноценной технологической линии мощностью 500 кг/год для удовлетворения внутреннего спроса на высокочистый поликристаллический арсенид галлия.

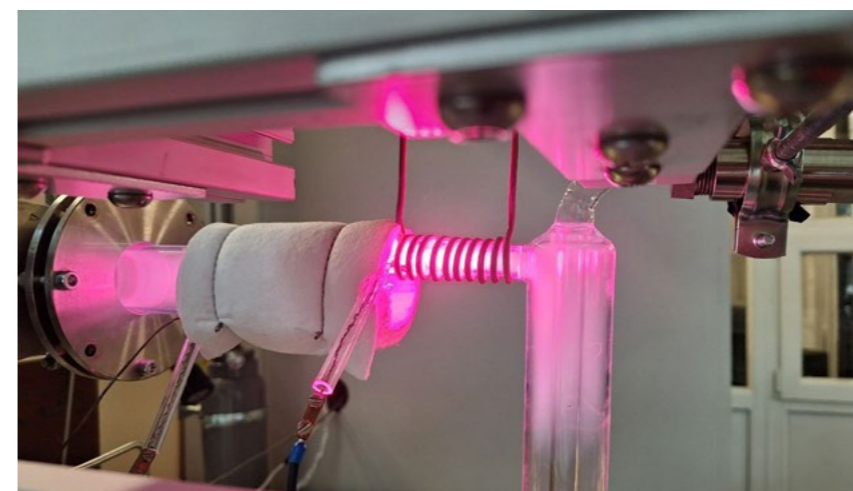
Благодаря проекту в России станет возможно получать собственные высокочистые исходные вещества, которые широко используются в микро- и оптоэлектронике — например, в транзисторах для беспроводной связи, радарах, спутниковых приемниках и передатчиках.



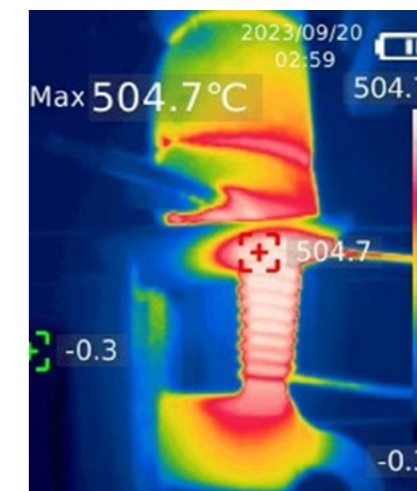
Карточка прикладного
проекта



Карточка фундаментального
проекта



Плазмохимическая очистка мышьяка.
Источник: Леонид Мочалов



Температурный профиль
плазмохимической установки.
Источник: Леонид Мочалов

Руководитель
проекта



АНДРЕЙ

ВОРОТЫНЦЕВ

кандидат технических наук

ООО «Силтрон»

Москва

Заказчик: АО «Эпиэл»



УЧЕНЫЕ ЗАПУСТЯТ ПРОИЗВОДСТВО ОСОБО ЧИСТОГО ХЛОРОВОДОРОДА ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ МОЩНОСТЬЮ 10 ТОНН В ГОД

Команда исследователей ООО «Силтрон» совместно с АО «Эпиэл» запустит первое в России производство, которое позволит получать до 10 тонн особо чистого хлороводорода в год и заместить особо чистые газы, импортируемые из Франции и Германии. Хлористый водород играет критическую роль в микроэлектронике: он необходим для производства микросхем и полупроводников.

Хлористый водород широко используют в промышленности, поскольку он помогает обеспечить чистоту и точность в производстве. Он хорошо удаляет загрязнения, которые могут приводить к образованию дефектов на кремниевых пластинах, а также применяется в процессах сухого и мокрого травления для создания мелких структур в транзисторах.

Но получить хлористый водород высокой степени чистоты (99,999 %) достаточно сложно. Это вещество легко вступает в нежелательные реакции: один из наиболее популярных загрязнителей — это атомы кислорода из влаги (H_2O). При извлечении хлороводорода из баллона, в котором он хранится, эта влага конденсируется на стенках резервуара.

Из-за этого концентрация примесей в газе во время его использования оказывается переменной. Если же баллон высушивать, то вся влага выбрасывается на технологические линии, приводя к коррозии оборудования. Поэтому исследователи ООО «Силтрон» будут дополнительно очищать хлористый водород адсорбентами цеолитов с нанесенными хлоридами металлов. Это позволит добиться соотношения влаги в газе на уровне 100 частей на миллиард.

Другой источник примесей в хлороводороде — металлы, атмосферные вещества и частицы в воздухе, с которыми газ вступает в реакцию, как только выходит из баллона.

Специалисты ООО «Силтрон» предлагают решить эту проблему, поставив баллоны высокочистого хлористого водорода в комплекте с фильтрами тонкой очистки от механических примесей и адсорбционными фильтрами, которые помогут сохранить качество газа во время использования всего баллона.

В результате проекта будет описана технология получения особо чистого хлористого водорода, отработаны и оптимизированы методы, а также получены экспериментальные образцы. Команда уже добилась успеха в рамках альфа/бета-версии, что позволило продолжить выпуск микросхем в России. Кроме того, группа в прошлом успешно завершила фундаментальные проекты по управляемому синтезу летучих гидридов и теперь планирует выйти на мощность производства не менее двух тонн в год.

Производство, которое будет создано на базе компании АО «Эпиэл», позволит отказаться от зарубежных особо чистых газов и сделает отрасль микроэлектроники в России более независимой.

>> В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОЕКТА БУДЕТ ОПИСАНА ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОСОБО ЧИСТОГО ХЛОРИСТОГО ВОДОРОДА, А ТАКЖЕ ПОЛУЧЕНЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОБРАЗЦЫ. КОМАНДА УЖЕ ДОБИЛАСЬ УСПЕХА В РАМКАХ АЛЬФА/ БЕТА-ВЕРСИИ, ЧТО ПОЗВОЛИЛО ПРОДОЛЖИТЬ ВЫПУСК МИКРОСХЕМ В РОССИИ



Карточка прикладного
проекта



Карточки фундаментальных
проектов

Руководитель
проекта



СЕРГЕЙ

КОРОТКОВ

доктор технических наук

Физико-технический институт
имени А. Ф. Иоффе РАН

Санкт-Петербург

Заказчик: ПАО «Электровыпрямитель»



Полупроводниковый
коммутатор.
Источник:
Сергей Коротков

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ В НЕСКОЛЬКО РАЗ ПРЕВЗОЙДУТ ЗАРУБЕЖНЫЕ АНАЛОГИ



Карточка прикладного
проекта

Ученые ФТИ имени А. Ф. Иоффе РАН усовершенствуют высоковольтные полупроводниковые приборы с наносекундным временем переключения для ПАО «Электровыпрямитель». В дальнейшем оборудование найдет применение в лазерной и ускорительной технике, очистке воздуха и воды, медицине.

Высоковольтные полупроводниковые приборы с наносекундным временем переключения — это электронные компоненты, способные работать при высоких напряжениях и переключаться между состояниями включения и выключения за чрезвычайно короткие промежутки времени, измеряемые в наносекундах (миллиардных долей секунды).

Ранее ученые ФТИ создали базовые полупроводниковые приборы с наносекундным временем переключения, и сегодня в рамках проекта они модифицируют

конструкции и технологии производства, чтобы повысить коммутационные характеристики и уменьшить их разброс.

Принцип действия базовых приборов позволяет при уровне напряжения несколько тысяч вольт коммутировать наносекундные импульсы тока с плотностью несколько тысяч ампер на 1 см² рабочей площади, что в несколько раз превышает возможности зарубежных аналогов.

Базовые приборы надежно работают при последовательном соединении и позволяют разрабатывать

полупроводниковые коммутаторы на напряжение десятки и сотни киловольт, способные в наносекундном диапазоне коммутировать килоамперные импульсы тока.

Благодаря характеристикам этих электронных компонентов уменьшаются потери энергии при переключении, а также снижаются затраты на модернизацию производства, ведь приборы могут выпускаться на уже существующем оборудовании с минимальными изменениями технологических процессов.

ФАКТЫ О ФОНДЕ

Поддержка прикладных исследований

1 Президентом Российской Федерации в 2022 году принято решение о расширении мер поддержки прикладных (ориентированных) научных исследований, опытно-конструкторских и технологических работ, опытно-конструкторских разработок.

2 В соответствии с Федеральным законом от 19 декабря 2022 года № 531-ФЗ Фонд наделен новым направлением деятельности по финансовой и организационной поддержке опытно-конструкторских и технологических работ и разработок для реализации стратегических инициатив Президента РФ в научно-технологической сфере, которые имеют ключевое значение для безопасности страны и ее социально-экономического развития.

3 В 2023 году на конкурс по отбору технологических предложений по направлению «Микроэлектроника»

из 22 субъектов РФ поступило

181 технологическое предложение от

122 организаций — лидеров отрасли микроэлектроники,

116 из которых — предприятия реального сектора.

4 На текущий момент Фонд организовал 17 конкурсов по направлению «Микроэлектроника», по итогам которых поддержано 83 проекта. Общий объем грантовой поддержки из средств субсидии Минпромторга в 2024 году составил 2,126 млрд рублей. Предполагаемый срок выполнения проектов: 2–3 года.

5 3 марта 2023 года в целях реализации стратегического направления «Микроэлектроника» Фондом объявлен первый конкурсный отбор технологических предложений в отношении технологий, материалов, технологического оборудования и систем проектирования для создания электронной компонентной базы.

6 К этой дате в РНФ сформирован Научно-технологический совет (24 члена НТР возглавил Александр Клименко, доктор технических наук, академик РАН), а также разработаны основные нормативные документы, новый классификатор по направлению «Микроэлектроника».

7 В рамках первого отбора поддержано 56 технологических предложений от 36 организаций.

8 Технологическое предложение — запрос на проведение проектов с целью получения научно-технической продукции и обеспечение создания технологий, направленных на развитие производства ЭКБ и их дальнейшее внедрение.

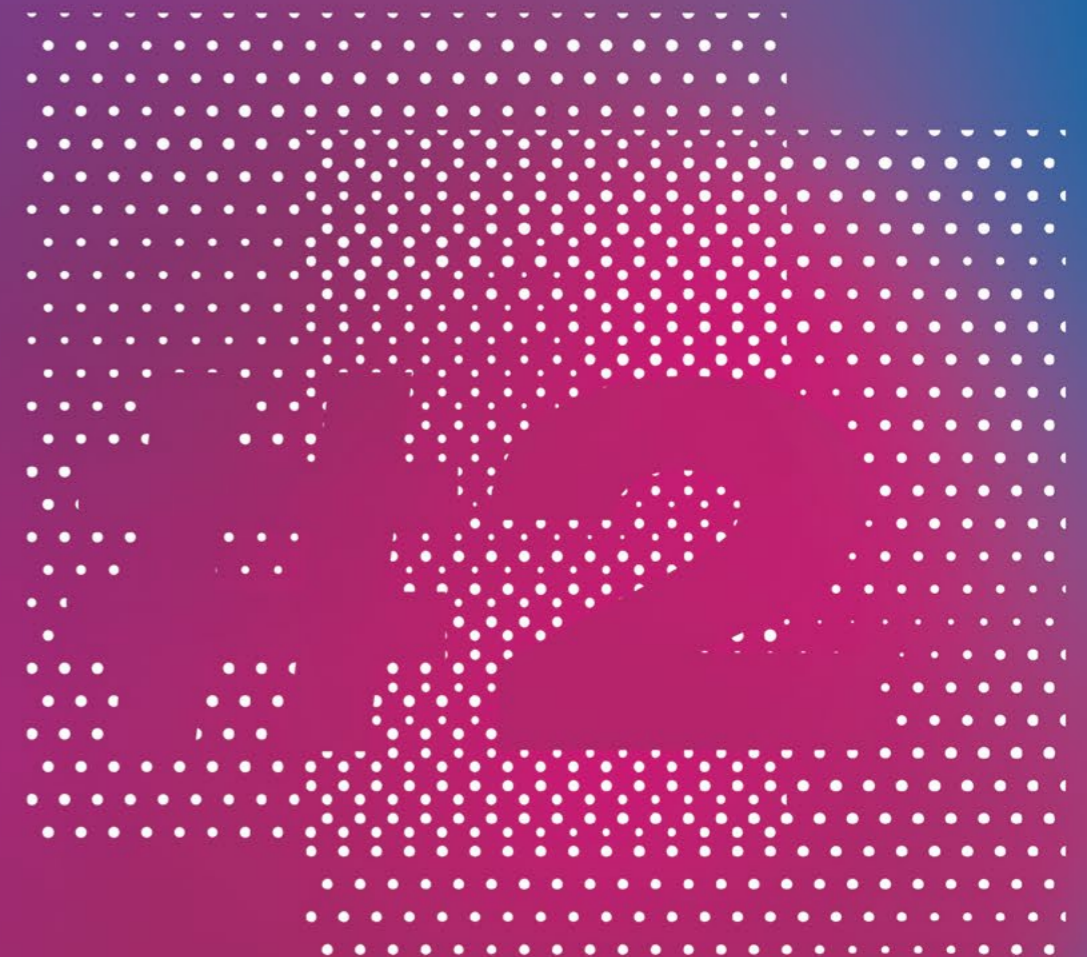
9 1 августа 2024 года РНФ объявил о втором конкурсе по отбору технологических предложений по направлению «Поддержка проектов по развитию перспективных и приоритетных наукоемких технологий в целях решения задач, связанных с большими вызовами для общества, государства и науки» стратегической инициативы «Микроэлектроника».

10 В конкурсе в качестве заказчика на проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ могут принять участие все заинтересованные российские организации, действующие в реальном секторе экономики. Прием заявок завершится 11 октября 2024 года.

... // **СОБЫТІЯ**

НОВОСТИ ИЗ ЖИЗНИ ФОНДА

2024 ГОД
//
ИЮЛЬ-АВГУСТ-СЕНТЯБРЬ
/
РАЗДЕЛ #2
СОБЫТІЯ > НОВОСТИ РНФ





июль

ОБЪЯВЛЕНЫ ПОБЕДИТЕЛИ «МОЛОДЕЖНЫХ КОНКУРСОВ» 2024 ГОДА В РАМКАХ ПРЕЗИДЕНТСКОЙ ПРОГРАММЫ РФ

По результатам экспертизы РФ поддержал 382 инициативных проекта молодых ученых и 259 проектов молодежных научных групп. Объем финансирования поддержанных проектов составит более 5,5 млрд рублей.



Традиционно в июле Фонд подводит результаты «молодежных конкурсов» в рамках Президентской программы. Как и в предыдущие годы, сохраняется высокий уровень интереса молодых ученых к этим мероприятиям — суммарно на конкурсы 2024 года поступило три тысячи заявок. Все они были оценены экспертами Фонда. В среднем каждая четвертая-пятая заявка была рекомендована экспертным советом для поддержки.



АНДРЕЙ БЛИНОВ
заместитель генерального директора РФ



июль

ФОНД УТВЕРДИЛ ИТОГИ ЛЕТНЕЙ ОТЧЕТНОЙ КАМПАНИИ «МОЛОДЕЖНЫХ КОНКУРСОВ» ПРЕЗИДЕНТСКОЙ ПРОГРАММЫ РФ



Грантополучатели молодежных мероприятий Президентской программы представили в Фонд итоговые и промежуточные отчеты о реализации проектов 2021–2024 годов в рамках 7 конкурсов РФ и целевом использовании средств грантов. Отчетные материалы в установленном порядке были рассмотрены экспертами и экспертным советом Фонда.

919

завершенных проектов признаны экспертным советом РФ успешно выполненными

8

проектов признаны неудовлетворительными

1159

проектов получили дальнейшее финансирование на сумму более 4,9 млрд рублей на ближайший год

июль

ПРЕДСТАВИТЕЛИ ФОНДА ВЫСТУПИЛИ НА XII ВСЕРОССИЙСКОМ СЪЕЗДЕ СОВЕТОВ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ ОБЩЕСТВ ВО ВЛАДИВОСТОКЕ

Андрей Блинов, заместитель генерального директора РФ, и Мария Михалева, заместитель начальника управления программ и проектов — начальник отдела по связям с общественностью РФ, приняли участие в деловой программе XII Всероссийского съезда советов молодых ученых и студенческих научных обществ. Мероприятие прошло на базе Дальневосточного федерального университета и объединило более тысячи ученых из разных регионов России, а также участников из Китая, Алжира, Бангладеш, Нигерии, Белоруссии, Таджикистана, Узбекистана и Киргизии.



Источник: пресс-служба ДВФУ

Деловая программа Съезда была посвящена стратегии научно-технологического развития России, государственной поддержке, научной политике, молодежным сообществам и инициативам Десятилетия науки и технологий.

Особое место в программе Съезда заняли мероприятия Российского научного фонда. В рамках Школы РНФ в этом году состоялось пять встреч, на которых участники познакомились с линейкой грантов

Фонда, процедурами подачи заявки и механизмом научной экспертизы проектов.

Также участники Школы РНФ узнали, каким образом эффективно вести научную коммуникацию для популяризации результатов исследований. Традиционно на открытом микрофоне участники Съезда могли задать любой вопрос заместителю генерального директора РНФ Андрею Блинову.



**АНДРЕЙ
БЛИНОВ**

заместитель генерального директора РНФ



“ Нам важны живые разъяснения позиции Фонда, мы всегда открыты для диалога, в ходе которого рождаются, а затем реализуются новые идеи по улучшению механизмов экспертизы конкурсов. И это происходит на всех площадках. Особенно ценен диалог с молодежью. Молодые люди активно включаются в повестку, задают вопросы, дают обратную связь, высказывают свои мысли, поэтому все наши встречи продуктивны. Именно живой диалог позволяет быть ближе к ученым, для которых мы и работаем.

Фонд также инициировал проведение сессии, посвященной инструментам поддержки молодых ученых, с участием заместителя министра науки и высшего образования Дениса Секиринского, а также представителей различных вузов и фондов, в том числе региональных.

Школу РНФ завершил мастер-класс по научной коммуникации. Вместе с молодыми учеными представители Фонда обсудили процессы и механизмы продвижения научных идей внутри научного сообщества и за его пределами.



Мы уделяем особое внимание различным форматам популяризации и в свете принятия новой Стратегии развития Фонда до 2030 года будем еще активнее развивать это направление в ближайшее время. Рады были традиционно большому количеству участников, их вовлеченности в мастер-класс. Надеемся, что эта сессия конвертируется в новые научные новости об открытиях и разработках, а также станет мотивацией для участия в программах Фонда.



**МАРИЯ
МИХАЛЕВА**

заместитель начальника управления программ и проектов – начальник отдела по связям с общественностью РНФ

Источник: пресс-служба ДВФУ



Вулканологи производят замеры у фумаролы на вершине Авачинского вулкана – ближайшего активного вулкана к Петропавловску-Камчатскому



июль

ЭКСПЕРТЫ РНФ ПОДВЕЛИ ИТОГИ ВСЕРОССИЙСКОГО КОНКУРСА НАУЧНОГО ФОТО «СНИМАЙ НАУКУ!»

Федеральный телеканал «Наука» при поддержке РНФ провел всероссийский научно-популярный конкурс фото- и видеоработ «Снимай науку!».

На восьмой сезон конкурса поступило более 1600 фотографий,

демонстрирующих красоту науки. Жюри, в состав которого вошли эксперты и члены экспертного совета РНФ, получившие общественное признание, определило 24 лучших фотоработы.



Российский научный фонд уделяет большое внимание популяризации достижений ученых. И фотоконкурс «Снимай науку!» — пример яркого успешного формата, который показывает, что наука и искусство могут идти рука об руку, открывая новые грани окружающего мира. Приятно было не только увидеть уникальные и по-настоящему захватывающие работы участников конкурса со всей России, но и стать частью масштабной выставки, которая откроется по его итогам. Надеемся, что вместе нам удастся показать людям красоту и разнообразие научных исследований.



АНДРЕЙ БЛИНОВ

заместитель генерального директора РНФ



Скала Шаманка. Водоросли, находящиеся на дне Байкала, выделяют газы, которые застывают красивыми узорами на поверхности льда



Ископаемая спора Diatomozonotriletes от таинственного папоротниковидного растения (346 млн лет, каменноугольный период)



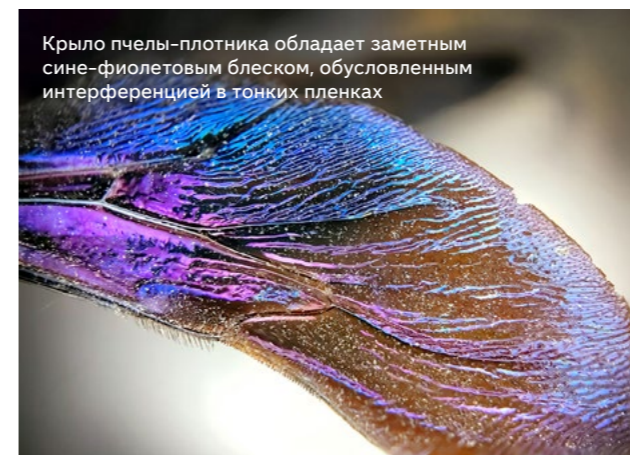
Магнитные полюса кольца для магнитной муфты, которые видны только в электронном микроскопе



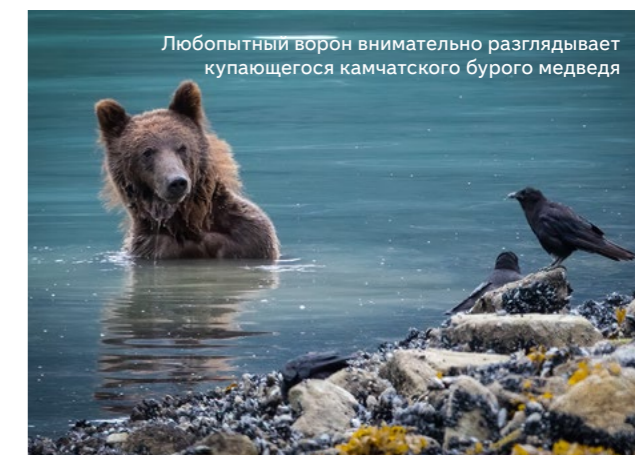
Древняя неустойчивость Кельвина–Гельмгольца (39 млн лет)



Поперечные сколы сферолитов филипсбергита, демонстрирующие их зональность



Крыло пчелы-плотника обладает заметным сине-фиолетовым блеском, обусловленным интерференцией в тонких пленках



Любопытный ворон внимательно разглядывает купающегося камчатского бурого медведя

Работы призеров конкурса «Снимай науку!»



Увидеть все работы победителей конкурса «Снимай науку!»

ПОБЕДИТЕЛИ ПОЛУЧАТ ДЕНЕЖНОЕ ВОЗНАГРАЖДЕНИЕ, А ЛУЧШИЕ РАБОТЫ, В ЧИСЛЕ КОТОРЫХ КАДРЫ ГРАНТОПОЛУЧАТЕЛЕЙ РНФ, ВОЙДУТ В МАСШТАБНУЮ ИНТЕРАКТИВНУЮ ФОТОВЫСТАВКУ. ПОСЕТИТЬ ЕЕ СМОГУТ ВСЕ ЖЕЛАЮЩИЕ В РАЗНЫХ ГОРОДАХ РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ



Выходы меловых пород, обточенные водой и ветром за миллионы лет, с высоты напоминают лист папоротника. Работа участника конкурса «Снимай науку!»

Источник: оргкомитет международного форума «Технопром-2024»

август

РНФ ПРИНЯЛ УЧАСТИЕ В ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ФОРУМА «ТЕХНОПРОМ-2024» И ОТКРЫТИИ ВЫСТАВКИ «СНИМАЙ НАУКУ!» В НОВОСИБИРСКЕ

Представители Фонда приняли участие в работе XI Международного форума технологического развития «Технопром-2024», объединившего членов научного сообщества и промышленного сектора из разных регионов России и ближнего зарубежья.

Также 26 августа на кинофестивале «Кремний», который проходит в рамках форума «Технопром-2024», открылась выставка «Снимай науку!». Участники фестиваля в Новосибирске первыми увидели уникальные кадры, показывающие красоту науки.

Фундаментальным партнером конкурса «Снимай науку!» в этом сезоне стал Российский научный фонд: эксперты Фонда оценивали заявки на фотоконкурс, а снимки необычных объектов исследований грантополучателей РНФ дополнили выставку работ-победителей. У выставки необычный формат. Она представлена в виде арт-объекта, состоящего из больших кубов с инсталляцией ярких масштабных снимков. Выставка продлится до конца сентября 2024 года.



Источник: телеканал «Наука»



август

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНКУРС РНФ С ИНДИЙСКИМИ ПАРТНЕРАМИ

Объявлен прием заявок на совместный конкурс РНФ и Департамента науки и технологий Министерства науки и технологий Республики Индия (DST) по поддержке международных научных коллективов.

Заявки принимаются до 31 октября 2024 года через систему ИАС РНФ. Размер одного гранта со стороны РНФ на осуществление научных исследований в 2025–2027 годах составит от 4 до 7 миллионов рублей ежегодно.



август

РНФ ПРИГЛАШАЕТ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В ОТБОРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ

Российский научный фонд приглашает организации, действующие в реальном секторе экономики, принять участие в отборе технологических предложений для проведения конкурсов научных и научно-технических проектов с целью формирования актуальной повестки по приоритетным направлениям научно-технологического

развития России. Прием заявок завершится 11 октября 2024 года.

Результатом отбора станет перечень технологических предложений, которые будут использованы Фондом для проведения дальнейшего конкурсного отбора научных и научно-технических проектов.



Отбор проводится по следующим важнейшим наукоемким технологиям:

1

Технологии микроэлектроники и фотоники для систем хранения, обработки, передачи и защиты информации.

2

Технологии защищенных квантовых систем передачи данных.

3

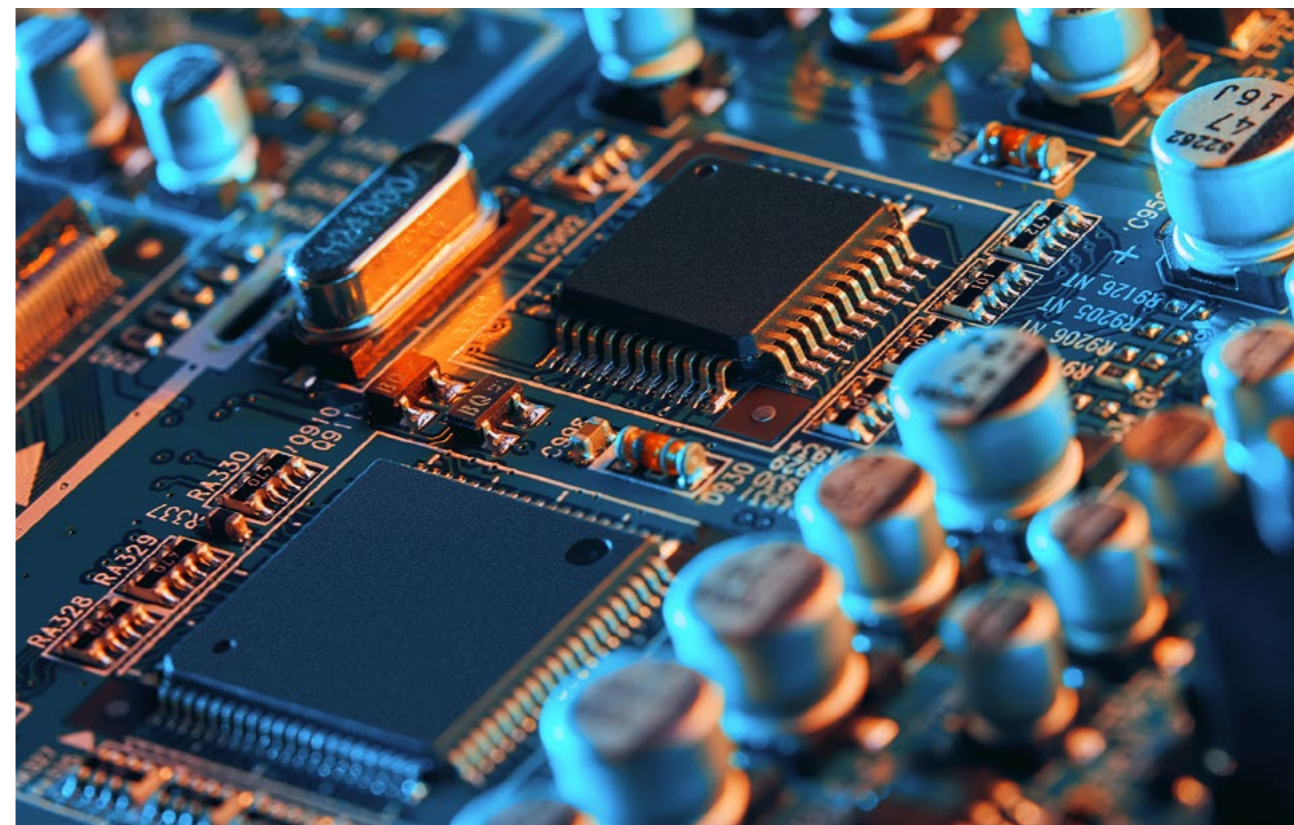
Технологии создания новых материалов с заданными свойствами и эксплуатационными характеристиками.

4

Технологии производства малотоннажной химической продукции, включая особо чистые вещества, для фармацевтики, энергетики и микроэлектроники.

5

Технологии создания отечественных средств производства и научного приборостроения.



август

КОНКУРС ГРАНТОВ РНФ НА ПРОВЕДЕНИЕ ОРИЕНТИРОВАННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «МИКРОЭЛЕКТРОНИКА»

Российский научный фонд объявляет конкурс на получение грантов по выполнению ориентированных научных исследований по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации — по направлению «Микроэлектроника».

Целью конкурса является оказание организационной и финансовой поддержки в проведении ориентированных научных исследований, направленных на разработку перспективных технологий и решение актуальных задач, связанных с большими вызовами для общества, государства и науки.

Конкурс проводится по трем лотам в рамках реализации технологических предложений, отобранных по результатам конкурса. Прием заявок завершится 25 сентября 2024 года.

Подробная информация о конкурсах, требованиях к заявкам, технологическим предложениям и процедуре подачи заявок представлена в разделе «Конкурсы» на официальном сайте Фонда.



... // **ИНТЕРВЬЮ**

ВЕДУЩИЕ РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ
О СВОЕЙ РАБОТЕ И БУДУЩЕМ НАУКИ

//
В разделе интервью академик РАН, доктор технических наук, председатель НТС Александр Клименко рассказал о конкурсах Фонда по поддержке опытно-конструкторских и технологических работ, а кандидат физико-математических наук и руководитель прикладного проекта по гранту РФФИ Аскар Резванов — о разработке инновационной памяти в России и своем научном пути.

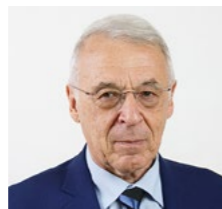
2024 ГОД
//
ИЮЛЬ-АВГУСТ-СЕНТЯБРЬ
/
РАЗДЕЛ #3
ИНТЕРВЬЮ





ФОНД ПРОТЯГИВАЕТ НИТОЧКИ ОТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ К ПРИКЛАДНОЙ, ЧТОБЫ СДЕЛАТЬ ВЕЩИ, КОТОРЫХ ПОКА НЕТ В НАШЕЙ СТРАНЕ

академик РАН, доктор технических наук, председатель Научно-технологического совета РФ



АЛЕКСАНДР

КЛИМЕНКО

По инициативе Президента России Фонд организовал и с 2023 года реализует конкурсы по поддержке опытно-конструкторских и технологических работ, опытно-конструкторских разработок. Эти меры нацелены на поддержку наиболее значимых направлений научно-технологического прогресса, имеющих ключевое значение для безопасности страны и ее социально-экономического развития. Как устроены эти конкурсы, почему они востребованы и как проводится мониторинг проектов? Об этом рассказал председатель Научно-технологического совета РФ Александр Клименко.



// В 2022 году Фонд был наделен полномочиями по поддержке опытно-конструкторских и технологических работ. Что потребовалось менять в отлаженной системе экспертизы РФ? На кого направлены эти конкурсы и какие цели преследуют?

Сейчас, спустя два года, можно говорить об этих изменениях в жизни Фонда не как о расширении полномочий, а фактически как о действительно новом, сильно отличающемся по своему содержанию направлению работы, которое потребовало построения соответствующей системы экспертизы заявок и мониторинга выполняемых проектов.

Создана нормативная база проведения конкурсов, подготовлены порядок отбора и экспертизы опытно-конструкторских работ, критерии отбора проектов, положение о Научно-технологическом совете (НТС). Деятельность по новому направлению строится по стратегическим инициативам, утвержденным Президентом страны: микроэлектроника, медицина, сельское

хозяйство, генетические ресурсы, выбросы и поглощение климатически активных веществ, научное приборостроение. Несмотря на то что тематики определены и конкретны, они довольно широки. Уверен, что многие исследователи могут найти свою нишу и применить полученные ранее результаты, в том числе в рамках фундаментальных проектов по грантам РФ.

Особое внимание было уделено формированию состава Научно-технологического совета, который, как и экспертные советы РФ в области фундаментальных

исследований, занимает центральное место в заново построенной системе экспертизы, но по своим функциям оказывается значительно шире: НТС принимает участие в формировании тематики конкурсов, имеет право привлекать для экспертизы сторонние организации, проверять ход выполнения проектов непосредственно у исполнителей и так далее. В состав совета наряду с известными учеными включены представители реального сектора экономики, сотрудники производственных компаний.

Потребовалось сформировать новый пул экспертов, которые проводят первоначальную оценку поступивших заявок. В него вошли специалисты, не только хорошо разбирающиеся в предмете, но и понимающие особенности реального производства, требования к научно-исследовательским работам прикладного характера.

Таким образом, в сжатые сроки была проведена масштабная подготовительная работа, что позволило уже в начале прошлого года объявить первые конкурсы по прикладным исследованиям.

В СЖАТЫЕ СРОКИ БЫЛА ПРОВЕДЕНА МАСШТАБНАЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ РАБОТА, ЧТО ПОЗВОЛИЛО УЖЕ В НАЧАЛЕ ПРОШЛОГО ГОДА ОБЪЯВИТЬ ПЕРВЫЕ КОНКУРСЫ ПО ПРИКЛАДНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ



В лаборатории Научно-технологического университета «Сириус», где работают по прикладному гранту РНФ. Источник: пресс-служба университета «Сириус»

// Как устроены эти конкурсы: на каких принципах строятся, из каких этапов состоят и в какие сроки реализуются?

По новому направлению проводятся два вида конкурсов. Один — это отбор технологических предложений. Эти предложения формулируются промышленными предприятиями, заинтересованными в разработке новой техники, технологий, материалов.

>> БИЗНЕСУ СДЕЛАЛИ ИНТЕРЕСНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ — ПОЛУЧИТЬ НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ УСКОРЕННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ РАЗРАБОТКИ ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ СО СТОРОНЫ РНФ

Замечу, что ничего подобного в РНФ ранее не было. По результатам конкурса объявляются победители, их технологические предложения становятся основой

следующего конкурса — конкурса отбора исполнителей, то есть тех коллективов, которые готовы выполнить сформулированные технические задания. Этот конкурс уже ближе к тому, чем занимается Фонд с момента своего создания. Однако есть принципиальное различие: потенциальная организация-исполнитель не приходит на конкурс с собственной идеей, а предлагает свои услуги для того, чтобы наилучшим образом выполнить техническое задание, подготовленное организацией-заказчиком.

На данный момент мы успели охватить еще не все тематики: финансовые возможности позволили нам запустить конкурсы по микроэлектронике — наиболее

востребованной для страны теме — и конкурсы пилотных проектов по химии, медицине и сельскому хозяйству.

В прошлом году прошел первый конкурс по отбору технологических предложений в области микроэлектроники. Число поступивших заявок в разы превысило наши прогнозы. От 122 организаций была подана 181 заявка, содержащая 294 проекта. В результате конкурса было отобрано 56 предложений. Среди победителей — компании из разных городов России, в том числе лидеры рынка, такие как АО «Микрон», НПК «Технологический центр», АО «НИИМЭ», АО «ОКБ-Планета».

Кстати замечу, что в августе на сайте РНФ объявлено о новом конкурсе технологических предложений, итоги которого будут подведены в конце ноября.

После отбора технологических предложений состоялись конкурсы по выбору исполнителей

заказов — тех, кто готов выполнять задачу, проведя научные исследования и разработки. Прошло три таких конкурса. По их итогам заключены и выполняются 83 грантовых соглашения. Победили представители таких авторитетных организаций, как МГУ имени М. В. Ломоносова, МИЭТ, МИФИ, ФТИ имени А. Ф. Иоффе, ИФП имени А. В. Ржанова СО РАН и другие. Проекты реализуются в срок до трех лет.

// Какой вы видите мотивацию организаций-заказчиков и команд-исполнителей подавать заявки на конкурсы Фонда? Почему, на ваш взгляд, этот инструмент поддержки привлекателен для них?

Высокую активность заказчиков легко объяснить: бизнесу сделали интересное предложение — получить необходимые для ускоренного развития предприятия разработки при финансовой поддержке

со стороны РНФ. А кроме того, бизнес увидел: в свете текущей мировой обстановки, когда стало невозможным закупать иностранные продукты, необходимо ориентироваться на собственные силы.

Что касается исполнителей, то здесь с мотивацией все понятно. Победа в конкурсе позволяет получить средства для практической реализации имеющихся наработок. Высокие и очень конкретные требования привлекают тех, кто обладает сильной приборной базой, серьезным заделом по предложенной теме и соответствующими кадрами.

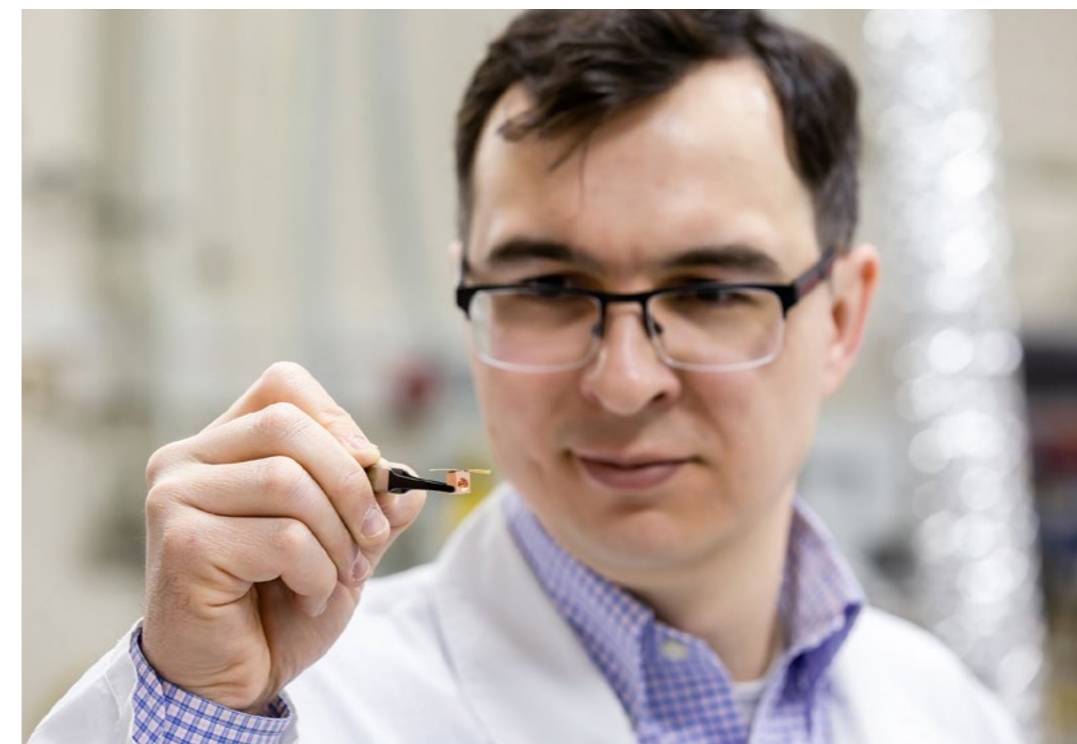
// Как устроен конкурс пилотных проектов?

В самом начале работы по прикладному направлению члены Попечительского совета РНФ, которые представляют крупные предприятия страны, предложили около десятка тем. НТС провел их экспертную оценку и рекомендовал к поддержке пять наиболее интересных проектов. Например,

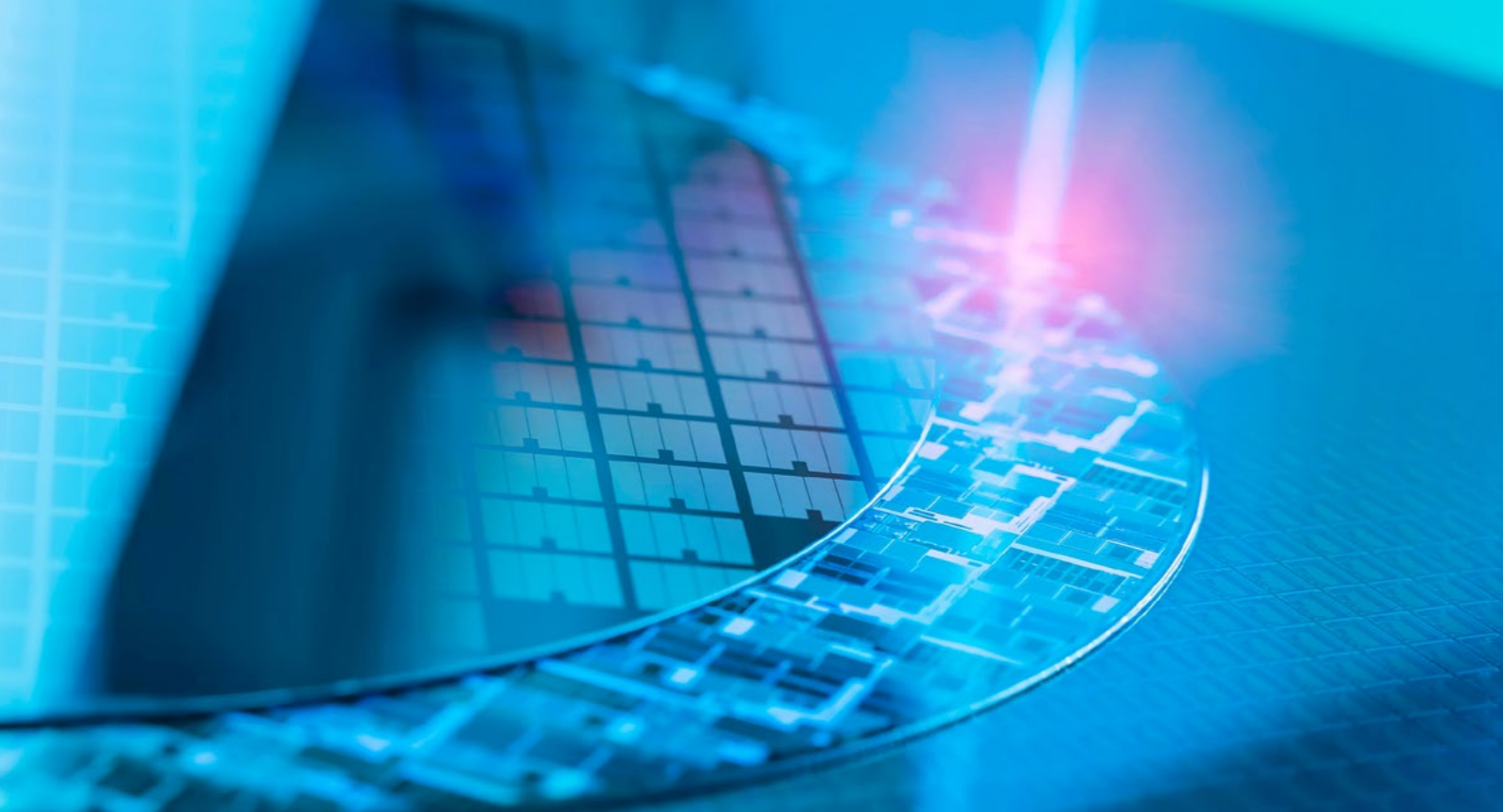
научный коллектив университета «Сириус» под руководством Романа Иванова и компания «КФР» (входит в группу компаний «Р-Фарм Холдинг») в ближайшие годы создадут отечественные субстанции препаратов для лечения редких заболеваний, а компания «Светлана-Рост» намерена к концу следующего года поставить потребителям импортозамещающие аналоги СВЧ-компонентов на арсениде и нитриде галлия, альтернативы которым сейчас нет в России. Помимо всего, наши пилотные проекты — это проба, попытка в реальных условиях действующего проекта отработать все детали отбора и сопровождения опытно-конструкторских и технологических работ.

// Каким образом в документации прописаны обязательства сторон?

Договор по каждому проекту подписывают четыре стороны: Фонд, организация-исполнитель, организация-заказчик и руководитель проекта. При этом у каждого участника



Грантополучатель РНФ Рустам Хабибуллин с терагерцовым квантово-каскадным лазером. Источник: пресс-служба ИСВЧПЭ РАН



Первый конкурс по отбору технологических предложений



есть свои права и свои обязательства. Так, исполнитель неукоснительно выполняет техническое задание, а заказчик обязан внедрить результат на производство.

быть в постоянном контакте, взаимодействовать друг с другом. Мы стремимся к этому, на данном этапе помогая управлять проектами в ручном режиме.

первых конкурсов был проведен ряд вебинаров с участием представителей Фонда, чтобы разъяснить механику конкурсов и ответить на вопросы сторон. Кроме того, мы принимаем промежуточные результаты, а также ежеквартально контролируем выполнение проекта и, если появляется необходимость, вносим коррективы, «развязываем» сложные узлы. Более того, у НТС есть право выезжать на места реализации проектов и знакомиться с ходом работы, и несколько раз совет уже воспользовался им.

В конце 2024 года ожидается завершение первых двух проектов. Помимо приема и анализа документации, это также может быть посещение производств с обязательной демонстрацией свойств и параметров продуктов, описанных в технических заданиях к проектам. Нам кажется важным, что можно не только почитать в отчетах о полученных результатах, но и прийти в цех, на завод и увидеть своими глазами, как работает новая технология.

>> НАМ КАЖЕТСЯ ВАЖНЫМ, ЧТО МОЖНО НЕ ТОЛЬКО ПОЧИТАТЬ В ОТЧЕТАХ О ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ, НО И ПРИЙТИ В ЦЕХ, НА ЗАВОД И УВИДЕТЬ СВОИМИ ГЛАЗАМИ, КАК РАБОТАЕТ НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Чтобы избежать ненужных трений между исполнителем и заказчиком на разных стадиях проекта, заказчик обязан в мельчайших деталях прописать в техническом задании, что он хочет получить, установить требования к плану-графику выполнения работ. Для этого команде предприятия обычно требуется очень серьезно потрудиться. В дальнейшем, поскольку исполнитель ведет разработку под конкретного клиента с учетом его требований и возможностей, стороны должны

Что касается прав на интеллектуальную собственность, мы предлагаем заказчику и исполнителю самим на берегу договариваться, кто на что претендует, и подписывать по этому поводу отдельное соглашение перед началом реализации проекта.

// Как Фонд взаимодействует с заказчиком и исполнителем во время реализации проекта?

Как до, так и после завершения

// Каким образом Фонд совершенствует свою деятельность, какие вопросы требуют доработки?

Члены научно-технологического совета, его эксперты находятся в постоянном диалоге с заказчиками и исполнителями. Фонд всегда открыт для конструктивного общения и совершенствования своей деятельности.

Во-первых, предстоит тщательно проработать вопросы, связанные с учетом конфликта интересов. В правилах, касающихся фундаментальных исследований, достаточно четко прописаны ситуации, в которых можно говорить о личной заинтересованности эксперта. В прикладных конкурсах задействовано большее число сторон, соответственно, пересечений интересов может быть больше, значит, перечень требований к участникам процесса должен быть расширен.

Во-вторых, мы стремимся к тому, чтобы у экспертов было единое понимание требований, единое видение экспертизы. В ближайшее время пройдет семинар, где мы совместно выработаем определенный стандарт к экспертизе проектов.

Стандарт в хорошем смысле этого слова. Речь не идет о том, чтобы все эксперты одними словами писали свои заключения, — мы хотим, чтобы критерии оценки трактовались одинаково и у эксперта не возникало вопросов и сомнений по процедуре оценки.

Надо сказать, что до сих пор на встречах с научной общественностью по теме поддержки фундаментальных исследований приходится разъяснять ученым какие-то вещи, касающиеся экспертизы. Поэто-

>> ФОНД ВСЕГДА ОТКРЫТ ДЛЯ КОНСТРУКТИВНОГО ОБЩЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СВОЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

му неудивительно, что у экспертов по прикладным проектам — недавно созданному направлению деятельности Фонда — может возникнуть множество вопросов.

В-третьих, хотелось бы попробовать повысить эффективность выработки технологических предложений. Сегодня их могут вносить

федеральные органы исполнительной власти и предприятия-заказчики, однако РНФ также мог бы внести свою лепту в решение этого вопроса. За десять лет Фонд профинансировал тысячи проектов, в рамках которых были получены значимые результаты, опубликованные в первоклассных научных изданиях. Почему бы не проанализировать накопленную базу, в особенности проекты, относящиеся к стратегическим инициативам президента, не оценить возможность их перевода в прикладную плоскость и не провести необходимый объем работ по доведению перспективных результатов до стадии ОКТР?

Разумеется, не стоит забывать, что научные организации, ранее получающие поддержку Фонда, сейчас также участвуют в конкурсах прикладных проектов со схожими тематиками. Поэтому можно сказать, что в определенной степени эта идея реализуется: уже протянуты ниточки от фундаментальной науки к прикладной, чтобы сделать вещи, которых пока нет в нашей стране, и даже те, которые не имеют мировых аналогов.



КОГДА В ОТРАСЛИ ОТКРОЕТСЯ ОКНО ВОЗМОЖНОСТЕЙ, МЫ БУДЕМ К ЭТОМУ ГОТОВЫ

кандидат физико-математических наук, начальник лаборатории отдела разработки технологических процессов НИИ Молекулярной электроники



АСКАР

РЕЗВАНОВ

Современным электронным продуктам требуется надежная и долговечная энергонезависимая память. Привычная флеш-память приблизилась к своему пределу, поэтому создание перспективных типов полупроводниковой памяти для новых вычислительных платформ — ключевое направление развития микро- и наноэлектроники.

Существует несколько видов энергонезависимой памяти. Один из претендентов на лидирующую технологию — резистивная память (ReRAM). Научная лаборатория НИИ Молекулярной электроники, возглавляемая Аскаром Резвановым, работает над адаптацией и интеграцией ReRAM-технологий в производство микроэлектронной продукции на территории России.

Наряду с индустриальным партнером лаборатории — АО «Элемент» (головной компанией микроэлектронного холдинга, созданного на базе активов ПАО АФК «Система» и ГК «Ростех») — ученые НИИМЭ являются одними из ведущих специалистов в этой сфере. При поддержке РНФ группа разрабатывает процессы атомно-слоевого осаждения с использованием отечественных материалов для современных технологий микроэлектроники.



Научный сотрудник Екатерина Ганыкина перекладывает пластину после измерения на эллипсомере. Источник: Аскар Резванов

// Как вы пришли в науку?

Мне со школы нравились физика и математика, и в итоге я поступил на факультет физической квантовой электроники в МФТИ. На третьем курсе, когда передо мной встал выбор области, в которую было бы интересно окунуться, я выбрал зеленоградский НИИМЭ в качестве базовой кафедры. На тот момент кафедра была довольно молодая: мой поток оказался всего третьим по счету. С первых дней обучения меня подхватил научный руководитель, который занимался разработками технологических процессов, позволяющих сделать из кремниевой пластины и разных технологических операций что-то работающее. Так я и вошел в тематику.

Ярким моментом учебы стала череда стажировок в Европе, в том числе в ведущем мировом центре по разработке технологий для

микроэлектроники (Imec, Бельгия). Я оказался на переднем крае науки: вел исследования на лучшем оборудовании, на самых тонких процессах. За каждую из стажировок продолжительностью по три месяца я старался накопить наибольшее количество экспериментальных и теоретических результатов, чтобы по приезду написать статью. За период стажировок мне удалось окунуться и полностью внедриться в передовые технологии, получить ценные знания. Эти наработки я перенес в Россию и стал их дополнять с коллегами из других университетов.

// Расскажите про область ваших научных интересов. Что такое энергонезависимая память, для чего она нужна и в чем ее преимущества?

Простой и наглядный пример энергонезависимой памяти — это флешка. Пока устройство лежит в кармане, оно находится в режиме ожидания и не потребляет энергию. Как только вы вставляете флешку в компьютер, она выдает информацию. Главный недостаток флеш-памяти — в ограниченном ресурсе,

СУТЬ ИННОВАЦИОННОЙ ПАМЯТИ В ТОМ, ЧТО ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЯЧЕЙКА ReRAM ХРАНИТ ИНФОРМАЦИЮ В ФОРМЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ, А НЕ В ВИДЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА, КАК ВО ФЛЕШ-ПАМЯТИ



Настройка рецепта перед запуском процесса.
Источник: Аскар Резванов



Начальник лаборатории Аскар Резванов устанавливает SMIF-контейнер в загрузочный порт.
Источник: Аскар Резванов

то есть у них мало циклов перезаписи. В какой-то момент она просто перестанет открываться. Наша группа работает на перспективу и развивает технологию резистивной памяти, или ReRAM*, которая, в частности, может быть использована как альтернатива флеш-памяти.

Основа ReRAM-ячейки — это структура «электрод — диэлектрик — электрод». В качестве диэлектрика могут выступать оксиды металлов. Механизм работы ячейки позволяет добиться больших скоростей чтения и записи, а также долговечности. У лабораторных

осаждения (АСО), когда реагенты поочередно наносятся на подложку, а поверхностные химические реакции между ними приводят к образованию нужного покрытия. К примеру, в качестве реагентов для пленок в лабораториях и на производстве зачастую используются металлоорганические соединения (МОС).

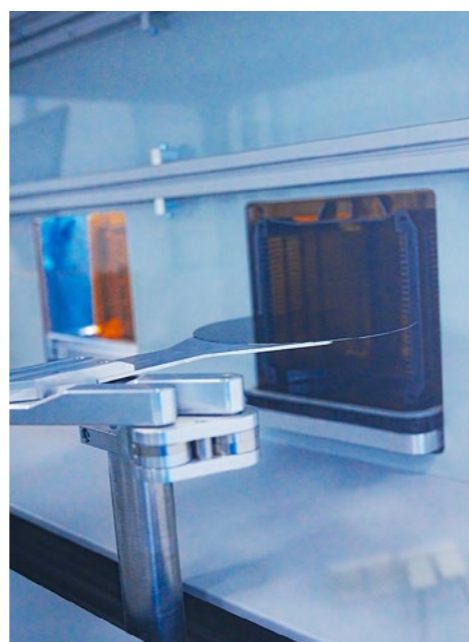
>> МЫ НАЦЕЛЕНЫ НА ТО, ЧТОБЫ РАЗРАБОТАТЬ ПРОЦЕССЫ ОСАЖДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОССИЙСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ее суть в том, что элементарная ячейка ReRAM хранит информацию в форме электрического сопротивления, а не в виде электрического заряда, как во флеш-памяти. Если у ячейки высокое сопротивление, то ей соответствует условный «ноль», а если низкое — «единица». Чтобы прочитать информацию, достаточно приложить небольшое напряжение и измерить сопротивление. Чтение данных не изменяет состояние ячейки, а чтобы записать данные, требуется особое воздействие.

экземпляров ReRAM 10^{12} циклов перезаписи, а также они могут непрерывно работать дольше десяти лет. Сегодня это направление очень активно развивается.

// На гранты РНФ вы развиваете два проекта, обозначенных как «Атом-О» и «Память-Р». В чем их суть?

В рамках проектов РНФ мы развиваем технологию и области применения метода атомно-слоевого



Атмосферный робот забирает пластину из SMIF-контейнера.
Источник: Аскар Резванов



Ранее их завозили из-за рубежа. Мы же нацелены на то, чтобы разработать процессы осаждения с использованием российских материалов и отечественного оборудования.

Потенциальный пул материалов для АСО велик, и в последнее время в нашей стране появляются лаборатории, которые занимаются их

синтезом. Хорошие группы есть в Нижнем Новгороде и Новосибирске. Но у них ограничена или вовсе отсутствует база, где можно испытать реагенты в условиях, приближенных к производственным, а у нас в НИИМЭ есть необходимая инфраструктура, и было принято решение подать заявку на грант РНФ, чтобы апробировать эти материалы.

Сложность заключается в том, что не все перспективные материалы можно применить в России — у нас очень мало производств, к сожалению. Два передовых завода находятся в Зеленограде, а остальные только строятся или проектируются. Производители же готовы запустить к себе ограниченный набор материалов, чтобы избежать рисков. Линии по выпуску банковских карт, проездных билетов и другой продукции работают в режиме 24/7, но с новым материалом велика вероятность выхода линии из строя.

Так что если завтра в лабораториях появится новая разработка, мы будем готовы взять ее на пробу и дать обратную связь: «Такой-то реагент подходит лучше, такой-то — хуже». Когда заводы увидят потенциал, то станут смелее внедрять инновационные технологии на своих линиях.

* От англ. Resistive random-access memory.

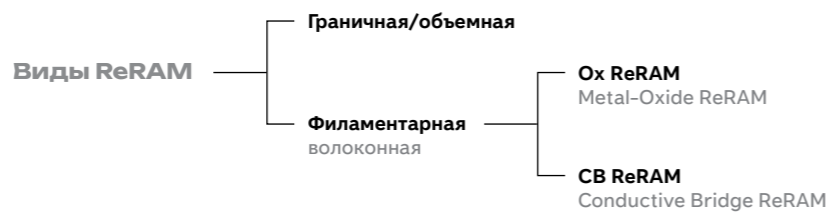


на производстве. Каждая попытка должна быть выверена, поскольку количество технологических проб ограничено.

В проекте «Память-Р» мы заранее ограничили набор до пяти-шести потенциальных материалов, которые не будут страшны заводам, — все-таки они очень консервативны. Например, нет смысла внедрять на производстве платину, хотя она может быть отличным материалом в качестве электрода. Но от металла потом невозможно избавиться: появятся дефекты в изделиях и так далее.

>> МЫ ПЫТАЕМСЯ СТАТЬ СВЯЗУЮЩИМ ЗВЕНОМ МЕЖДУ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКОЙ И ПРОИЗВОДСТВОМ

Если говорить про сами слои, то в качестве перспективных мы рассматриваем оксиды тантала, гафния, нитрид кремния, либо же более сложные стеки с несколькими слоями. При изготовлении функциональных слоев в процессе АСО можно использовать как плазму, так и, например, пары воды, озон. В итоге сформированные пленки обладают разными электрофизическими характеристиками, пригодными для разных применений. Получается такая вилка возможностей. Их может образоваться очень много, но мы не должны



// В чем состоит сложность этого процесса?

Во-первых, в том, чтобы найти нужную номенклатуру в России, причем необходимой для микроэлектроники чистоты. Приходится стимулировать химиков: «Сделайте нам, а мы испытаем». Во-вторых, требуется провести масштабную техническую работу. Чтобы получить результат, нужно совершить много итераций. В процессе выполнения проекта мы можем сделать не менее десяти целевых пленок, но при этом количество исходных материалов (МОС) может достигать до двадцати, то есть довольно много. Часть реагентов у нас уже

есть, часть разрабатывают коллеги.

Соответственно, лучшие процессы для ReRAM, рожденные в проекте «Атом-О», мы перенесем в проект «Память-Р». Здесь наша группа сосредоточится на применении пленок: нужно прийти к оптимальному стеку «электрод — диэлектрик — электрод» со стабильными характеристиками, чтобы масштабировать

плодить сущности, иначе это дерево разрастется, и вы его не соберете. Поэтому мы что-то отсекали заранее и постараемся выйти на оптимальные стеки резистивной памяти, пригодной для интеграции на производстве.

// Какие результаты фундаментальных исследований, проведенных ранее по грантам Фонда, стали основой для прикладного проекта?

Если говорить про проект «Атом-О», то у нас есть опыт с использованием зарубежных реагентов по формированию ряда материалов и пленок хорошего качества — как плазмой, так и термическим методом. Кроме того, имеются наработки по испытанию отечественной установки для процесса осаждения. Это интересная история. Несколько лет назад в России появились подвижки

в сфере электронного машиностроения, и решили сделать свое оборудование, в частности и для АСО. Мне поручили заняться его аттестацией. Два года мы работали на этой машине, искали проблемные места и высказывали замечания. Так что «кухню» знаем изнутри и используем эти знания, чтобы не повторять ошибок. При этом в других

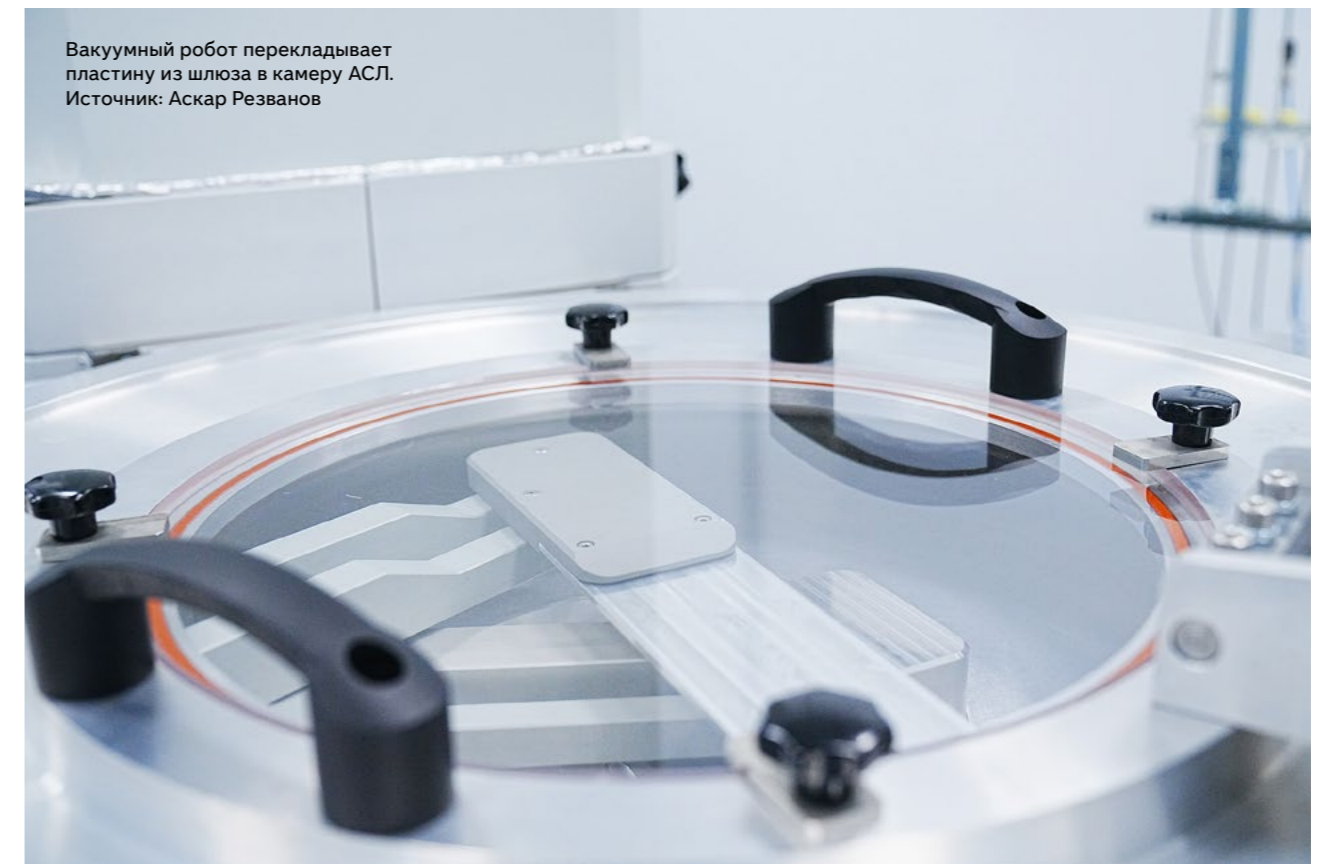
>> ГРАНТ РНФ ПОЗВОЛЯЕТ ЗА СЧЕТ БЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ ПОКАЗАТЬ ПОТЕНЦИАЛЬНЫМ ПОТРЕБИТЕЛЯМ КОНЦЕПЦИЮ И УБЕДИТЬ ИХ В ТОМ, ЧТО ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТАЕТ

отечественных институтах стоят в основном зарубежные установки, которые запускали и обслуживали иностранцы.

Если говорить про проект «Память-Р», то ранее я был

научным консультантом диссертации по теме резистивной памяти. Мы получили опыт модельного описания таких процессов, как образование каналов и управление ими. Эти расчеты и легли в основу проекта РНФ. Кроме того, в НИИМЭ есть опыт совместных работ по данному направлению с другими институтами.

Можно сказать, что по направлению АСО мы в НИИМЭ находимся на передовой: в институте нет людей, которые знают эти процессы лучше нас. Нередко к нам за советом приходят более старшие коллеги.



Вакуумный робот перекладывает пластину из шлюза в камеру АСЛ. Источник: Аскар Резванов

Сравнение производительности ReRAM и флеш-памяти

	Надежность записи циклы	Время переключения	Время чтения	Напряжение
NAND Flash	$10^4 - 10^5$	>100 мкс	>10 мкс	> 10 В
ReRAM	$10^6 - 10^{11}$	>50 нс	>50 нс	< 3 В

// В чем состоит сложность перехода от разработки на фундаментальном уровне к практическому применению?

Нельзя взять и перенести на производство технологию, полученную в лаборатории, так как условия в ней не соответствуют требованиям фабрики. Допустим, вы изготовили небольшой работающий концепт, написали статью, и вроде как изделие может идти дальше. Но тут от фабрик начинается ряд

вопросов: «Вы это проверяли? А как именно?» У ученых либо нет ответа, либо есть заведомо плохой результат. Я знаю множество хороших фундаментальных исследований, которые не дошли до фабрик, поскольку они остались на уровне лаборатории.

Мы как раз пытаемся стать связующим звеном между фундаментальной наукой и производством. Это сложно, поскольку люди разговаривают на разных языках, а ты понимаешь чаяния всех сторон

и можешь выступать мостиком между ними.

Чтобы облегчить и ускорить транспорт технологий, испытания обязательно нужно проводить в соответствии с требованиями завода. К сожалению, в России нет крупного центра исследовательской микроэлектроники, который бы по своему оснащению был близок к производству. Мы на средства гранта часть установок закупили, часть арендовали и пока повторяем лабораторные опыты, но при этом используем инфраструктуру, приближенную к реальной. И когда откроется окно возможностей, мы сможем предоставить производственным площадкам готовые решения, при разработке которых уже были соблюдены протоколы по загрязнению, дефектам и прочему.

// Сколько времени это займет, как вы предполагаете?

Надеюсь, мы за три года определим пул материалов и сделаем пристрелочные работы — причем планируем разработать оптимальный стек элемента хранения.

// Каким образом выстраивается коммуникация с промышленными партнерами?

Завод «Микрон» находится в десяти шагах от НИИМЭ. Кроме того,



экономики. Плюсы могут быть только имиджевые.

Сегодня крупные проекты в отрасли без государственных вложений практически невозможны. Грант РНФ — одна из опций, которая позволяет за счет бюджетных средств показать потенциальным потребителям концепцию и убедить их в том, что технология работает.

// Что еще побудило вас участвовать в конкурсе Фонда по поддержке опытно-конструкторских работ?

Мы подали заявку, потому что другие рычаги не сработали. Ранее мы пытались реализовать свои идеи через инвестиционные проекты. В 2019 году, когда я стал

>> ХОЧЕТСЯ, ЧТОБЫ УЧЕНЫЕ СТАЛИ СМОТРЕТЬ НА ДВА ШАГА ВПЕРЕД, А НЕ ОСТАНАВЛИВАЛИСЬ НА УРОВНЕ КОНЦЕПЦИИ

начальником лаборатории, у меня возникла идея сделать лабораторию, хотя бы зачаток. На базе НИИМЭ — головного предприятия микроэлектроники — планировали запустить инвестпроект и выполнить работу, нацеленную на процессы атомно-слоевого осаждения и травления. Интерес чувствовался: мы получили поддержку на всех уровнях, состоялось несколько встреч с коммерческими директорами, но на финальном этапе финансирование не одобрили. Надеюсь, у проектов РНФ будет другая судьба и бизнес иначе посмотрит на наши работы, когда мы покажем реальные процессы.

у нас есть много совместных работ по другим проектам. Несколько сотрудников в нашем отделе — выходцы из производства. Так что мы знаем — что можно сделать на заводе, а что нельзя. И если нельзя, то что нужно дополнительно сделать, чтобы был получен зеленый свет. Дело в том, что микроэлектроника — это одно из самых дорогих производств в мире.

Сделать хорошо работающую технологию стоит колоссальных затрат. Выстраивать связи необходимо, но без государственной поддержки это невозможно. Любые НИР, даже прикладные, заведомо убыточны. Вы ничего на них не заработаете — это просто вложение средств.

Для бизнеса это высокие риски и никакой отдачи с точки зрения



Ведущий инженер-технолог Владимир Гвоздев забирает SMIF-контейнер из передаточного шлюза (между ЧПП и коридором).
Источник: Аскар Резванов



// Какой экономический и технологический эффект от проекта можно ожидать?

Мы можем показать коммерческим организациям свою концепцию и убедить, что можно делать прототипы памяти. Но говорить об экономической стороне пока рано. Да, в перспективе ReRAM можно широко использовать в повседневной жизни — в микроконтроллерах и так далее. Но пока речь идет о специфическом применении, которое обусловлено характеристиками памяти — устойчивостью к внешним воздействиям, способностью работать в большом диапазоне температур, высокой надежностью устройства. Поэтому потенциальными потребителями являются в первую очередь авиация, космос,

атомная энергетика. На данном этапе стоимость памяти будет высокой, так что сегодня можно говорить скорее о технологическом эффекте. Естественно, если получится выйти на большие объемы, технология станет доступной для массового потребителя по более низкой стоимости.

// Пожалуйста, поделитесь своей научной мечтой.

Я частично уже сказал об этом выше: создать мост между лабораторией и заводом. Будучи пятикурсником, я выполнял часть магистерской работы в МГУ — в группе, которая занимается плазмохимическим травлением. Там были и теоретики, и практики с богатым опытом. Они говорили о том, что нужны люди, создающие мосты между наукой

и производством. Уже тогда у меня зарождались идеи того, как это сделать. Сейчас я пытаюсь примерить эту роль на себя. Много головной боли получаешь не столько от технологий, сколько от администрирования и организации процессов. Интересно, что вертикальные связи худо-бедно налажены, а горизонтальные развиты пока довольно слабо. Хочется, чтобы ученые стали смотреть на два шага вперед, а не останавливались на уровне концепции. В этом плане интерес РНФ к прикладным проектам — это возможность начать что-то делать. У многих коллег есть хорошие наработки, но применения они не находят.

// Оцените вклад Фонда в развитие вашей сферы, а также в поддержку прикладных исследований.

Для ученых большая польза гранта Фонда заключается в том, что можно без проволочек и допсоглашений закупать оборудование и точно дооснащать лабораторию. Это позволяет получить максимальный результат и сократить сроки проекта. Например, до появления в НИИМЭ эллипсометра мы отдавали готовые пластины на завод и ждали результат несколько дней. Теперь же мы получаем фидбэк за несколько минут и можем оперативно скорректировать процесс. И скорость в разы увеличилась, и стало интереснее работать. Кроме того, оснащая базу, удается все больше и больше вовлекать в микроэлектронику молодых студентов, у которых есть большое желание что-то делать руками, и это не может не радовать.



АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВ

вице-президент ПАО «Элемент» по стратегическому развитию

ВАЖНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО ИНСТРУМЕНТА ПОДДЕРЖКИ ОТ РНФ — ЭТО ВОЗМОЖНОСТЬ СОСРЕДОТОЧИТЬСЯ НА ДОСТИЖЕНИИ ЦЕЛЕЙ



ГК «Элемент» — лидер в области микроэлектроники в России и единственная в России вертикально-интегрированная компания с полным циклом разработки и производства микроэлектроники. В состав группы входят более 30 компаний по созданию интегральных микросхем, полупроводниковых приборов, силовой электроники, модулей, корпусов для микросхем, а также радиоэлектронной аппаратуры.



комментарий эксперта

Поддержка РНФ позволила нашим коллегам — исполнителям проектов, сформировать команду высококлассных специалистов и закупить необходимое технологическое оборудование для реализации прорывных проектов. Важное преимущество инструмента поддержки от РНФ — это возможность сосредоточиться на достижении целей, коммерциализация которых выходит далеко за временные рамки проектов.

Накопленные технологические решения в области атомно-слоевого осаждения и травления на отечественных материалах и технологическом оборудовании позволяют сделать серьезный шаг к новым российским высококачественным технологиям, раскрыть потенциал научных установок, на которых эти инновационные решения были достигнуты. В дальнейшем мы используем результаты в новых проектах «Элемента» и проведем ОКР с их последующим внедрением на опытные линии нашей компании.

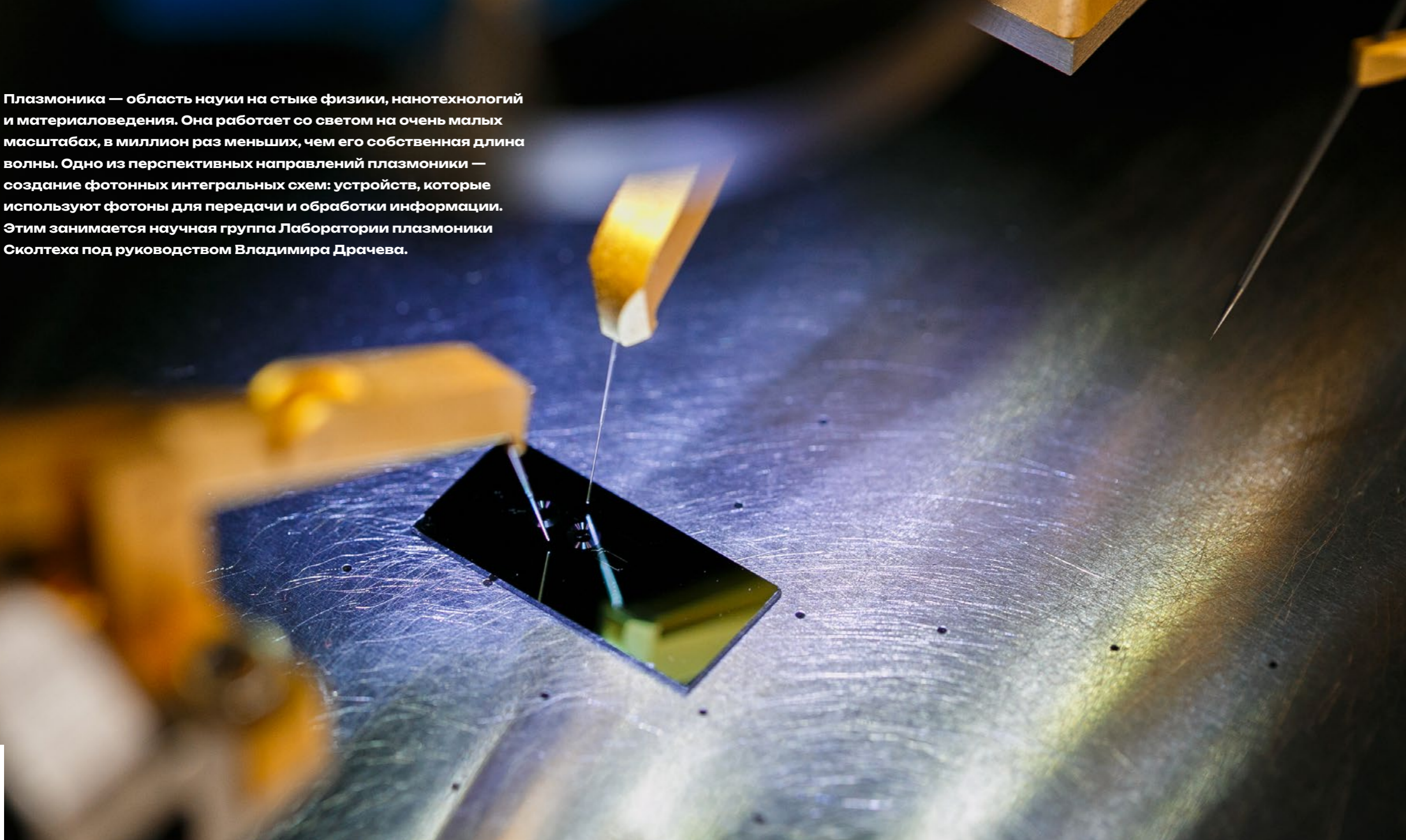
... // **ФОТОРЕПОРТАЖ**

ФОТОИСТОРИИ ИЗ НАУЧНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ
ГРАНТОПОЛУЧАТЕЛЕЙ ФОНДА

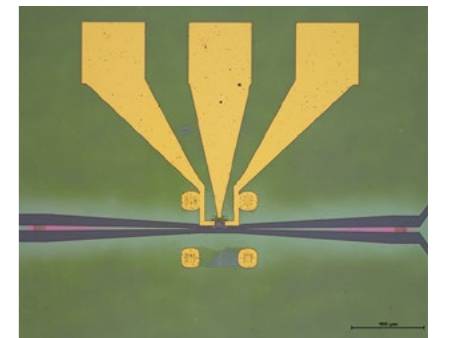
2024 ГОД
//
ИЮЛЬ-АВГУСТ-СЕНТЯБРЬ
/
РАЗДЕЛ #4
ФОТОРЕПОРТАЖ > ЛАБОРАТОРИЯ
ПЛАЗМОНИКИ СКОЛТЕХА



Плазмоника — область науки на стыке физики, нанотехнологий и материаловедения. Она работает со светом на очень малых масштабах, в миллион раз меньших, чем его собственная длина волны. Одно из перспективных направлений плазмоники — создание фотонных интегральных схем: устройств, которые используют фотоны для передачи и обработки информации. Этим занимается научная группа Лаборатории плазмоники Сколтеха под руководством Владимира Драчева.



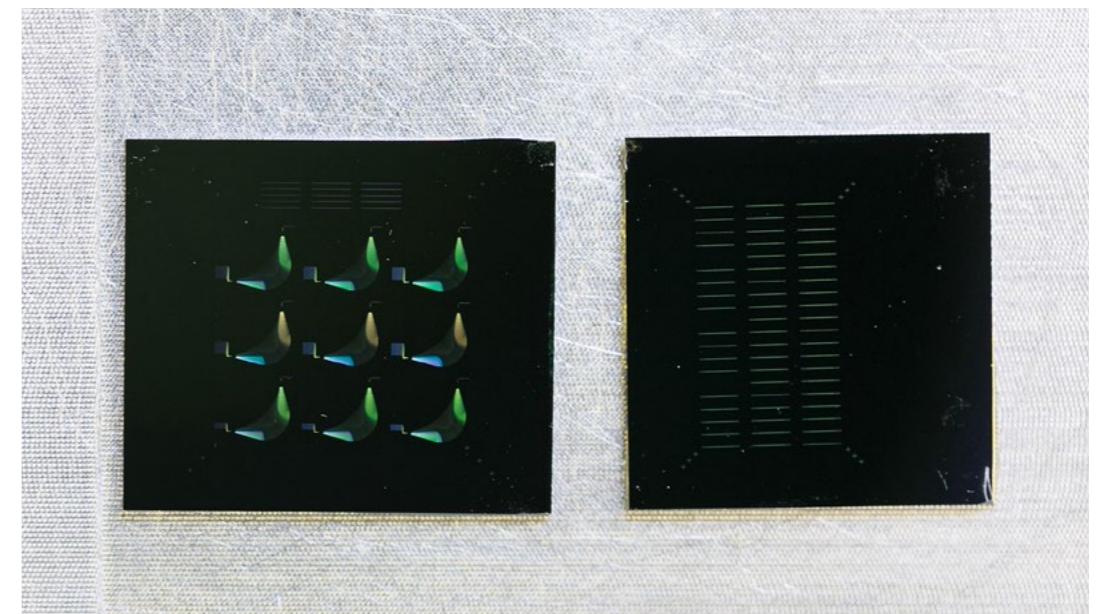
Микрокольцевой кремниевый резонатор с управлением слоем оксида индия-олова



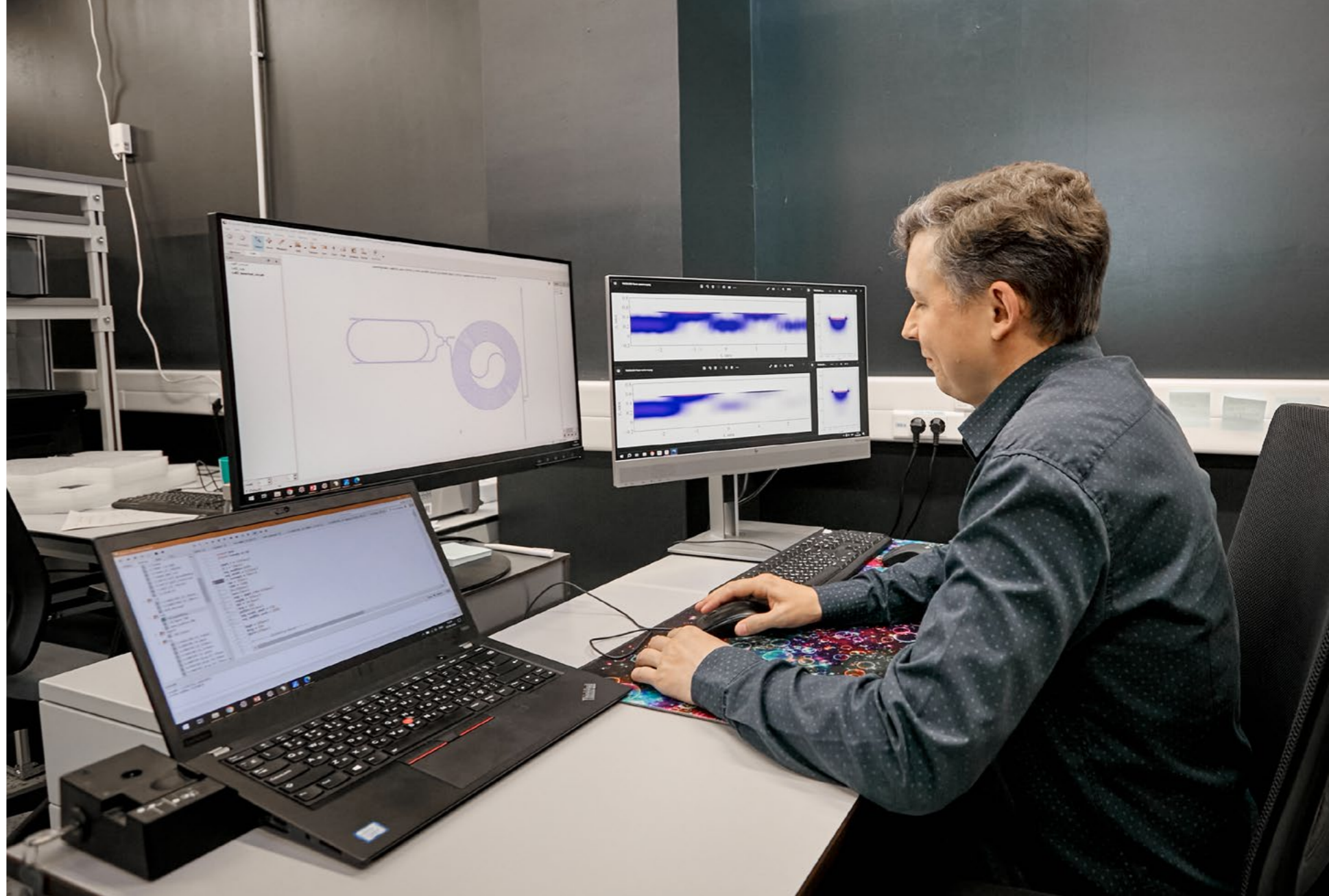
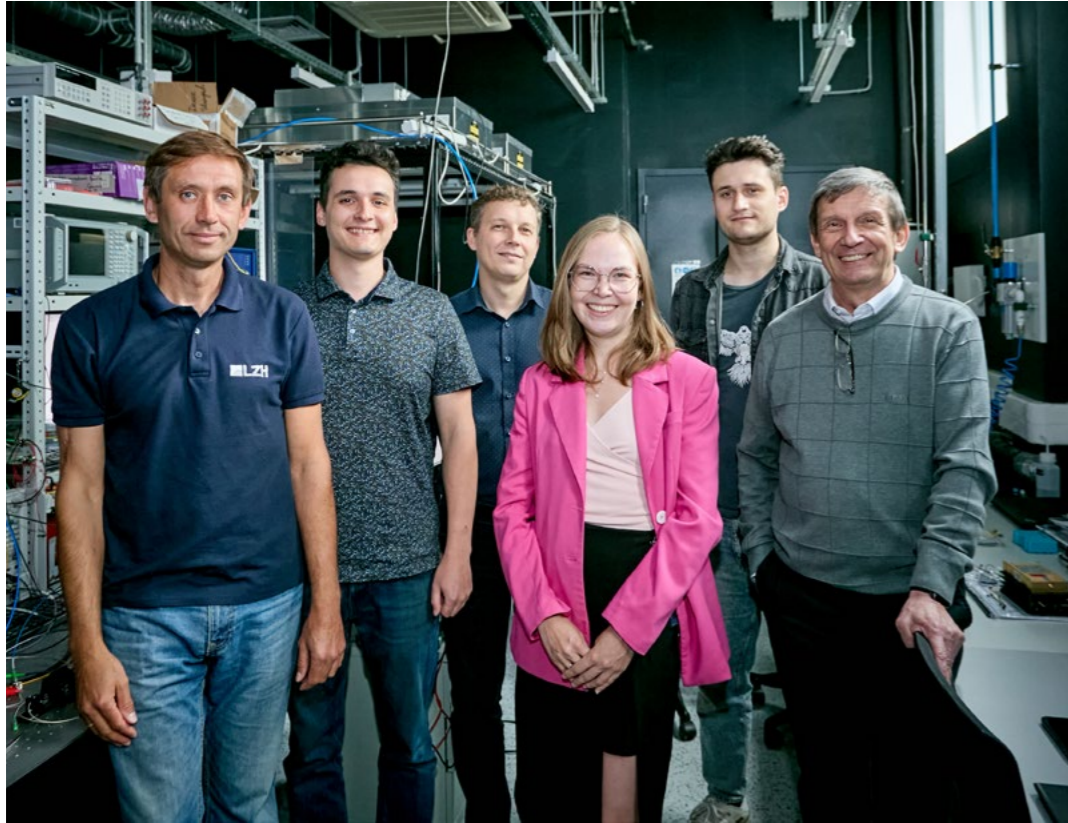
Фоторепортаж

ЛАБОРАТОРИЯ ПЛАЗМОНИКИ СКОЛТЕХА

Фотонные интегральные схемы во многом похожи на электронные, только вместо электронов они работают со световыми волнами. Это микрочипы, которые служат своеобразным мостиком между оптоволоконными датчиками, средствами связи и микроэлектронными системами обработки информации. Благодаря использованию света фотонные интегральные схемы обеспечивают высокую скорость передачи данных и минимальные потери сигнала. Кроме того, они позволяют интегрировать разные компоненты на одном чипе — лазеры, детекторы, модуляторы и фильтры.

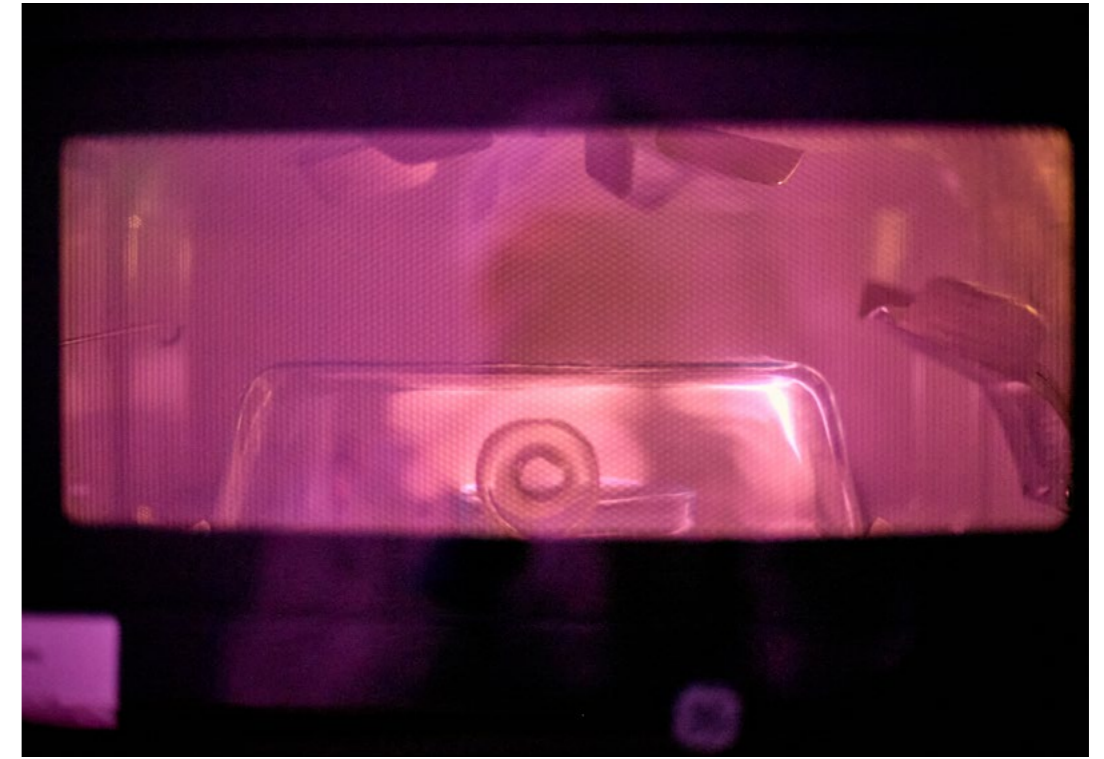
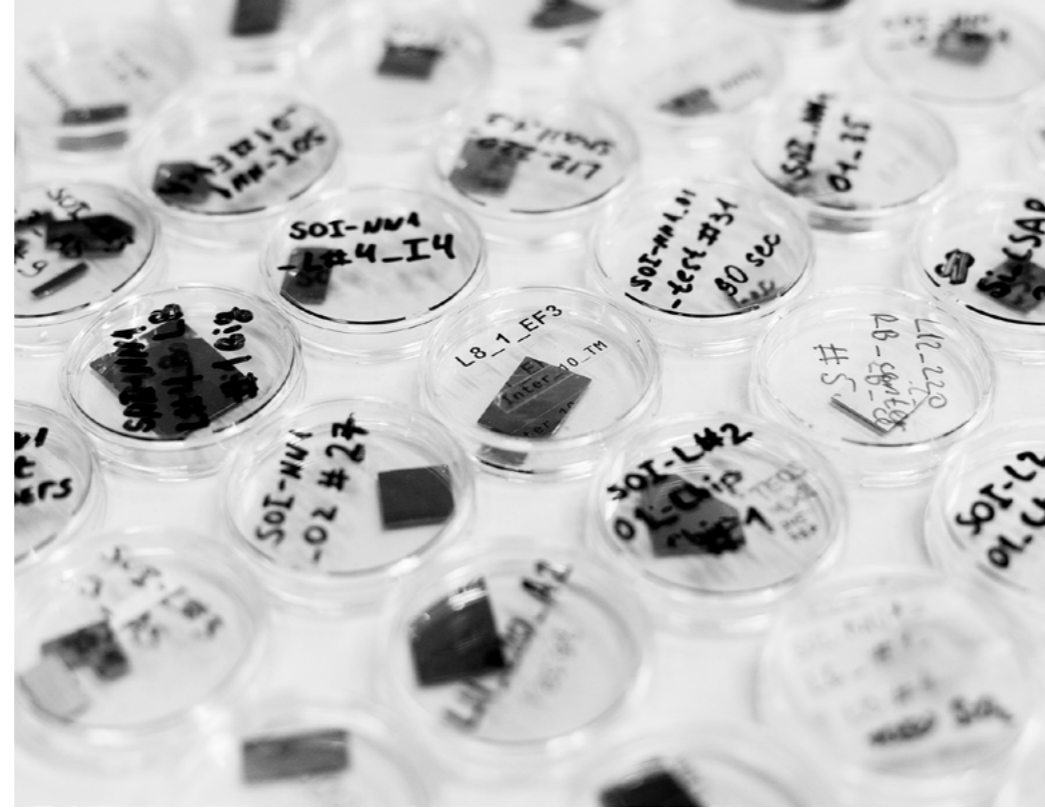


В лаборатории плазмоники создан уникальный для России полный цикл по разработке и макетированию фотонных интегральных схем — от конструирования и численных расчетов до изготовления и тестирования. Это большое преимущество, которое позволяет конкурировать с мировыми группами.

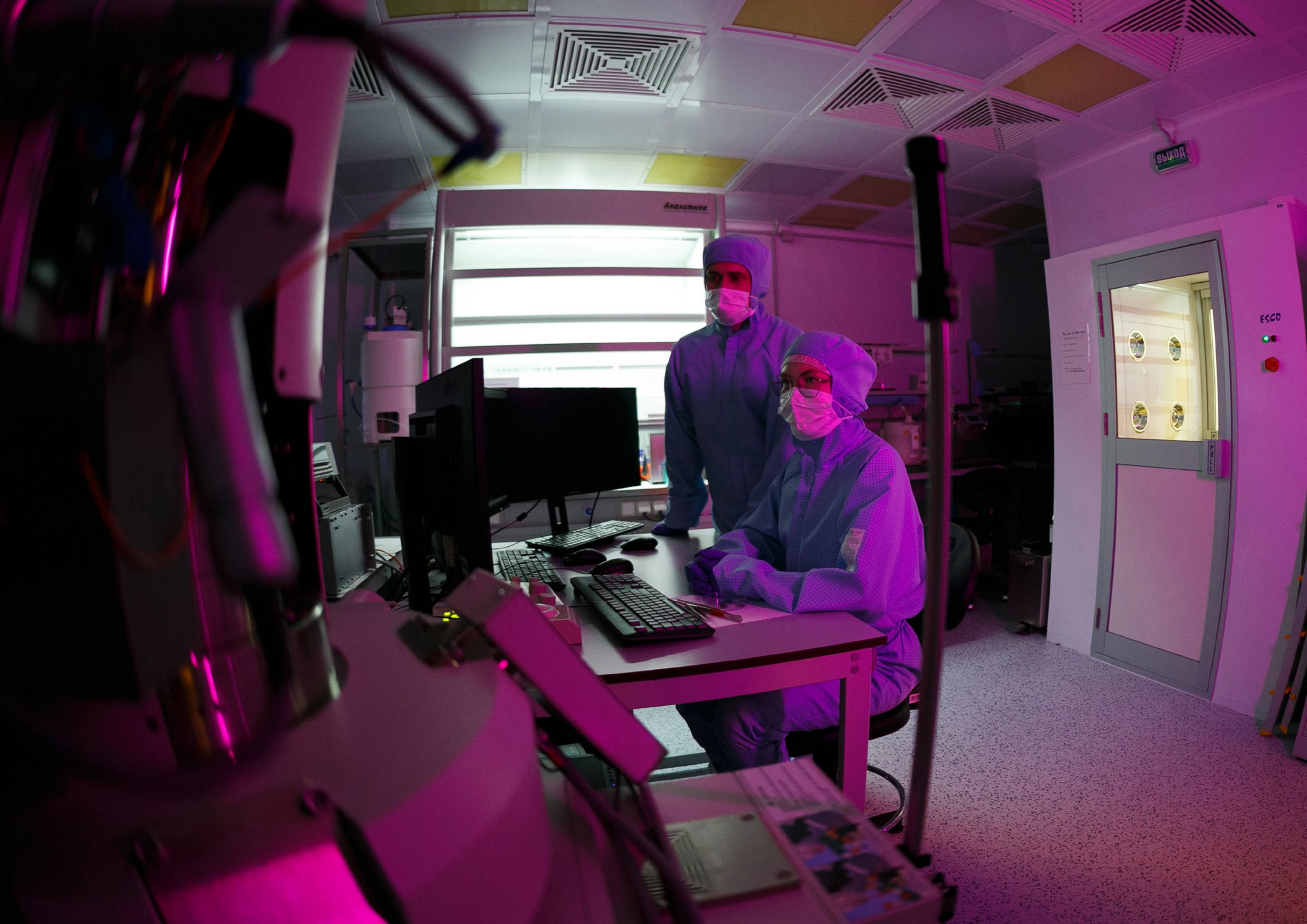


Создание фотонных интегральных схем начинается с проектирования, а затем моделирования их электромагнитных свойств. При этом исследователи всегда учитывают погрешности производства: создать чип, абсолютно идентичный по параметрам с моделью, невозможно.

В чистой комнате ведется сложная работа — там получают чипы. За основу берутся пластины «кремний на изоляторе». В лабораторию они приезжают в виде крупных пластов размером 15–20 сантиметров. Ученые делят их на более мелкие фрагменты, пригодные для дальнейшей работы, а также очищают от любых загрязнителей.



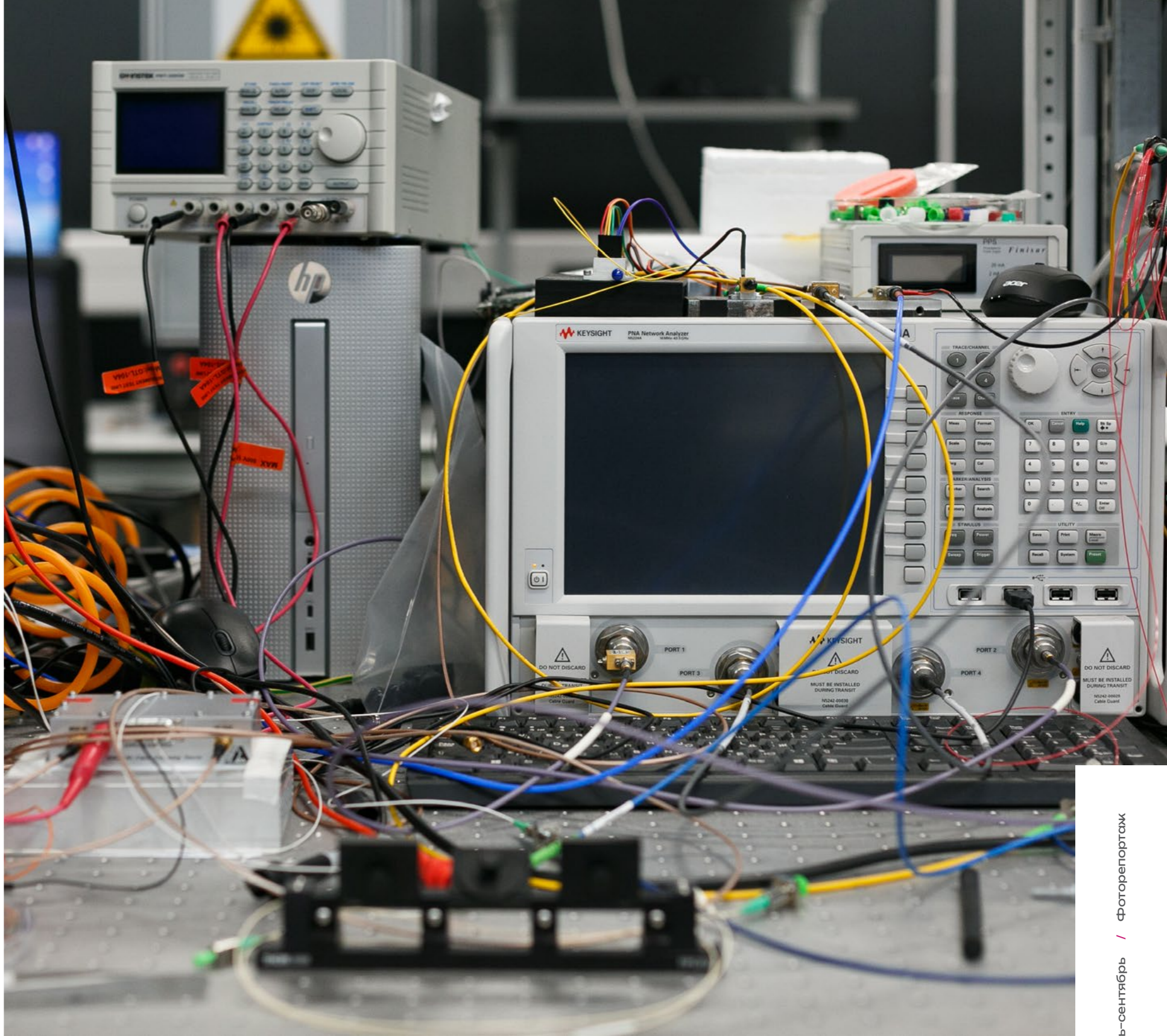
В этой камере, с виду похожей на обычную микроволновку, кремниевые пластины очищаются с помощью кислородной плазмы. На фотографии она светится фиолетовым.



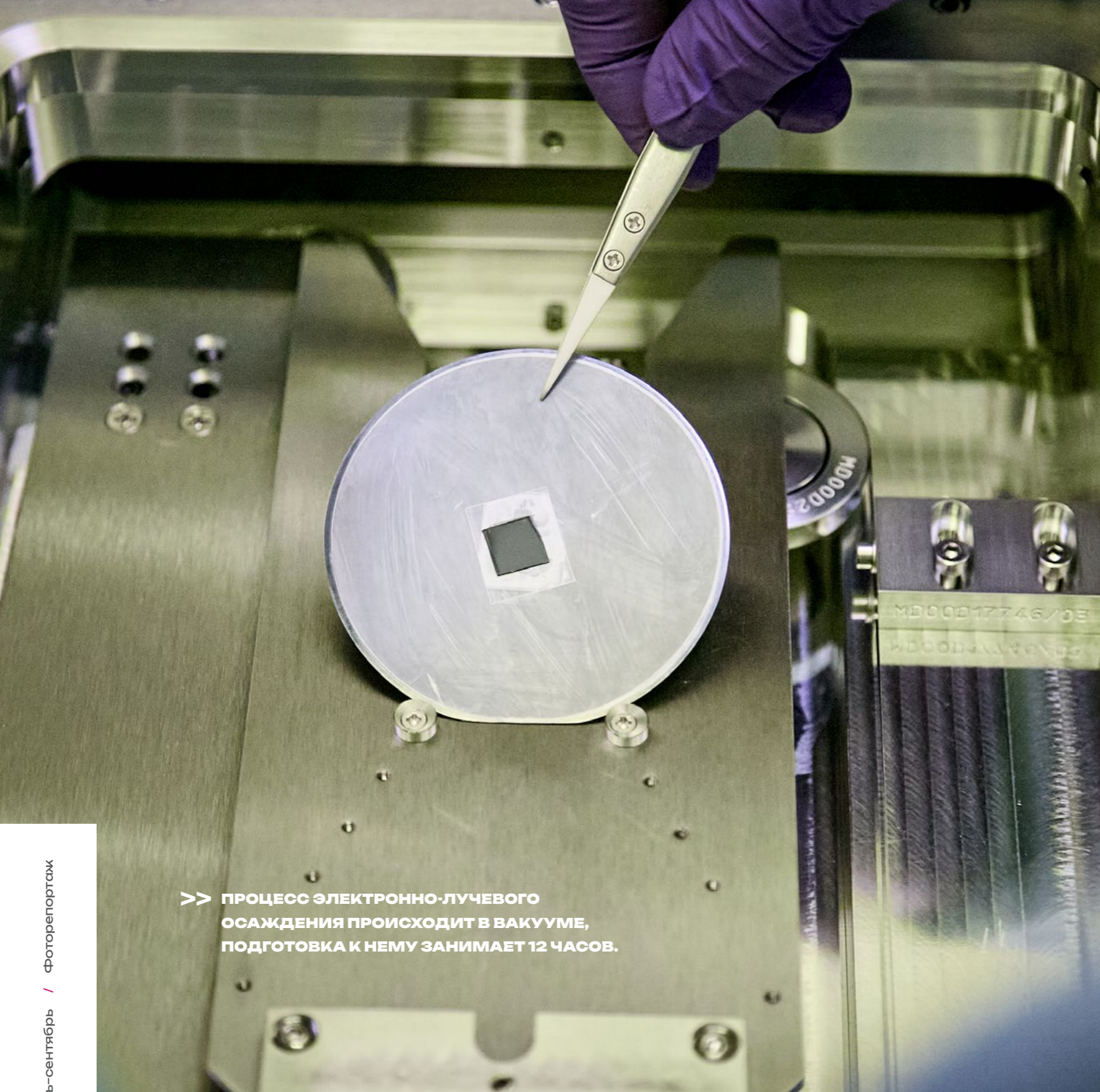
АНАЛИТИКА

ВЫХОД

ESCO

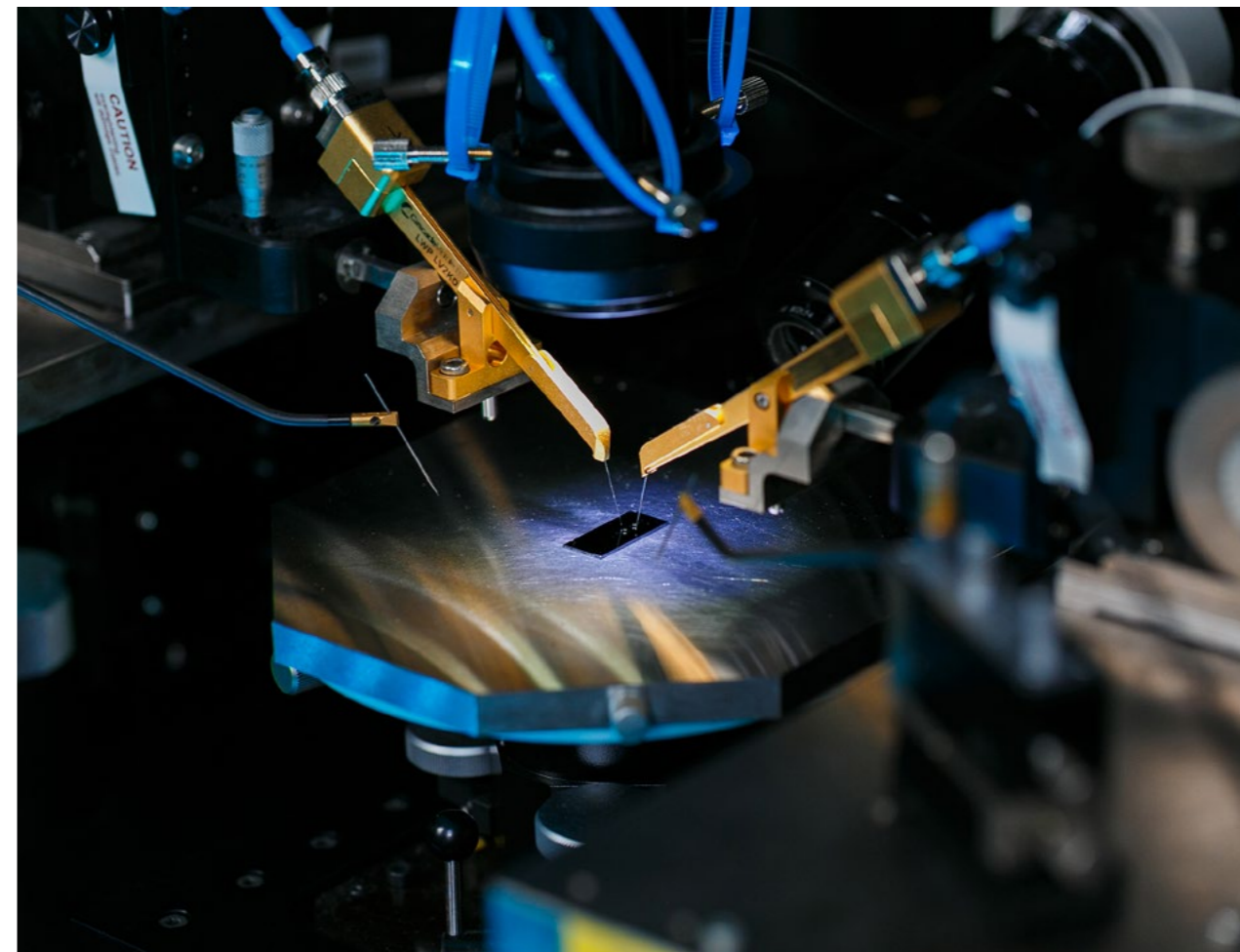


Для получения фотонных интегральных схем научная группа Владимира Драчева использует широкий набор методов: электронную литографию, оптическую спектроскопию, плазменное травление, вакуумное нанесение материалов. Приборный парк лаборатории включает оборудование фирм-производителей, которые считаются признанными мировыми лидерами.



➤ ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО
ОСАЖДЕНИЯ ПРОИСХОДИТ В ВАКУУМЕ,
ПОДГОТОВКА К НЕМУ ЗАНИМАЕТ 12 ЧАСОВ.

Один из важных методов при создании фотонных интегральных схем — электронно-лучевое осаждение. Оно необходимо для того, чтобы наносить на поверхность чипа нужные вещества — металлы, диэлектрики, полупроводники. Процесс происходит в вакууме, и подготовка к нему занимает 12 часов.



После того, как инженеры получили образцы интегральных схем, необходимо понять — насколько они соответствуют заявленным характеристикам. Для этого используется зондовая станция. Она помогает тестировать возможности чипов, подводя к ним постоянное напряжение, высокочастотные акустические сигналы и свет. Отклик интегральной схемы на разные воздействия анализируют с помощью спектрометров, а затем при необходимости проводят отладку.

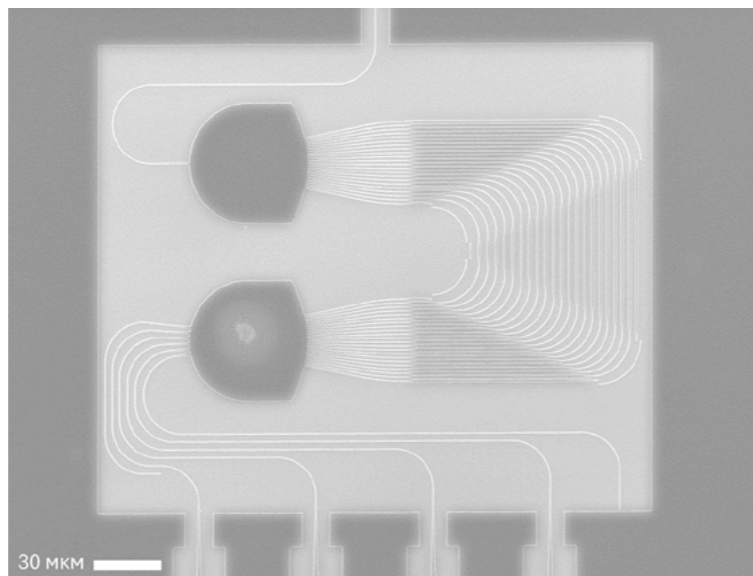
Этот «виниловый диск» — закрученный волновод диаметром два миллиметра. Но если его раскрутить, длина проволоки составит 12 сантиметров.



Фотонные интегральные схемы можно использовать в любых областях, где требуются высокая точность и скорость обработки световых сигналов: в нанoeлектронике, сенсорике, плазмонике, фотонике. С их помощью можно будет создавать более совершенные системы связи 5G и центры обработки данных, точнее измерять скорость автомобилей, разрабатывать новые сенсоры для биомедицины.



>> ФОТОННЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ МОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ В ЛЮБЫХ ОБЛАСТЯХ, ГДЕ ТРЕБУЮТСЯ ВЫСОКАЯ ТОЧНОСТЬ И СКОРОСТЬ ОБРАБОТКИ СВЕТОВЫХ СИГНАЛОВ



Упорядоченная волноводная решетка на платформе «кремний на изоляторе»

Сейчас инженеры при поддержке Российского научного фонда выполняют совместный проект с НПК «Технологический центр» по созданию технологической линии для производства фотонных интегральных схем. В число промышленных партнеров лаборатории также входит ПАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания».

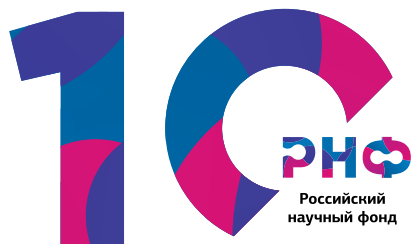


ВЛАДИМИР ДРАЧЕВ



Исследование и разработка технологических решений сборки фотонных интегральных схем, содержащих активные и пассивные волноводные элементы, для реализации компактных лазерных генераторов высокой когерентности

Фотонные интегральные схемы — это та область, в которой Россия способна достойно конкурировать на мировом рынке. Тем более что со стороны индустрии интерес тоже есть, и он растет. Однако бизнес всегда осторожен: он нацелен на покупку готовых технологий, а не финансирование поисковых работ. Поэтому поддержка прикладных проектов Фондом очень важна — она заполняет пробел между индустрией и научными группами.



Для иллюстрации статей использованы фотографии пресс-службы РНФ, авторов исследований, пресс-служб институтов, пресс-службы Президента России, а также изображения из открытых источников.