

Развитие рынка химических материалов для микроэлектроники России: проблемы и перспективы

О. Книга¹

Одним из ключевых аспектов прогресса и суверенитета в области микроэлектроники является разработка и производство химических материалов, которые являются фундаментом для изготовления высокотехнологичных компонентов. Рынок химических материалов для микроэлектроники в России находится в стадии развития и обладает значительными перспективами. Проблемы, с которыми сталкивается отечественный рынок, включают ограниченное финансирование исследований и разработок, отставание технологических процессов, а также необходимость импортозамещения в свете глобальной конкуренции и политических санкций. Вместе с тем, перспективы развития рынка химических материалов в микроэлектронике России связаны с наращиванием научного потенциала, модернизацией промышленного сектора и созданием условий для инновационного роста.

АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ РЫНКА ХИМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В РОССИИ

Российский рынок химических материалов для микроэлектроники находится в стадии активного развития, основываясь на стремлении страны к достижению технологической независимости и развитию отечественной электронной промышленности. Несмотря на значительный потенциал и поддержку государства, рынок сталкивается с рядом проблем, влияющих на динамику спроса и предложения химических материалов.

Мировой рынок химических материалов для микроэлектроники в 2022 году оценивается в 59,5 млрд долл. и ожидается, что к 2027 году он достигнет 77,5 млрд долл., демонстрируя совокупный среднегодовой темп роста (CAGR) на уровне 5,4% за период с 2022 по 2027 год (рис. 1). Этот рост отражает постоянно возрастающий спрос на инновационные материалы, необходимые для поддержания быстро развивающихся технологий в микроэлектронике.

Ведущими игроками на мировом рынке химических материалов для микроэлектроники являются такие компании, как Dow Chemical Company, BASF SE, Air Products and Chemicals, Samsung Electronics и др. Эти компании

активно инвестируют в исследования и разработки, чтобы разрабатывать инновационные материалы, отвечающие растущим требованиям отрасли.

Стоит отметить, что развитие таких технологий, как 5G, искусственный интеллект, Интернет вещей (IoT) также стимулирует рост спроса на химические материалы для микроэлектроники. Эти технологии требуют более сложных и функциональных компонентов, что открывает новые возможности для инновационных материалов.

Однако, на рынке также наблюдается ряд вызовов и ограничений. Высокие затраты на исследования и разработки, строгие регуляторные требования и конкуренция между игроками могут замедлить рост рынка. Кроме того, важно обеспечить стабильность и экологическую безопасность материалов, чтобы соответствовать требованиям устойчивого развития и снижения воздействия на окружающую среду.

Спрос на химические материалы в микроэлектронике России продолжает расти в связи с увеличением объемов производства электронных компонентов и расширением применения микроэлектронных устройств в различных отраслях экономики. Российский рынок электронных химических веществ и материалов в 2022 году упал по сравнению с 2021 годом почти на 40% и составил 318 млн долл. 2023 год показал, что рынок восстанавливается, составив 442 млн долл.

¹ Tess Technology, управляющий партнер, тел. +7-916-729-07-16, o.kniga@tesstech.ru.

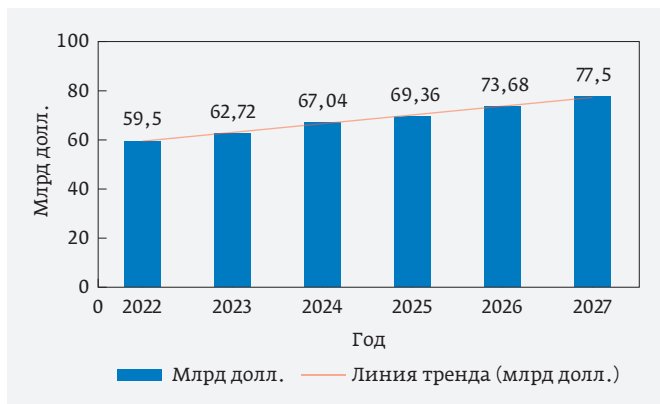


Рис. 1. Мировой рынок химических реактивов и материалов для микроэлектроники

При этом рынок достигнет 780 млн долл. к 2027 году, увеличившись на 460 млн при CAGR 19,6% за прогнозируемый период с 2022 по 2027 год (рис. 2). Такой рост рынка связан с развитием до 2030 года отрасли микроэлектроники в России, увеличением производства техники и сопутствующих устройств, где нужны элементы микроэлектроники.

С точки зрения предложения российские производители химических материалов для микроэлектроники часто сталкиваются с нехваткой высококачественного сырья и передовых технологий, что замедляет темпы инновационного развития отечественной продукции. К тому же, сложности с логистикой и экспортными операциями ограничивают доступ на зарубежные рынки, что важно для получения дополнительных доходов и опыта.

Текущие тенденции показывают, что российские компании постепенно наращивают свои мощности и технологический уровень. Позитивное влияние на отрасль оказывает государственная поддержка в виде субсидий, налоговых льгот и программ импортозамещения. Однако для удержания темпов роста и повышения конкурентоспособности необходимы дальнейшие инвестиции в НИОКР, модернизацию производственных мощностей и формирование собственных научных школ по разработке химических материалов для микроэлектроники.

Объем рынка химических реактивов и материалов в 2022 году составил 15,25 тыс. тонн и прогнозируется, что к 2027 году этот объем увеличится до 19,64 тыс. тонн с CAGR 5,19% (рис. 3). Рынок электронных химикатов в России растет в связи с увеличением спроса в оборонной и аэрокосмической отраслях. Кроме того, рост рынка связан с развитием до 2030 года отрасли микроэлектроники в РФ. При этом CAGR в денежном выражении выше, чем в натуральном выражении, что является показателем перспективности самой отрасли и увеличения стоимости в разрезе «тонна / рубль».

В перспективе российскому рынку химических материалов для микроэлектроники предстоит решение задач по улучшению качества продукции, оптимизации производственных процессов, ускорению коммерциализации разработок и интеграции в глобальные цепочки создания стоимости. Только комплексный подход, сочетающий государственную поддержку и инициативность частного бизнеса, позволит достичь значительного прогресса на пути к созданию конкурентоспособной отечественной микроэлектроники.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ЗАРУБЕЖНЫХ ПОСТАВЩИКОВ

По оценкам экспертов, за период январь-сентябрь 2023 года объем импорта химических материалов в Россию до конца года составил порядка 16 тыс. тонн, что в экономических показателях соответствует 400 млн долл.

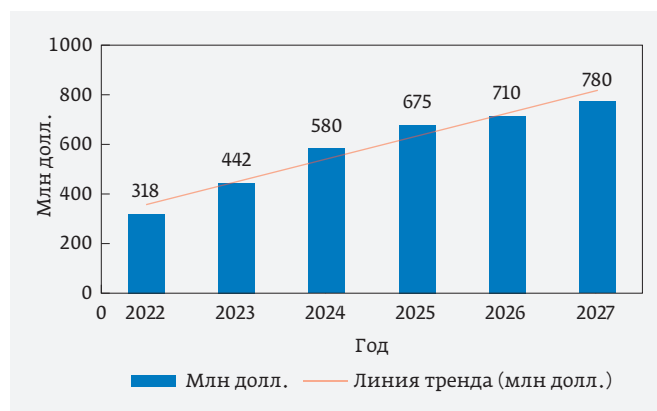


Рис. 2. Российский рынок химических реактивов и материалов для микроэлектроники в денежном выражении

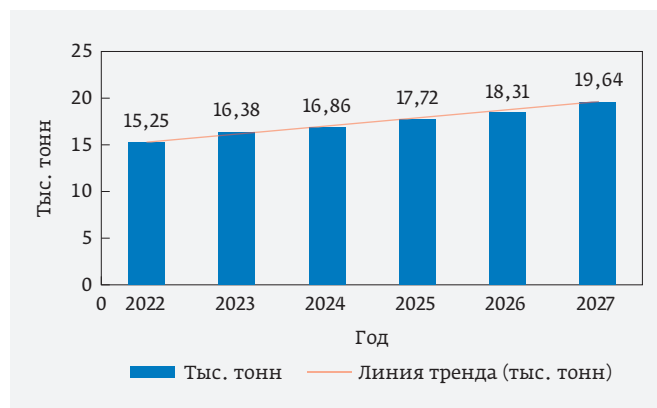


Рис. 3. Российский рынок химических реактивов и материалов для микроэлектроники в натуральном выражении

Основными странами-импортерами являются Китай (17,80%), Индия (8,21%), Северная Корея (8,53%), Казахстан (7,22%) и Узбекистан (6,17%) (рис. 4).

Проблема технологической зависимости особенно остро стоит перед производителями фоторезистов, прекурсоров для атомно-слоевого осаждения (АСО), высокочистых реактивов и газов — всех тех веществ, которые являются неотъемлемой частью процесса создания микроэлектронных устройств. Подавляющее большинство этих материалов поставляется иностранными компаниями, что делает российские предприятия уязвимыми к колебаниям валютных курсов, политическим конфликтам и экономическим кризисам.

Одной из стратегий достижения суверенитета в области микроэлектроники становится импортозамещение. В контексте химических материалов это означает создание полного цикла производства — от синтеза ключевых химических соединений до выпуска готовых микросхем. Важным шагом на этом пути стала фокусировка на разработке собственных инновационных формул химических реактивов, что помогает активизации фундаментальных и прикладных научных исследований в данной области.

Вторым направлением является развитие сотрудничества с другими странами, которые также заинтересованы в снижении зависимости от доминирующих игроков на мировом рынке химических материалов для микроэлектроники. Такое сотрудничество может

привести к обмену технологиями, совместным научным разработкам и даже созданию общих производственных площадок.

В то же время наращивание компетенций в области проектирования и производства химических материалов для микроэлектроники требует построения эффективной системы образования и подготовки кадров. Необходима интеграция учебного процесса с реальными потребностями промышленности, что предполагает углубление связей между университетами, научными центрами и предприятиями.

Путь к технологической независимости отечественного рынка химических материалов — это комплексный процесс, который требует общих усилий со стороны государства: инвестиции в научные исследования, разработка стимулирующих мер для частного бизнеса, защита внутреннего рынка через таможенное регулирование и налоговые льготы.

ВЕДУЩИЕ ПОСТАВЩИКИ ХИМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

Крупнейшими зарубежными поставщиками химических материалов в Россию уже долгие годы являются компании Nortex, STMicroelectronics и UTS Group.

Nortex — один из лидеров по дистрибуции химических продуктов в России и странах СНГ, который импортирует химические сырьевые материалы от ведущих европейских и азиатских производителей. Nortex включен в топ-100 европейских дистрибьюторов химии по рейтингу ICIS2.

STMicroelectronics через совместное предприятие с российской компанией «Микрон» участвует в производстве микроэлектроники в России. Это совместное предприятие управляет заводом по производству полупроводников в Зеленограде, обеспечивая поставку материалов и технологий.

UTS Group является дистрибьютором, имеющим эксклюзивные права на поставку многих химических продуктов от своих иностранных поставщиков в Россию и страны СНГ. Офисы и склады UTS Group работают во многих городах России, Беларуси, Казахстана, Узбекистана, Китая, Индии и Турции.

На российском рынке присутствуют иностранные компании, предоставляющие продукцию и технологии, которые могут быть не

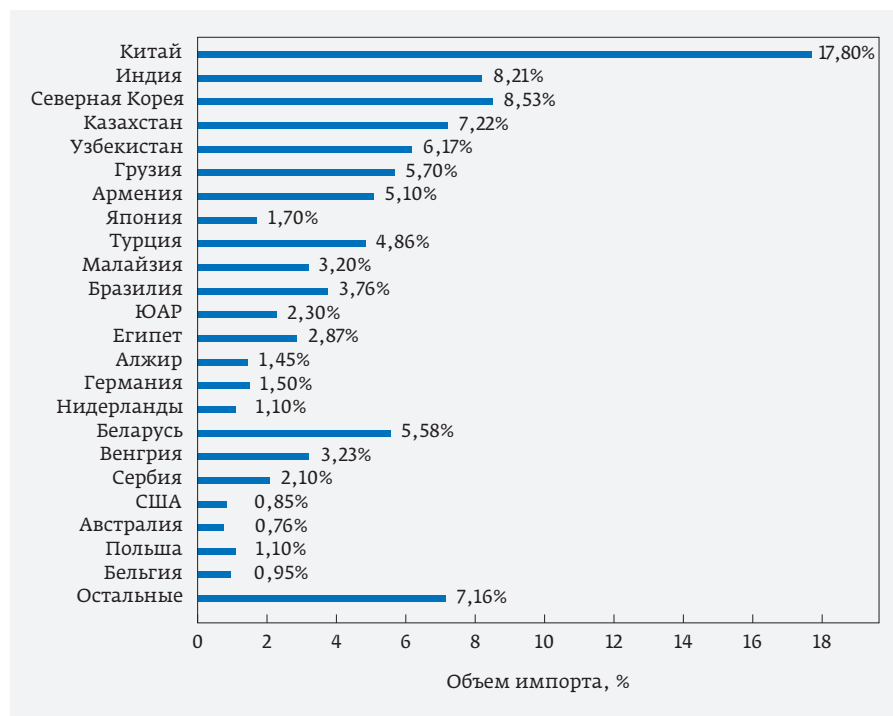


Рис. 4. Объем импорта химических материалов в Россию по странам

доступны или недостаточно развиты у отечественных производителей. Примерами таких компаний могут служить Merck KGaA, Air Products and Chemicals, BASF и Dow Chemical Company, которые поставляют различные химические материалы, включая фоторезисты, тонкие пленки, специализированные газы и прекурсоры.

Среди отечественных производителей и поставщиков химических материалов основным является ООО «Фирма «Хорст» (рис. 5).

Также на рынке активно наращивает обороты компания «Нижегородские краски», которая предоставляет широкий ассортимент специализированных лаков, красителей и покрытий для печатных плат и полупроводников. Ее продукция отличается высоким качеством и адаптированностью к требованиям современной электронной промышленности.

«Синтез-Новосибирск» также занимает значительную долю рынка, предлагая химические реагенты и газы высокой степени чистоты, которые используются в процессах очистки, травления и осаждения при производстве полупроводниковых устройств.

Крупный актер на российском рынке – «Фосфорные соединения», специализирующийся на производстве высокочистых фосфорных прекурсоров для получения полупроводниковых слоев. Важность данных материалов трудно переоценить, поскольку они определяют качество и характеристики конечного продукта.

Не менее значимый игрок – компания «Химэлектроника», которая поставляет специализированные химические соединения для фотолитографии и процессов металлизации, необходимых в производстве микросхем и других электронных компонентов.

Также стоит выделить компанию «Электрохимпур», ориентированную на выпуск чистых реактивов и материалов для электролитического осаждения металлов, что является ключевым этапом в создании микроэлектронных устройств.

В табл. 1 приведен перечень химических материалов, выпускаемых отечественными компаниями.

Одной из проблем для развития отечественного рынка химических материалов для микроэлектроники остается относительно небольшой размер внутреннего рынка и сложности с интеграцией в международные цепочки поставок из-за технологического отставания, санкций и других экономических барьеров. Тем не менее, перспективы развития существуют за счет государственной



Рис. 5. Отечественные производители химических материалов

поддержки отечественных производителей, а также стремления к импортозамещению и развитию собственных технологических баз.

РОЛЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ И ПОДДЕРЖКА ОТРАСЛИ

Развитие рынка химических материалов для микроэлектроники в России имеет критическое значение для национальной безопасности и технологической независимости страны. Государственная политика и поддержка играют ключевую роль в формировании и стимулировании данного сектора экономики.

С 2000-х годов российское правительство начало активно включаться в развитие отрасли микроэлектроники, включая производство химических материалов, необходимых для производства микроэлектронной продукции. Государство осознало, что для конкурентоспособности на мировом рынке необходимо создавать собственную базу материалов, технологий и квалифицированных кадров.

Основными инструментами государственной поддержки стали прямое финансирование исследований и разработок, налоговые льготы для производителей химических материалов, защита внутреннего рынка через таможенное регулирование импорта, а также создание специализированных научных и технологических парков, где могли бы сосредоточиться ученые и предприниматели отрасли. Программы государственной поддержки ориентированы на развитие таких ключевых направлений, как создание отечественных аналогов импортных химических веществ и материалов, улучшение качества и расширение ассортимента продукции, а также стимулирование инновационной активности предприятий.

Таблица 1. Химические материалы, выпускаемые отечественными производителями

Наименование материала	Производитель
Высокочистые инертные газы (5-7N)	
Гелий (He) 99,9995% об. (5N5)	ООО «Фирма «Хорст», ООО «НИИ КМ», ЗАО «Холодгазинжиниринг»
Ксенон (Xe) (5N5), ксенон (Xe) (6N)	ООО «НИИ КМ», ЗАО «Холодгазинжиниринг»
Азот (N ₂) (5N5)	ООО «Фирма «Хорст», ООО «НИИ КМ»
Аргон (Ar) (5N5)	ООО «Фирма «Хорст», ООО «НИИ КМ»
Неон (Ne) (5N5), неон (Ne) (6N)	ООО «НИИ КМ», ЗАО «Холодгазинжиниринг»
Криптон (Kr) (6N)	ООО «НИИ КМ», ЗАО «Холодгазинжиниринг»
Высокочистые специальные газы (4-7N)	
Кислород (O ₂)	ООО «Фирма «Хорст», ООО «НИИ КМ»
Водород (H ₂)	ООО «Фирма «Хорст», ООО «НИИ КМ», ООО НПК «Наука»
Диоксид углерода (CO ₂) 99,999% об. (5N)	БК Групп
Хлор (Cl ₂)	ООО «Фирма «Хорст»
Аммиак безводный, NH ₃ , N5.0	АО «Росэлектроника», ООО «Фирма «Хорст»
Гексафторид серы (SF ₆)	ООО «Фирма «Хорст»
Моносилан (SiH ₄) 99,99994% об. (6N4)	АО «Росэлектроника»
Бромистый водород (HBr)	ООО «Фирма «Хорст»
Тетрафторид кремния (SiF ₄)	АО «ВНИИХТ»
Арсин (AsH ₃) 6-7N	АО «Росэлектроника»
Фосфин (PH ₃) 6-7N	АО «Росэлектроника»
Дихлорсилан (SiH ₂ Cl ₂)	ООО «Фирма «Хорст»
Трихлорсилан (SiHCl ₃)	ООО «Фирма «Хорст»
Хлористый водород (HCl)	ООО «Фирма «Хорст»
Октафторпропан (C ₃ F ₈)	ООО «Фирма «Хорст»
Азота трифторид, NF ₃ , 4N	ООО «Фирма «Хорст»
Гексафторэтан, C ₂ F ₆ , 5N	ООО «Фирма «Хорст»
Силан, SiH ₄ , 5N	ООО «Фирма «Хорст»
Закись азота, N ₂ O, 5N	ООО «Фирма «Хорст»
Трихлорид бора, BCl ₃ , 5N	ООО «Фирма «Хорст»
Тетрафторметан, CF ₄ , 5N	ООО «Фирма «Хорст»
Трифторметан, CHF ₃ , 5N	ООО «Фирма «Хорст»

ОРГАНИЗАТОР



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЫСТАВОЧНЫЙ ОПЕРАТОР



МКВ
МЕЖДУНАРОДНЫЕ
КОНГРЕССЫ И ВЫСТАВКИ



**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ФОРУМ «АРМИЯ-2024»**

**12–18 АВГУСТА
ПАТРИОТ ЭКСПО**

www.rusarmyexpo.ru

Таблица 1. Продолжение

Наименование материала	Производитель
Смесь гидрида германия и водорода (GeH_4/H_2)	ООО «Фирма «Хорст»
Смесь дибора и водорода ($\text{B}_2\text{H}_6/\text{H}_2$)	ООО «Фирма «Хорст»
Смесь (PH_3/He)	ООО «Фирма «Хорст»
Высокоочищенные металлоорганические соединения (МОС) (5-7N)	
Диэтилцинк $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$	АО «Росэлектроника»
Триметилиндий $\text{In}(\text{CH}_3)_3$	АО «Росэлектроника»
Триметилалюминий $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$	АО «Росэлектроника»
Триэтилгаллий $\text{Ga}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$	ООО «Элмос»
Триэтилалюминий $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$	ООО «Элмос»
Кислоты высокоочищенные (>6N) (содержание следов металлов и частиц не более 0,1 ppb)	
Бромистый водород, НВг, N5.0	ООО «Фирма «Хорст»
Растворители высокоочищенные (6N) и вспомогательные материалы	
Тетраэтоксисилан, TEOS, N4.0 (содержание металлов не хуже N8.0)	ПАО «ГНППК»
Фоторезисты и суспензии	
Фоторезист S1811 G2	ООО «Фраст-М»
Фоторезист S1813 SP15	ООО «Фраст-М»
Высокоочищенные оксиды	
Мелкокристаллический корунд Al_2O_3 , для производства лейкосапфира и керамических подложек мощных интегральных схем	АО «Монокристалл»
Высокоочищенные вещества	
Металлический галлий (Ga, 7-8N)	АО «Гиредмет»
Металлический алюминий (Al, 7N)	АО «Компания «Славич»
Высокоочищенные поликристаллические материалы	
Поликристаллический германий для ИК-оптики, фотоприемников и подложек солнечных батарей (7N) для выращивания по Чохральскому	АО «Германий»
Поликристаллический антимонид индия InSb (5-6 N) для выращивания по Чохральскому	АО «Гиредмет»
Высокоочищенные монокристаллы элементарных полупроводников (Si, Ge), соединений A2B6, A3B5, A4B4	
Монокристаллический антимонид галлия GaSb (5-6 N), выращенный по Чохральскому 0 100 мм	АО «Гиредмет»
Материалы для формирования покрытий методами атомно-слоевого осаждения	
Тетрахлорид гафния (HfCl_4)	АО «Гиредмет»

Однако существуют проблемы, снижающие эффективность государственной поддержки. К ним относятся бюрократические барьеры, недостаточная координация действий различных ведомств и отсутствие комплексного

подхода к развитию отрасли. Кроме того, важным аспектом является необходимость обновления законодательной базы для учета особенностей инновационной деятельности в сфере химических материалов для микроэлектроники.

Также необходимо отметить, что государственная поддержка должна сопровождаться усилением интеграции российских предприятий в международные исследовательские и производственные цепочки. Это обеспечивает обмен опытом, технологиями и способствует повышению конкурентоспособности отечественных химических материалов для микроэлектроники.

Перспективы развития рынка химических материалов в России в значительной мере зависят от эффективности государственной политики. Важно не только предоставление финансовой поддержки, но и создание благоприятных условий для развития научных исследований, инновационной деятельности и промышленного производства.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ РАЗВИТИЮ РЫНКА ХИМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Рынок химических материалов для микроэлектроники в России находится в стадии становления и развития. Основные выводы, сделанные в ходе анализа, проведенного осенью 2023 года компанией Tess Technology, указывают на необходимость комплексного подхода к решению этих проблем. В частности, следует акцентировать внимание на ряде аспектов.

1. Государственная поддержка. Необходимо усилить роль государства в финансировании научных исследований и разработок, а также в создании условий для привлечения частных инвестиций в отрасль.
2. Импортозамещение и развитие собственного производства. Важно стимулировать разработку и внедрение отечественных технологий производства

химических материалов для микроэлектроники, чтобы снизить зависимость от зарубежных поставщиков.

3. Сотрудничество с ведущими мировыми компаниями. Партнерство и лицензионные соглашения с глобальными игроками позволят перенимать передовой опыт и интегрировать российский рынок в мировую систему производства микроэлектроники.
4. Образование и подготовка кадров. Качественное образование и переподготовка специалистов являются ключевым элементом для поддержания инновационного потенциала отрасли.
5. Поддержка стартапов и инновационных компаний. Создание благоприятного инвестиционного климата и предоставление грантов для молодых компаний поможет развитию новых технологий и быстрой коммерциализации научных разработок.
6. Усиление защиты интеллектуальной собственности. Эффективная система защиты патентов и авторских прав способствует стимулированию инновационной активности и защите отечественных разработок на международном уровне.

Для успешного развития рынка химических материалов для микроэлектроники в России требуется согласованная работа всех заинтересованных сторон: правительства, научного сообщества, образовательных учреждений и бизнеса. Только комплексный подход позволит создать конкурентоспособное производство, способное удовлетворять потребности отечественной микроэлектроники и выходить на международный рынок с высокотехнологичной продукцией. ●

HORST technologies

ВЕДУЩИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ГАЗОВ
ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И
ЛАЗЕРОВ

- ● ● Аналитика высокочистых газов
- ● ● Изготовление оборудования для специальных газов
- ● ● Подготовка тары под специальные высокочистые газы
- ● ● Техническое освидетельствование баллонов

+7 (495) 316-94-81, +7 (495) 316-94-88
117545, г. Москва, ул. Подольских курсантов,
д. 3, стр. 2, оф. 20
info@horst.ru