

DOI: 10.22184/1993-7296.FRos.2023.17.8.588.596

Уникальность нашей продукции в технологии изготовления и обширных возможностях применения

Рассказывает генеральный директор компании «Баспик»,
профессор, д. т. н. Кулов Сослан Кубадиевич



Владикавказский технологический центр «Баспик» – компания, известная своими уникальными изделиями – микроканальными пластинами для особо сложной фотонной и электронной техники. Путь компании – яркий пример настоящего интуитивного прорыва от разрушенного предприятия советских времен к вершинам современного инновационного бизнеса. Компания «Баспик» приобрела широкую известность, благодаря своей уникальной продукции, экспортируемой в крупнейшие научно-исследовательские центры мира (микроканальные пластины выпускают всего пять компаний в мире). Есть ли тайны быстрого продвижения компании или все дело в организации производства, над какими новыми перспективными видами продукции уже работают конструктора компании «Баспик», – об этом рассказывает генеральный директор компании, профессор, доктор технических наук Кулов Сослан Кубадиевич.



Сослан Кубадиевич, как складывалась история создания и развития Владикавказского технологического центра «Баспик»?

Свою историю Владикавказский технологический центр «Баспик», расположенный в городе Владикавказ, отсчитывает с 1992 года, когда он был образован как научно-инновационный и промышленный центр по разработке и производству особо сложных изделий электронной техники – микроканальных пластин (МКП) и устройств с МКП для техники ночного видения и других применений. Создавая компанию, мы опирались на опыт и знания технологов предыдущих поколений в области создания решений для детекторных МКП и на запросы ведущих мировых потребителей таких детекторов, использующих их для поиска нейтрино, регистрации редких фотонных событий, мониторинга астрофизических объектов, создания приборов ночного видения.

Надо сказать, что в начале пути наша идея создания современного конкурентоспособного производства МКП новых поколений расценивалась многими людьми как авантюра, более того, как афера. Посудите сами – денег на развитие производства практически не было, осваивать технологический цикл предстояло на старом оборудовании, воспринимаемом как хлам. Дело было ведь не в том, чтобы воспроизвести известную в СССР технологию фотоэлектронных умножителей, а значительно ее улучшить, получить МКП иного качества, добиться высокоэффективного производства. Во многом это был настоящий подвиг – подвиг веры, интуиции, творчества, трудового энтузиазма и воли первопроходцев 1994–1998 годов. Хотя технологическую, конструкторскую и производственную основу «Баспика» заложила небольшая группа специалистов, но то была высококвалифицированная группа.

Ныне «Баспик» имеет два производственных цеха, включающих 14 производственных участков. Они занимающих площадь более 5000 кв. м. чистых категорированных помещений. Предприятие оснащено новейшим оборудованием, в том числе электронными микроско-

пами, атомно-силовыми микроскопами, масс-спектрометрами, сверхвысоковакуумными установками.

Насколько сложной стала задача создания оборудования для микроканальных пластин в условиях лихого десятилетия 90-х годов?

Предприятие «Баспик» оказалось идеальным полигоном опробования массы прогрессивных нововведений в организации и управлении. Какие модели возможного развития компании стояли тогда перед нами? Инновационная, технологическая, сырьевая (затратная) и никакая. Мы с самого начала приняли на вооружение инновационно-технологическую модель, для чего и тогда, и сегодня прикладываем постоянные усилия к развитию наших научно-технических служб и специалистов. Нам всегда было важно, не только что мы делаем, но как мы делаем.

«Нам всегда было важно, не только что мы делаем, но как мы делаем»

Большое внимание всегда уделялось миссии предприятия и корпоративной культуре, объединяющей людей. Коллектив на множестве примеров и в течение ряда лет убеждался, что здесь личные и корпоративные интересы в единении. Хочется подчеркнуть, что для успеха нужны все перечисленные факторы в совокупности: и творчество (интуиция), и лидерство, и прогрессивные мероприятия в организации и управлении, и стратегия вместе с тактикой, и сильный коллектив – все это вместе. Организация – тонкий организм, требующий неустанной заботы и внимания для своего выживания и развития.

Что представляет из себя продукция компании «Баспик»?

Наша продукция, с которой мы начинали, и по сегодняшний день является нашим коньком, – это микроканальные пластины (МКП). Микроканальные пластины относятся к тому классу изделий электронной техники, которые предна-



значены для работы в вакууме в качестве многоканальных детекторов и электронных усилителей потоков заряженных частиц и излучений с целью получения, в частности, электронных изображений. Причем пучки эти пространственно-организованны, что и составляет суть детектирования именно подобными детекторами.

Конструктивно МКП представляет собой матрицу из свинцово-силикатного стекла, выполненную в виде диска квадратной, прямоугольной, полосковой, а иногда и иной формы. Пластина пронизана огромным числом регулярно расположенных каналов. Они идентичны друг другу по физико-химическим характеристикам и по геометрии (чаще всего представляют собой круги, а также, шестиугольники, прямоугольники, треугольники – все зависит от задач, решение которых заложено конструктором).

В чем уникальность микроканальных пластин?

Уникальность нашей продукции в технологии ее изготовления. Ведь каждый из каналов матрицы является сверхминиатюрным вторично-электронным умножителем (ВЭУ) и способен умножать попадающие в него электроны. А вся пластина становится многоканальным электронным умножителем. Прибор, в кото-

ром стоит МКП, способен детектировать различные слабоэнергетичные частицы и излучение, преобразовывая их в потоки электронов.

Уникальность МКП появляется благодаря одному из этапов производства МКП – термоводородному восстановлению (ТВВ) В этом процессе стенки каналов приобретают необходимую электропроводность, на них формируется тонкий, порядка 100–300 нм, резистивно-эмиссионный слой (РЭС). Он то и выполняет функции проводимости и вторично-электронного умножения. Торцевые плоскости МКП металлизуют, к ним подводят питающее напряжение, и каждый из каналов превращается в ВЭУ с распределенным сопротивлением – каналный электронный умножитель (КЭУ). Вся пластина становится многоканальным электронным умножителем.

Благодаря комплексу уникальных свойств – миниатюрности и компактности, малому энергопотреблению, высокому пространственному и временному разрешению, легкости управления усилением, малой чувствительности характеристик к внешним магнитным полям, малым шумам и надежности – современные МКП находят широкое применение в различных областях науки и техники. МКП-детектор является, как правило, первичным звеном более сложной системы и имеет дело со следующими физическими сигналами: фотонами электромагнитного излучения (оптического диапазона, мягкого рентгеновского излучения, жесткого рентгеновского излучения, гамма-излучения) и корпускулярными потоками (электронов, протонов, нейтронов, α -частиц, положительных и отрицательных ионов).

Почему же только пять компаний в мире способны освоить технологию производства МКП?

МКП относится к категории особо сложных изделий, а их изготовление представляет собой прецизионный многозвенный процесс, по ряду признаков аналогичный технологии жестких волоконно-оптических структур. МКП полностью выполнено из стекла,





при этом стекло выполняет не только конструктивно-опорные функции, но является материалом активных вторично-электронных элементов, что является уникальным в микро-наноэлектронике. Диаметр активных топологических элементов – каналов может быть в пределах 2–5–15 мкм, их плотность – порядка $(1-5) \cdot 10^6$ см⁻². Толщина стенки между каналами составляет 0,5–1,5 мкм, Таким образом, вся матрица каналов представляет собой организованную, компактную и механически прочную конструкцию из множества тонкопленочных активных элементов. Принципиально важно, чтобы, во избежание структурных шумов усиления, все элементарные КЭУ имели идентичные функциональные характеристики. Это резко усложняет задачи технологии, предъявляет к параметрам микроструктуры, физико-химическим, электрическим и эмиссионным параметрам каналов ряд специальных и весьма жестких требований.

Поэтому лишь несколько ведущих мировых производителей микроканальных платин способны выпускать качественные МКП для передачи изображений, среди них и наше предприятие.

Кто является потребителем уникальной продукции компании «Баспик»?

Сферы применения МКП обширны: от приборов ночного видения до медицинских томографов. Созданные изначально для решения задач оборонной промышленности, МКП довольно быстро стали востребованы и в других отраслях науки и техники. Одной из важнейших областей их применения является фундаментальная физика. МКП-детекторы эффективно решают задачу контроля пространственных и временных характеристик пучков тяжелых ионов в процессе ускорения и вывода из ускорителя. За последние 7 лет ВТЦ «Баспик» освоил широкую номенклатуру крупноформатных МКП, позволяющих осуществлять неразрушающий высокоскоростной пространственно-временной мониторинг профиля ионного пучка, сгенерированного внутри синхротрона. Наши изделия применяются в диапазоне

интенсивностей потока одиночных заряженных ионов от 10^6 до 10^9 , что позволяет разработчику системы использовать широкий спектр стандартной электроники без применения специфических предусилителей сигналов.

Для приборов с МКП характерно высокое пространственное и временное разрешение

Данные возможности микроканальных пластин производства ВТЦ «Баспик» активно используются Объединенным институтом ядерных исследований (ОИЯИ, Дубна) для контроля циркулирующего пучка Нуклотрона NICA. В данном случае ключевое значение имеют такие свойства МКП как высокое временное разрешение, эффективность регистрации единичных заряженных ионов (около 80%), возможность измерения пространственных характеристик с точностью десятых долей миллиметра, высокая радиационная стойкость. Сверхбыстрые многоанодные черенковские счетчики с МКП ВТЦ «Баспик» также требуются ИЯФ СО РАН для проекта ФАРИЧ Супер С-Тау фабрики, в рамках которого к рубежу 2027–2028 годов планируется запуск электрон-позитронного коллайдера для прецизионных экспериментов с тау-лептоном и очарованными адронами в поисках новой физики.

Важно отметить, что разработка систем диагностики для работы с низкоинтенсивными пучками актуальна также для многих прикладных областей – лучевой терапии, определения радиационной стойкости электронных компонентов, радиобиологических исследований. Нам уже хорошо известен путь диффузии технологий, созданных для экспериментов физики высоких энергий, в медицинскую диагностику. Так, один из зарубежных потребителей ВТЦ «Баспик», изначально создававший многоанодный ФЭУ для задач CERN, в 2021 году использовал его версию для целей позитронно-эмиссионной томографии.



Благодаря своему быстродействию, ФЭУ на МКП являются эффективным технологическим решением для работы с гамма-излучением при исследованиях и диагностики живых организмов с помощью радионуклидов. Здесь ФЭУ с МКП выгодно отличаются от конкурентных детекторов своим высоким быстродействием.

Интересны также возможности повышения разрешения и динамического диапазона при регистрации изображений напрямую в МКП без использования сцинтиллятора. Подобное устройство – регистратор радиографических изображений на МКП – разработано ФИАНом и в перспективе может стать основой для устройства малодозной высокочувствительной рентгено- и нейтронографии на базе паркетной сборки крупноформатных МКП-детекторов.

«
Изделия могут выдерживать многократные циклы между вакуумом и атмосферой без ухудшения характеристик

»
Какие изделия составляют продуктовую линейку компании «Баспик»?

В нашей продуктовой линейке более 150 наименований изделий на основе МКП: МКП-детекторы открытого типа, вакуумированные детекторы ультрафиолетового и рентгеновского излучения, ФЭУ-счетчики фотонов. В их числе ФЭУ на основе МКП используемые в черенковских детекторах для регистрации сигналов с высоким временным разрешением – это изделия «Топаз-М» и «Сапфир-2АМ». Преимущества наших приборов в способности корректно работать в условиях магнитных полей более 100 мТл без дополнительной громоздкой магнитной экранировки, а также высокая радиационная стойкость характеристик по сравнению с полупроводниковыми ФЭУ.

На базе каких разработок вы выпускаете столь разнообразную продукцию?

Те разработки, которые мы сделали во времена становления нашей компании, уже давно реализованы. Конструк-

ции приборов, в которых работают МКП, в неизменном виде долго не живут. Мы постоянно совершенствуем разработки, зная, что в наше время инновационный цикл проектов укорачивается. Наши специалисты изучают достижения военной науки, ядерной физики, астрофизики, медицины, материаловедения последних лет, благодаря чему наш инновационный потенциал растет.

Наши решения базируются не только на знаниях традиционных технологий производства МКП, но и на результатах интеллектуальной деятельности молодых выпускников нашей базовой кафедры «Оптоэлектроника и фотоэлектронные изделия», которую мы создали в Северо-Кавказском горно-металлургическом университете, расположенном в городе Владикавказе.

Какие новые проекты находятся в портфеле компании «Баспик»?

В стратегическом продуктовом портфеле нашего предприятия на период до 2026 года находится разработка топ-МКП с улучшенными параметрами (дальнейшее повышение эффективности сбора электронов), с новой геометрией и структурой, активная работа по направлению расширения линейки продукции для масс-спектрометрии – времяпролетных детекторов различных конструкций и характеристик, вторично-электронных умножителей шестиканального типа, резистивных капилляров, поликапиллярных колонок. Большое внимание мы планируем уделить освоению (самостоятельно либо в кооперации) многоанодных МКП-ФЭУ бипланарной конструкции на основе шевронной сборки квадратных МКП. Аналогичные изделия уже освоены за рубежом предприятиями Hamamatsu (Япония), LAPPD (США), Photonis (Франция), NNVТ (Китай), Photek (Англия).

Мы рассматриваем еще одно направление применения микроканальных детектирующих устройств – неразрушающий контроль материалов на атомном уровне, который за рубежом активно используется для создания стратегически важных преимуществ в различных областях промышленности – в металлургии при разработке

новых сплавов, в электронной промышленности для контроля качества поверхности полупроводников, в криминалистическом анализе, устройствах анализа всхожести культур в сельском хозяйстве.

Высокоточную приборную базу на основе атомно-зондовых томографов (АЗТ) и сканеров производят ведущие компании-производители аналитического оборудования в мире – Agilent Technologies, Edwards, Photek, Bruker. В России задачей разработки и мелкосерийного освоения АЗТ занимается Комплекс теоретической и экспериментальной физики НИЦ «Курчатовский институт». Здесь также разрабатываются методы позиционной аннигиляционной спектроскопии (ПАС), позволяющей изучать как твердые среды (дефектоскопия, распределение свободного объема, пористость), так и жидкости (структурная и радиационная химия, онкология). Применение ФЭУ с МКП для ПАС позволяет имплементировать и такие новые методы диагностики раковых новообразований как Ps-imaging – картирование тканей по их оксигенации.

Уникальное производство «Баспик» рассчитано только на уникальные редкие применения или есть такие направления техники, которые позволят наладить промышленный серийный выпуск продукции?

Мы понимаем, что унификация изделий позволяет обеспечить серийность, а серийность – это ключ к высокому качеству и низкой себестоимости. Поэтому, не смотря на уникальные решения, в которых используются уникальные приборы с МКП, мы находимся в поиске изделий, потребность в которых ищет выход в серийности производства. Анализ патентов показал, что крупнейшим классом приборов, использующим возможности МКП, являются масс-спектрометры различных типов. К сожалению, в России их производство только налаживается, тогда как в Европе, США и Китае давно идет полным ходом, определяя новый уровень аналитических возможностей в самых разных областях промышленности и научно-исследовательской работы.

В настоящее время мы участвует в ряде проектов по разработке приборов подобного типа. Например, в период эпидемии COVID-19 ВТЦ «Баспик» разработал и поставил экспериментальный макет МКП-детектора для высокочувствительного малогабаритного масс-спектрометра, позволяющего диагностировать заболевания по следовым количествам летучих соединений (биомаркеров). Прибор является разработкой ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова», в настоящее время проходит стадию опытного освоения.

Времяпролетная масс-спектрометрия определяет налетающие ионы путем измерения времени, которое тратит ион на продвижение от источников ионов к детектору. Детекторы для времяпролетных масс-спектрометров должны иметь высокоскоростной отклик и регистрировать ионы с высокой эффективностью. Поэтому в данных детекторах, в основном используются МКП, которые имеют высокую чувствительность к ионам и субнаносекундное время отклика. Детекторы для времяпролетных масс-спектрометров (TOF-детекторы) помимо малой длительности импульса должны иметь выходной сигнал без затухающих колебаний.





По данному направлению наше предприятие последние годы активно сотрудничает с НИЯУ МИФИ и ГК «Люмэкс». Для задачи НИЯУ МИФИ по разработке тандемного трехквadrupльного масс-спектрометра широкого спектра применения (количественный анализ в области научных исследований, медицины, токсикологии, криминалистики, фармацевтики, ветеринарии, мониторинга пищевых продуктов, экологического мониторинга). «ВТЦ «Баспик» в ноябре-декабре 2022 года выполнил ОКР г. по конструированию ВЭУ с увеличенным динамическим диапазоном.

Наши изделия могут выдерживать многократные циклы между вакуумом и атмосферой без ухудшения характеристик, характерного для дискретных диодных умножителей. В этом году изделия освоены в мелкосерийном производстве и поставляются заказчику. В задачах следующего года – смена форм-фактора изделия для соответствия габаритным стандартам масс-спектрометрического оборудования и хроматографов, дальнейшее улучшение характеристик с целью поставки ряду российских и зарубежных компаний. Активно развивается сотрудничество с ГК «Люмэкс» – ВТЦ «Баспик» разработал для приборов серии Lumas быстрый времяпролетный МКП-детектор открытой сборки. Созданы варианты ТоФ-

детекторов с конусным анодом и детектора на печатной плате с улучшенными характеристиками и облегченной установкой в приборе.

Низкий уровень шума, однофотонное детектирование и быстродействие выгодно отличают МКП-ФЭУ от кремниевых аналогов. При поддержке Минпромторга Российской Федерации нашим предприятием освоена серийная технология крупноформатных МКП, в период до 2026 года будет налажен их выпуск в количествах до 1000 шт. в год – достаточных для выпуска 500 ФЭУ/год. Дело за разработчиками приборов применения. ВТЦ «Баспик» со своей стороны готов к кооперации с приборостроительными организациями с целью освоения медицинского оборудования – ПЭТ сканеров и томографов.

Какие причины, на ваш взгляд, тормозят развитие подобного медицинского оборудования в России?

Для решения подобной комплексной задачи необходимо обеспечение системного финансирования всех звеньев разработки, определение структуры, контролирующей ее освоение. Только в этом случае станет возможным продвинуться в области устойчивого обеспечения в нашей стране золотых стандартов высокоточной медицинской диагностики в таких важнейших областях как онкология, кардиология и нейрохирургия. Необходимо отметить, что МКП-ФЭУ имеют перспективы применения и в многоканальной проточной цитометрии *in vivo*, расширяющей возможности определения циркулирующих раковых клеток. Этот же электронный узел, по мнению китайских исследователей, может обеспечить революционный прогресс в области визуализации кровеносных сосудов и др. органов в режиме реального времени.

Вы создаете изделия с 1992 года. Что не дает вам потерять интерес к своему делу и вдохновляет на новые идеи?

Во-первых, изделия, в которых используются МКП, очень интересны по своим функциям и задачам, которые они решают. Мы имеем возможность

окупаться и в мир медицины, и в мир фундаментальной физики. Например, детекторы счета фотонов на основе микроканальных пластин применяются во множестве космических миссий. Среди их преимуществ высокая надежность, низкая потребляемая мощность, малый вес, невосприимчивость к радиационной среде космоса, солнечная слепота и высокое временное и пространственное разрешение. Среди космических проектов нашей страны приборы с МКП задействованы в проекте «Монитор всего неба М-2» (МВН М-2) на борту Международной космической станции, в объединенном спектрометре корпускулярных излучений СКИФ-ВЭ, в комплексе научной аппаратуры для изучения ТАЯ в УФ- и оптическом диапазонах. В 2015 году по заказу Лаборатории Беркли Калифорнийского университета ВТЦ «Баспик» разработал нестандартную микроканальную пластину изогнутой формы для опытного конструирования зонда Parker Solar Probe (NASA). Цель проекта – комплексированное исследование Солнца (ISIS) на базе измерения энергичных электронов, протонов и тяжелых ионов.

В настоящее время с привлечением ВТЦ «Баспик» ведется обсуждение задач космического проекта «Спектр-УФ» – получение высоко детальных прямых изображении астрофизических объектов в УФ-диапазоне, изучение объектов с использованием УФ-светофильтров, полевая УФ-спектроскопия низкого разрешения. Для получения прямых снимков в УФ использование ПЗС и КМОП сильно затруднено проблемой длинноволнового пропускания УФ-фильтров. Данная проблема становится практически неразрешимой для длин волн короче 200 нм при наблюдении звезд поздних спектральных классов. В этом случае МКП детекторы гарантируют максимальную чувствительность и стабильность абсолютной фотометрии. Для проекта «Спектр-УФ» при участии ВТЦ «Баспик» и в рамках кооперации с другими организациями будут разработаны отечественные МКП детекторы космического исполнения с фотокатодом CsI (115–176 нм) и с фотокатодом GaN (210–380 нм).

Во-вторых, работа с молодыми специалистами, которых мы готовим на кафедре «Оптоэлектроника и фотоэлектронные изделия» Северо-Кавказского горно-металлургического университета, дает уверенность в том, что у технологии есть будущее. С целью сближения

**Преимущества наших приборов
в способности корректно работать
в условиях магнитных полей
более 100 мТл без дополнительной
громоздкой магнитной экранировки**

с российским научным и промышленным сообществом в апреле 2023 года ВТЦ «Баспик» провел первую Всероссийскую конференцию, посвященную особенностям применения микроканальных пластин и МКП-детекторов. Задачей организации конференции была систематизация известных на сегодня направлений использования МКП и МКП-изделий в сфере гражданского и научного приборостроения. В конференции приняли участие представители крупнейших профильных вузов и научных организаций – НИЯУ МИФИ, ФТИ им. Иоффе, ОИЯИ, НИЦ «Курчатовский институт», ИЯФ СО РАН, ИНАСАН, Институт физики полупроводников, ФИАН им. П. Н. Лебе-



дева, Национальный институт ядерной физики INFN (Италия), а также представители крупных промышленных компаний. После выступлений обсуждались задачи ОКР и промышленного освоения МКП-изделий в рамках разработки и выпуска масс-спектрометрического оборудования, реализации ядерных проектов Megascience, разработки позитронно-эмиссионных томографов, сканеров и устройств нейтронографии. Участники конференции высказали свои пожелания по совершенствованию параметров МКП и МКП-изделий, разработке новых типов приборов под конкретные задачи, некоторые дорожные карты прорабатывались непосредственно после официальной докладной части и экскурсионной прогулки на свежем горном воздухе.

Все это вдохновляет нас и дает шансы на рождение новых идей.

Мы не затронули в нашей беседе вопросы финансирования. У компании много планов и на создание уникальной продукции, и в какой-то степени на создание серийной продукции. На чем основана ваша уверенность, что проекты будут коммерчески удачными?

Сегодня мы хорошо понимаем, с какими ускорением должна развиваться российская промышленность в сложившихся условиях. На фоне всех сложностей возникли и возможности, которые необходимо эффективно использовать, опера-

тивно объединив для этого опыт и научный задел всех профильных организаций. Только так мы сможем не просто выжить, но и наладить системную работу по совершенствованию и коммерциализации созданных отечественных технологических решений.

В планах нашего предприятия реанимация и значительная модернизация технологий поликапиллярной рентгеновской оптики (линзы Кумахова), а также металло-волоконных пластин, разрабатываемых ранее в СССР для целей подводной разведывательной акустики и прогрессивных ультразвуковых исследований в медицине. При поддержке Минпромторг РФ к 2028 году планируется развернуть промышленные мощности для выпуска номенклатуры высокоразрешающих волоконно-оптических преобразователей – еще одного компонента ЭОП ПНВ, также находящего применение в гражданском аналитическом приборостроении.

Открылась совершенно неожиданная ниша услуг, которые может оказывать «Баспик» российским сервисным компаниям. Это услуги по замене детекторов в импортных масс-спектрометрах на аналоги нашего производства с адаптацией последних при необходимости. Данная задача стала актуальна в связи с уходом некоторых зарубежных компаний с российского рынка одновременно с проблемой замены исчерпавших ресурс детекторов в уже действующих на территории страны приборах. На настоящий момент мы уже произвели более 50 замен, и хорошие перспективы в этом направлении просматриваются и далее.

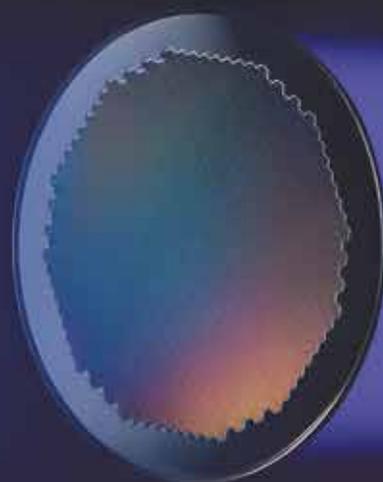
В значительной степени меняется структура экспорта, который переориентируется на страны Азии и арабский мир. При этом максимальные усилия мы планируем прикладывать именно внутри страны с целью формирования мощных долгосрочных цепочек кооперации с системной работой на перспективу и во благо всех участников рынка. Надеемся, новое время породит в нашей стране партнерства нового уровня. Иначе сейчас нельзя.

Благодарим за интересный рассказ!

Беседу с С. Куловым вела Н. Истомина

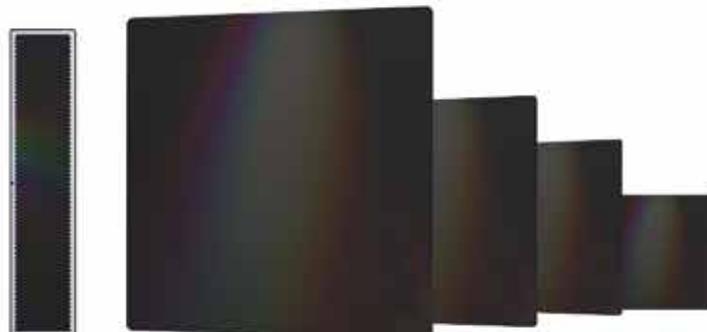


**Разработка и производство
микроканальных пластин (МКП)
и МКП-продукции
для научных и промышленных
применений**



**ЕДИНСТВЕННЫЙ В РОССИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ МКП
С 30-ТИ ЛЕТНИМ ОПЫТОМ И МИРОВЫМ УРОВНЕМ КАЧЕСТВА**

- МКП для техники ночного видения
- МКП для физики высоких энергий
- Времяпролетные ToF-детекторы, вторично-электронные умножители (ФЭУ) для масс-спектрометрии
- Фото-электронные умножители (ФЭУ) для однофотонного счета
- Детекторные сборки для атомно-зондовых томографов, позитронно-эмиссионной томографии



Крупноформатные МКП для ФЭУ и позитронно-эмиссионной томографии



Нестандартные МКП по индивидуальным заказам

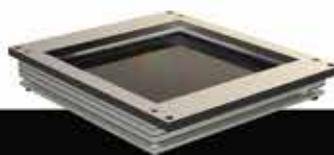
МКП для приборов ночного видения с дифференциацией рабочей зоны и диаметра канала (от 3-10 мкм)



ФЭУ «Сапфир-2АМ»



Многоанодный КЧД-детектор



Детектор DV100X100P



ToF-детектор

