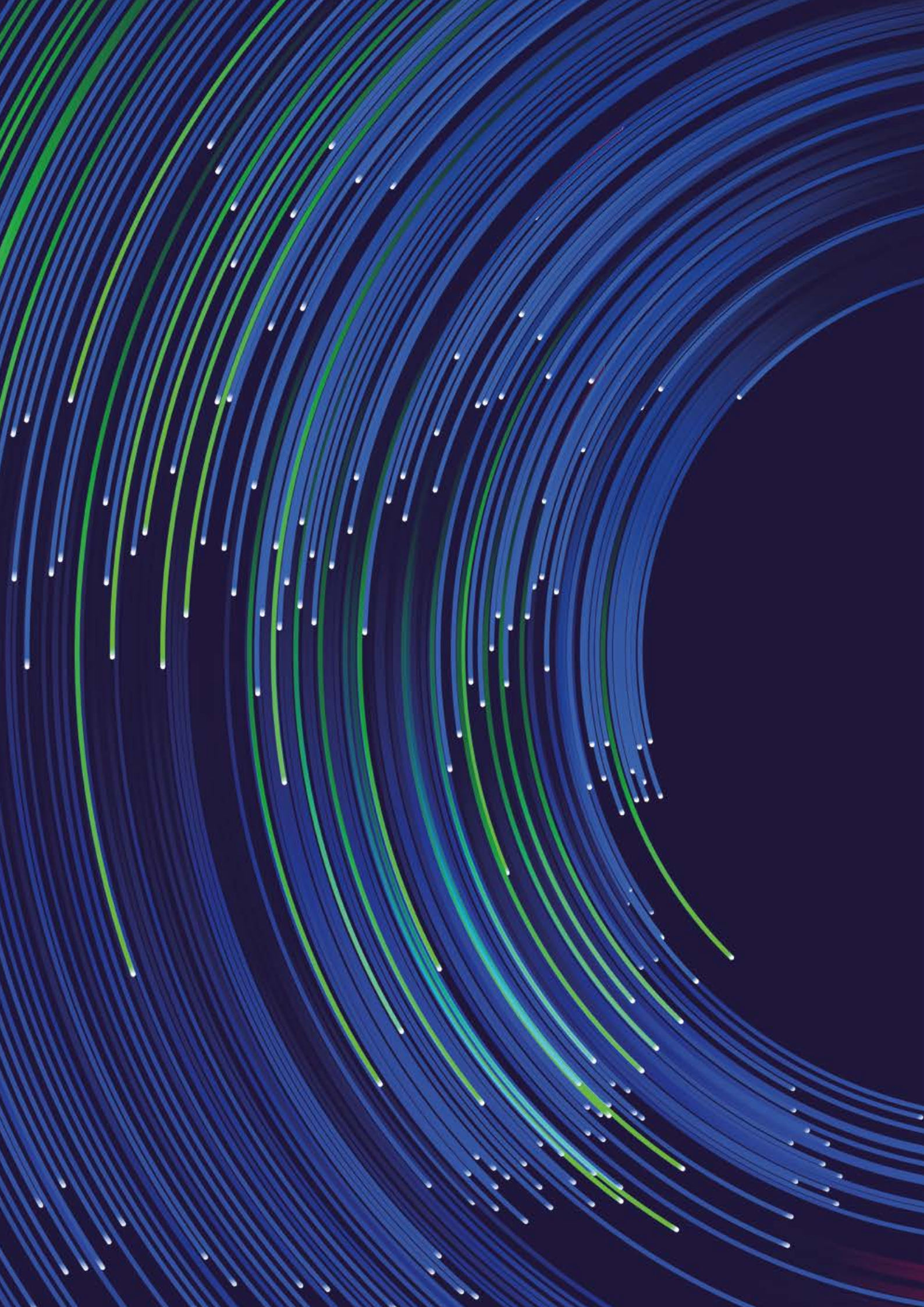


**АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
РАЗВИТИЯ РЫНКА  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ  
НАНОМАТЕРИАЛОВ  
ДО 2024 ГОДА**







# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>01 Выводы</b>	<b>2</b>
<b>02 Общие сведения об объекте исследования</b>	<b>6</b>
Термины и определения	7
Технологии получения металлических наноматериалов	8
Краткая характеристика применения металлических наноматериалов	14
<b>03 Мировой рынок металлических наноматериалов</b>	<b>18</b>
Мировой рынок наноматериалов	19
Объем и динамика рынка	19
Региональная структура мирового рынка	21
<b>04 Обзор российского рынка металлических наноматериалов: современное состояние и перспективы развития</b>	<b>22</b>
Российский рынок наноматериалов	23
Российский рынок металлических наноматериалов по сегментам	24
Импорт металлических наноматериалов	28
Характеристика отраслей-потребителей	29
Участники рынка	38
Факторы развития рынка	41
<b>05 Перспективы рынка металлических наноматериалов</b>	<b>42</b>
Приложение 1	44
Приложение 2	46
Приложение 3	48
Источники	50
Контакты	50

# ВЫВОДЫ

ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОВЕДЕННОГО АНАЛИЗА ПОЛУЧЕНЫ ВЫВОДЫ:


**1** **Мировой рынок растет с темпом 8% в год.** Высокую долю в нем занимает азиатский рынок. Российский рынок также демонстрирует рост: анализ финансовых показателей компаний-производителей металлических наноматериалов, нанопокрытий и нанокомпозитов показал, что основные параметры (выручка и прибыль) растут с темпом 10-12% в год. Есть тренд на дальнейшее увеличение выручки в этих областях. Кроме того, растет объем импорта, что говорит о возможности конкурировать с иностранными производителями.

**2** Были выделены основные отрасли-потребители нанометаллов: **электроника, металлургия, энергетика, медицина, машиностроение, лакокрасочная отрасль, строительство, железнодорожный транспорт и нефтегазовая отрасль.** Продукт заказчика рекомендуется реализовывать в строительной отрасли (в качестве добавки для бетона) (потенциальные покупатели продукта заказчика представлены в *Приложении 3*), в лакокрасочной отрасли для нужд железнодорожной и нефтегазовой отраслей (в качестве антикоррозионной добавки) (потенциальные покупатели продукта заказчика представлены в *Приложении 2*).

**3** **Выход с продуктом заказчика на сегмент производства сырья для катализаторов считаем неэффективным,** т.к. у производителей катализаторов уже есть постоянные поставщики, закрывающие их потребности в сырье (насыщенность сегмента). Кроме того, требуется референс в данной области.

Интересным рынком стоит признать производство присадок для автомобильных масел, однако, по своему типу он относится к рынку B2C, а значит, потребует длительного времени и дополнительных финансовых вложений на продвижение продукта. Рынок также насыщен: у крупных производителей уже есть собственное производство наноприсадок. С одной стороны, выручка крупнейших российских производителей наноприсадок за 2020 год составляет порядка 700 млн рублей, с другой стороны доля нанопродукции на этом рынке — менее 2%. Таким образом, рынок наноприсадок и насыщен, и ограничен.

**4** **Первичная нанотехнологическая продукция как отдельный продукт имеет низкую добавленную стоимость.** Для её увеличения требуется создание дополнительной ценности за счет уникальности продукта. В качестве решения данной задачи может выступить совмещение нескольких уникальных свойств разных материалов в одном продукте. Например, в состав добавки для антикоррозионных покрытий можно включить: оксид железа (увеличивает прочность), оксид титана (создает дополнительную защиту от УФ-лучей), оксид вольфрама (защищает от плесени), биоцид в виде сульфида мышьяка защитит поверхность от обрастания (материал с такой добавкой будет востребован для оффшорных проектов и объектов морской инфраструктуры). Для производства вольфрама и биоцида уже созданы технологии, но ещё не реализованы на практике. *Контакты разработчиков указаны в приложении.*



**5** Сфера применения нанопорошков обширна и при выборе типа продукта рекомендуется выбирать для производства не чистые нанометаллы (что приведет к удорожанию продукта), а именно нанопорошки или суспензии, выступающие в качестве аддитива и улучшающие свойства других материалов. До конца не изучено взаимодействие чистых нанометаллов с окружающей средой за счёт большей площади поверхности. Заключение металла в углеродную оболочку дает возможность использовать положительные свойства как углерода, так и металла. При выборе между нанопорошками и суспензиями с логической точки зрения удобнее первый вариант, в связи с чем нанопорошки можно рекомендовать как ведущий продукт заказчика.

---

**6** Стоит учесть, что портрет заказчика на рынке следующий: **производитель первичной нанотехнологической продукции, имеющий собственные производственные площади.** Цель – выйти на постоянный объем заказов для стабилизации финансовых параметров. В качестве целевой аудитории выступают крупные промышленные предприятия в строительной, лакокрасочной отраслях и нефтегазовом секторе, а также естественная монополия – РЖД.

---

01



**7** Вывод на рынок добавки в виде наноструктурированного металл-углеродного композита требует правильного позиционирования по отраслям и проведения определенных процедур и испытаний, а именно:

**а. Нефтегазовая отрасль** требуется проведения испытаний и включения в реестр используемых антикоррозионных материалов в составе покрытия. Для этого необходимо заключение соглашения с производителем/производителями лакокрасочной продукции – это упростит прохождение испытаний и сертификации по внутренним стандартам потребителя. У основных участников нефтегазовой отрасли есть запрос на новые решения, в том числе и по новым материалам. Остро стоит задача импортозамещения, на оффшорных проектах использование зарубежной лакокрасочной продукции достигает 80%, а учитывая анализ импорта продукции, проведенный ранее, импортозамещение выгодно обеим сторонам – отечественным производителям и отечественным потребителям.

**б.** Для использования в **железнодорожной отрасли** требуется получение сертификации АО «ВНИИЖТ». Также у ОАО «РЖД» существует корпоративный акселератор стартапов, в рамках которого в 2021 году не рассматривались новые материалы для подвижного состава. Однако, можно принять участие в данном мероприятии в 2022 году при наличии соответствующих тематик. Обновление подвижного состава, поддержание состояния и ремонт текущего парка заложены в долгосрочной программе ОАО «РЖД» до 2025 года.

**с.** В **судостроительной отрасли** мало крупных проектов с полным окрашиванием, текущий ремонт проводится с учетом минимальных затрат. Проблема импортозамещения также стоит остро. Система сертификационных процедур ещё более сложная и дорогостоящая, поэтому доступна в основном зарубежным компаниям. Материалы, применяемые в судостроении, в обязательном порядке должны иметь сертификат РМРС (Российский морской регистр судоходства). Сертификация лакокрасочных материалов включает в себя испытания, проводимые ЦНИИ «Прометей».

**д.** Различные отрасли-потребители продукции заказчика требуют прохождения испытаний в разных сертифицирующих центрах (ВНИИГАЗ, ВНИИСТ, НИИ ТНН, ВНИИЖТ, НефтегазТехЭкспертиза, 25 ГосНИИ МО РФ, НИИПХ, ИПТЭР, ГосНИИГА, Фундаментпроект, ЛКМ-ХОТЬКОВО-ТЕСТ, НИИЖБ, ЦНИИПСК им. МЕЛЬНИКОВА, ИЦ Лакокраска). Для минимизации затрат рекомендуется получить разрешение на испытание материала на «пилотном» участке в рамках внутренних инновационных проектов корпораций (например, «Газпрома»). Попытки получить сертификаты во всех центрах неэффективны.

**8** **Целесообразно реализовывать продукт заказчика в строительной, лакокрасочной, железнодорожной и нефтегазовой отраслях.** При этом стоит учитывать сложность «входных барьеров» в каждую отрасль, описанных выше. Для примера, рынок антикоррозионных материалов составляет в РФ 25 млрд руб., если войти на рынок с продукцией заказчика и полу-

чить выручку 0,5% от рынка, для заказчика это приведет к получению выручки, сопоставимой с объемами выручки всех российских производителей первичной нанотехнологической продукции.

**9 Потенциальные сложности в реализации продукта заказчика могут быть связаны с недоверием к нанотехнологиям в целом.** Здесь можно рассмотреть кейс: самый успешный проект в России в сфере нанодобавок OCSiAl практически не нашёл отклика на российском рынке даже с учётом широкой номенклатуры, что ещё раз подтверждает низкую восприимчивость к инновациям. При этом, компания успешно представлена за рубежом. Рекомендуется обратить внимание на рынок экспорта, который пока выглядит более привлекательным. Рынок РФ не готов в полной мере для полного принятия наноматериалов.

**10 Для снятия недоверия к продукту возможна добровольная сертификация продукции nanoиндустрии в системе «Наносертифика».** В процедуру входят: подтверждение потребительских (функциональных) параметров продукции и преимущественных характеристик, полученных за счет применения нанотехнологий; классифицирование продукции по степени потенциальной опасности; анализ состояния производства. Продукция, успешно прошедшая процедуру сертификации, маркируется знаком соответствия Системы «НАНОСЕРТИФИКА». Заявителю выдается сертификат соответствия. В реестр сертифицированной продукции входит около 450 продуктов.

**11 Перспективы в области продвижения продукта заказчика (долгосрочная маркетинговая стратегия):**

**a.** Увеличение стабильности получаемой продукции и функциональных качеств продукта даст возможность выхода на рынок ВПК и авиационно-космической отрасли.

**b.** Сгенерировать и последовательно реализовывать маркетинговую стратегию, включая рекламные действия просветительского характера (контекстная реклама, продвижение в соцсетях с позиции объяснения сути наноматериалов) и общую популяризацию нанопродукции в России.

**c.** Для диверсификации товарной линейки существует возможность взаимодействия с академической средой, т.к. есть большое количество не коммерциализированных разработок на базе НИТУ «МИСиС», ИТПМ СО РАН, ИХТТМ СО РАН, Томского нанокластера.

**12 В 2020 – 2021 гг. рынок металлических наноматериалов демонстрирует активное развитие и интерес к технологиям,** который был отмечен в 2010 – 2013 гг. На текущий момент рынок состоит из производства чистых нанометаллов, суспензий и не чистых нанометаллов. Для успешного выхода и закрепления на рынке основной задачей будет снижение себестоимости производимого продукта и сохранение процента эффективности свойств.



# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

02



# ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

## **НАНОДИАПАЗОН:**

Диапазон линейных размеров приблизительно от 1 до 100 нм.

*Примечание:* Уникальные свойства нанообъектов проявляются преимущественно в пределах данного диапазона.

## **НАНОМАТЕРИАЛ:**

Твердый или жидкий материал, полностью или частично состоящий из структурных элементов, размеры которых хотя бы по одному измерению находятся в нанодиапазоне.

*Примечания:*

1. Наноматериал является общим термином для таких понятий как «совокупность нанообъектов» и «наноструктурированный материал».
2. См. также термины «технический наноматериал» и «побочный наноматериал».

## **НАНООБЪЕКТ:**

Дискретная часть материала, линейные размеры которой по одному, двум или трем измерениям находятся в нанодиапазоне.

*Примечание:*

Внешние линейные размеры нанообъекта определяют по трем измерениям.

## **НАНОСТРУКТУРА:**

Композиция из взаимосвязанных составных частей различных веществ, одна или несколько из которых имеют линейные размеры в нанодиапазоне.

*Примечание:* Граница между составными частями определяется границей прекращения свойств.

## **НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЙ МАТЕРИАЛ:**

Материал, имеющий внутреннюю или поверхностную наноструктуру.

*Примечание:* Настоящее определение не исключает наличия у нанообъекта внутренней или поверхностной структуры. Рекомендуется применять термин «нанообъект» к элементу наноструктурированного материала, если его линейные размеры по одному, двум или трем измерениям находятся в нанодиапазоне.

## **ТЕХНИЧЕСКИЙ НАНОМАТЕРИАЛ:**

Наноматериал, изготовленный для конкретного применения или реализации заданной функции

## **ПРОМЫШЛЕННЫЙ НАНОМАТЕРИАЛ:**

Наноматериал, преднамеренно изготовленный с заданными свойствами и/или составом.

## **ПОБОЧНЫЙ НАНОМАТЕРИАЛ:**

Наноматериал, непреднамеренно образующийся в ходе процесса.

## **НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО:**

Преднамеренный синтез, изготовление или управление свойствами наноматериалов, или отдельные этапы процесса изготовления в нанодиапазоне для коммерческих целей.

## **ПРОЦЕСС НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА:**

Совокупность мероприятий, направленных на преднамеренный синтез, изготовление или управление свойствами наноматериалов, или отдельные этапы процесса изготовления в нанодиапазоне для коммерческих целей.

## **НАНОРАЗМЕРНЫЙ ЭФФЕКТ:**

Эффект, возникающий вследствие наличия нанообъектов или участков размерами в нанодиапазоне.

## **НАНОРАЗМЕРНОЕ СВОЙСТВО:**

Характеристика нанообъекта или участка размерами в нанодиапазоне.

## **НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ:**

Продукция, уникальные эксплуатационные и функциональные характеристики которой получены с применением нанотехнологий.

## **НАНОУЛУЧШЕННАЯ ПРОДУКЦИЯ:**

Продукция, изготовленная с применением нанотехнологий, обеспечивающих улучшение заданных эксплуатационных и функциональных характеристик продукции.

## **НАНОПОКРЫТИЯ:**

Покрытия толщиной от 1 до 100 нм.

## **НАНОКОМПОЗИТ:**

Многофазный твердый материал, одна из фаз которого имеет одно, два или три измерения меньше 100 нанометры (нм) или структуры, имеющие нанометровые расстояния повторения между различными фазами, составляющими материал.

## **НАНОСУСПЕНЗИЯ:**

Текущая нанодисперсная система, содержащая диспергированные нанообъекты.

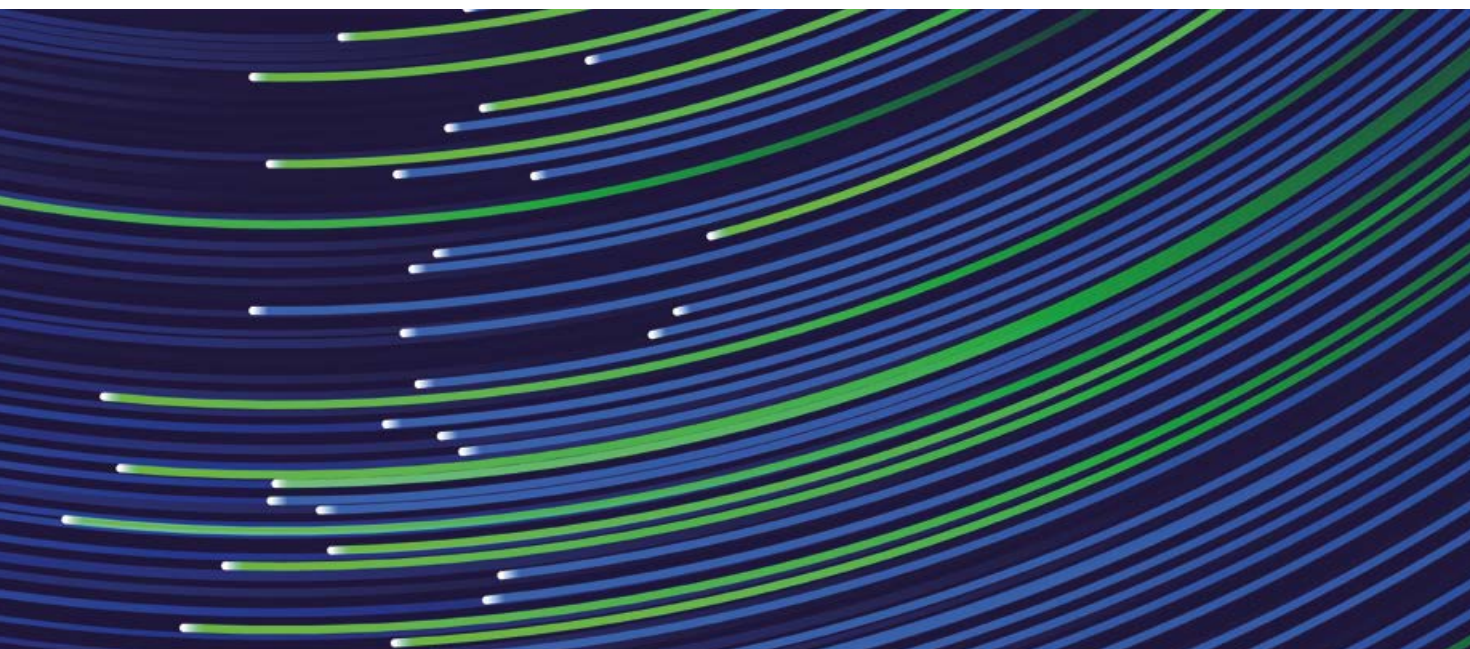
## **МОНОДИСПЕРСНАЯ НАНОСУСПЕНЗИЯ:**

Наносуспензия, содержащая нанообъекты только одного размера и одинаковой формы.

## **ПОЛИДИСПЕРСНАЯ НАНОСУСПЕНЗИЯ:**

Наносуспензия, содержащая нанообъекты разных размеров и форм.

# ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ



## Методы синтеза наночастиц и нанопорошков Конденсация паров и газофазный синтез

**Газофазный синтез с конденсацией паров**, иначе — метод испарения и конденсации, (англ. *gasphase synthesis with vapor condensation или evaporation-condensation method*) — это метод получения нанопорошков металлов, сплавов или химических соединений путем конденсации их паров вблизи холодной поверхности или на ней при контролируемой температуре в атмосфере инертного газа низкого давления. Это самый простой способ получения нанокристаллических порошков ввиду его высокой производительности. В отличие от испарения в вакууме, атомы вещества, испаренного в разреженной инертной атмосфере, быстрее теряют кинетическую энергию из-за столкновений с атомами газа и образуют кластеры. При их конденсации образуются нанокристаллические вещества.

### Модификации газофазного получения наночастиц

#### Лазерная абляция

Газофазный метод активно используется при получении углеродных нанотрубок и фуллеренов. Один из способов состоит в испарении мишени, представляющей собой сплав металла с графитом, с помо-

щью лазерного луча в атмосфере аргона при повышенном давлении и температуре около 1200 °С. Испарившиеся атомы углерода переносятся потоком аргона в низкотемпературную область и осаждаются на охлаждаемый водой медный коллектор.

#### Распыление в дуговом разряде

Оптимальные условия получения углеродных нанотрубок реализуются в дуговом разряде при использовании электролизного графита в качестве электродов. Распыление графита осуществляется при пропускании переменного тока от 100 до 200 А с частотой 60 Гц при напряжении между 10 и 20 В. Испарившийся графит попадает в камеру, заполненную гелием He, давление которого составляет около 104 Па, и осаждается на поверхность медного кожуха, охлаждаемого водой. Из обработанного и промытого порошка можно выделить до 10% фуллеренов и нанотрубок.

## Плазмохимический синтез

**Плазмохимический синтез нанопорошков** (англ. *plasma chemical technique*) — химический метод получения высокодисперсных порошков нитридов, карбидов, боридов и оксидов, заключающийся в протекании реакции в низкотемпературной плазме вдали от равновесия при высокой скорости образования зародышей новой фазы и малой скорости их роста.



## Осаждение из коллоидных растворов

Группа нанотехнологий, которая использует **осаждение из коллоидных растворов**, является одной из наиболее востребованных для получения огромного разнообразия нанопорошков. Общей чертой этой группы является проведение химических реакций в водных и органических растворах солей.

Используемые методы очень разнообразны. Эти методы широко используются для синтеза высокодисперсных порошков различных веществ в виде осадков, для получения сплошных и дискретных пленок. Наночастицы из коллоидных растворов получают с помощью химической реакции между компонентами раствора и прерывания реакции в определенный момент времени, после чего дисперсная система переводится из жидкого коллоидного состояния в дисперсное твердое.

*Осаждение из коллоидных растворов* как метод получения изолированных наночастиц обладает очень высокой селективностью и позволяет получать наночастицы с очень узким распределением по размеру.

*Методом осаждения с использованием прекурсоров* можно синтезировать различные наноструктурированные смеси.

*Золь-гель процесс* был разработан специально для получения оксидной керамики. Процесс включает в себя следующие стадии: приготовление растворов алкоксидов, их каталитическое взаимодействие с последующим гидролизом, конденсационная полимеризация, дальнейший гидролиз. В качестве продукта процесса получают оксидный полимер (гель). Его подвергают старению, промывке, сушке и термообработке.

*Метод жидкофазного восстановления из растворов* используется для получения только нанопорошков металлов с невысокими значениями восстановительного потенциала (медь, серебро, никель). Он заключается в приготовлении раствора органической соли металла с последующим добавлением сильного восстановителя и отделением выпавшего в осадок металлического нанопорошка.

*Метод гидротермального синтеза* использует химические реакции гидротермального разложения и окисления, которые протекают в водных средах при повышенных температурах (от 373 до 643 К) и давлениях (до 100 МПа). Метод позволяет

получать нанопорошки оксидов с узким разбросом частиц по размерам.

*Микроэмульсионный метод* включает в себя следующие ступени: приготовление эмульсии из двух несмешивающихся жидкостей — водного раствора и масла, осаждение гидроксида металла в пределах капель водной фазы путем добавления органического осадителя, разделение компонентов, сушка продукта осаждения.

*Криогенная сушка коллоидных растворов* также позволяет получать нанопорошки. Криохимический метод получения нанопорошков оксидов металлов заключается в растворении солей, быстром замораживании полученных растворов, сублимации растворителя и термическом разложении остатка. В этом случае раствор распыляют в камеру с криогенной средой, где он замерзает в виде мелких частиц. Затем давление газовой среды снижается до значения, меньшего, чем равновесное давление над замороженным растворителем. После этого материал нагревают при непрерывной откачке для возгонки растворителя. В результате образуются тончайшие пористые гранулы одинакового состава, прокаливанием которых получают порошки.

## Химическая конденсация

Наиболее простым и часто используемым способом является **синтез наночастиц в растворах при протекании различных реакций**. Для получения металлических наночастиц применяют реакции восстановления, при которых в качестве восстановителя используют алюмо- и борогидриды, тетрабораты, гипофосфиты и многие другие неорганические и органические соединения.

Наноразмерные частицы солей и оксидов металлов получают чаще всего в реакциях обмена и гидролиза. Например, золь золота размером частиц 7 нм может быть получен восстановлением хлорида золота борогидридом натрия с использованием в качестве стабилизатора додекантиола. Тиолы широко используются для стабилизации наночастиц полупроводников. В качестве стабилизаторов используют и другие органические соединения, способные образовывать поверхностные комплексы. Реакцию гидролиза проводят в органических растворителях.

Этот метод обладает чрезвычайно широкими возможностями и позволяет получать материалы, содержащие и биологически активные макромолекулы.

## Пиролиз

Получение нанокристаллических порошков металлов и соединений с помощью **пиролиза** (термическое разложение в специальной атмосфере) связано с использованием прекурсоров, которыми обычно служат сложные элементо- и металлоорганические соединения, полимеры, гидроксиды, карбонилы, формиаты, нитраты, оксалаты, амиды, имиды, азиды металлов. Прекурсоры содержат все или почти все химические элементы, которые должны присутствовать в получаемом продукте. Нагрев прекурсоров до определенной температуры приводит к их разложению с образованием синтезируемого вещества и выделением газовой фазы.

## Механохимический синтез

Одной из наиболее производительных «сухих» химических технологий, не требующих или минимизирующих использование растворителей для проведения химических реакций, является **механохимический синтез**.

*Механохимические реакции* — химические превращения, инициированные или ускоренные механическим воздействием. При механическом воздействии на твердые смеси происходят процессы измельчения вещества, ускорения массопереноса, гомогенизации компонентов смесей и как следствие — активация химического взаимодействия реагентов.

Механизмы механохимических реакций отличаются многостадийностью и включают такие наиболее важные этапы, как начальная деформация кристаллической структуры реагентов, образование, накопление и взаимодействие точечных и линейных дефектов, измельчение вещества на отдельные блоки, образование метастабильных состояний в контактной зоне разных фаз, химическая гомогенизация и релаксация продуктов реакции до равновесного состояния. Изучением реакционной способности твердых тел при их деформировании и разрушении занимается механохимия.

## Дезинтеграция

**Дезинтеграция** — процесс механического деления твердых тел на части под действием внешних усилий, преодолевающих химические силы связи.

## Детонационный синтез

**Детонационный синтез** — метод механического ударно-волнового воздействия, представляющий собой быстро протекающий процесс, который создает динамические условия для синтеза конечного продукта и его диспергирования до порошка с нанометровым размером частиц.

Детонационный синтез используется для получения различных морфологических форм углерода, преимущественно нанокристаллического порошка алмаза (наноалмаз), и нанопорошков оксидов различных металлов: Al, Mg, Ti, Zr, Zn и др.

## Электровзрыв

Нанопорошки можно получать **электрическим взрывом проводника** при прохождении по нему мощного импульса тока длительностью около 1 мкс и плотностью от 10<sup>4</sup> до 10<sup>6</sup> А·мм<sup>-2</sup>. Для этой цели используется проволока диаметром от 0.1 до 1.0 мм.

Электровзрыв проводника представляет собой резкое изменение агрегатного состояния металла в результате интенсивного выделения энергии в нем при пропускании импульсного тока большой плотности.

## Самораспространяющийся высокотемпературный синтез

**Самораспространяющийся высокотемпературный синтез** (СВС) представляет собой быстро распространяющийся процесс твердого горения реагентов (металла и углерода для получения карбидов или металла в среде азота — нитридов) при температуре от 2500 до 3000 К.



## Термоциклирование вблизи температуры структурных фазовых переходов

Для создания нанокристаллических керамических материалов, обладающих достаточно высокой твердостью, пониженной хрупкостью и устойчивостью к растрескиванию, **перспективны карбиды переходных металлов IV, V и VI групп**. Это наиболее тугоплавкие из всех соединений, по твердости уступающие только алмазу и кубическому нитриду бора. Монокарбиды переходных металлов IV и V групп МСu — сильно нестехиометрические соединения. В неупорядоченном состоянии они имеют кубическую структуру B1 и могут содержать до 50% структурных вакансий в неметаллической подрешетке. При температуре ниже 1300К структура B1 становится неустойчивой и в нестехиометрических карбидах происходят фазовые переходы «беспорядок–порядок первого рода», сопровождающиеся скачкообразным изменением объема и образованием упорядоченных фаз со сложными сверхструктурами. Процесс упорядочения является диффузионным, поэтому превращение происходит в течение определенного времени, зависящего от температуры. Карбиды синтезируют в интервале температур от 1400 до 1800К, которые выше температур фазовых превращений «беспорядок–порядок» ( $T_{trans}$ ). При охлаждении карбида до комнатной температуры происходит упорядочение. При быстром охлаждении процесс упорядочения не успевает закончиться и нестехиометрический карбид остается в метастабильном неупорядоченном состоянии. Из-за различия параметров решеток неупорядоченной и упорядоченной фаз в образце возникают напряжения, которые могут привести к растрескиванию кристаллитов по границам раздела этих фаз. Уменьшив размеры доменов упорядоченной фазы, можно получить наноструктурированные порошки нестехиометрических карбидов.

## Получение компактных двумерных и трехмерных наноматериалов

### Компактирование нанопорошков

**Компактирование** является технологическим процессом, в результате которого получают порошок в форме готовой детали.

Процесс обычно проводят в две стадии: *формовки и спекания*. В ряде методов обеспечивается совмещение этих стадий в одну. Для получения объемных наноматериалов из порошков применяется множество технологий формовки. Для прессования нанопорошков наиболее широкое распространение получила технология одноосного прессования. Используются такие его методы, как статическое (прессование в пресс-формах или штамповка), динамическое (магнитно-импульсное, а также взрывное) и вибрационное (ультразвуковое) прессование.

### Нанокерамика

В широком смысле к **керамическим материалам** относят класс материалов, получаемых спеканием дисперсных порошков достаточно тугоплавких и хрупких в обычных условиях веществ различной физико-химической природы: оксиды, нитриды, карбиды, бориды, силициды и другие керамические материалы.

Керамику делят на две группы: *конструкционную и функциональную*. К первой группе относят материалы, используемые для создания механически стойких конструкций и изделий. Ко второй — керамику со специфическими электрическими, магнитными, оптическими и другими свойствами.

Важнейшими компонентами современной керамики являются: оксиды алюминия, циркония, кремния, бериллия, титана, магния; нитриды кремния, бора, алюминия; карбиды тугоплавких металлов, кремния, бора и др.

## Осаждение и напыление на подложку

**Методы синтеза поверхностных (двумерных) наноструктур или пленочных материалов различного назначения** представляют собой известные способы получения твердофазных материалов, но имеют свои отличительные особенности, связанные с нанесением материалов на подложку.

Пленочные, поверхностные, наноструктуры обладают особыми свойствами, отличающими их от объемных материалов. В тонких пленках реализуются такие явления, как эффекты электроформовки, мягкий и восстановительный пробой, А- и В-фриттинг, эффект электронного переключения и др. Для современной электроники и спинтроники, создания сверхпроводящих структур особое место занимает сверхточный синтез с заданной топологией (заданный порядок расположения атомных слоев) в синтезируемой структуре.

В настоящее время полупроводниковые, металлические и диэлектрические тонкие пленки получают в основном методами, которые делятся на четыре группы: *электрохимические, конденсация из паровой фазы в вакууме, кристаллизация из газовой фазы с помощью химических реакций, осаждение из жидкой фазы* (раствор — расплав). Каждый метод имеет свои особенности и применяется для определенного ряда веществ в соответствии с их физическими, химическими свойствами и функциональным назначением синтезируемых слоев.

## Гетероструктуры

**Гетероструктура** (англ. *heterostructure*) — полупроводниковая структура с несколькими гетеропереходами (ГП); термин в физике полупроводников, обозначающий выращенную на подложке слоистую структуру из различных полупроводников, в общем случае отличающихся шириной запрещенной зоны. Между двумя различными материалами формируется ГП, на котором возможна повышенная концентрация носителей, и отсюда — вырожденный двумерный электронный газ. В отличие от моноструктур, гетероструктура обладает большей гибкостью в конструировании нужного потенциального профиля зоны проводимости и валентной зоны. Возможность изменять на границах ГП ширину запрещенной зоны и диэлектрическую проницаемость позволяет в гетероструктурах эффективно управлять движением носителей заряда, их рекомбинацией, а также управлять световыми потоками внутри гетероструктур.

Для получения гетероструктур применяется три метода: *жидкофазная эпитаксия (ЖФЭ), химическое осаждение из газовой фазы (ХОГФ) и молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ)*. В наиболее широко используемом методе ЖФЭ осаждение эпитаксиального слоя происходит из раствора-расплава, который находится в контакте с поверхностью подложки (для АІІІВУ растворитель чаще всего элемент ІІІ группы). Метод ХОГФ применяется в основном для выращивания эпитаксиальных гетероструктур на основе полупроводников АІІІВУ. В методе МЛЭ эпитаксиальные слои выращиваются осаждением на подложке атомов и молекул, потоки которых формируются в сверхвысоком вакууме.

## Кристаллизация аморфных сплавов

Нанокристаллическая структура создается в аморфном сплаве путем его кристаллизации. **Аморфные сплавы** (их называют также металлическим стеклами) получают разными методами, основой которых является быстрый переход компонентов сплава из жидкого состояния в твердое. Из-за аморфной структуры магнитные сплавы обладают высокой магнитной проницаемостью и низкой коэрцитивной силой. Из-за аморфной структуры конструкционные сплавы отличает высокая механическая прочность, устойчивость к растрескиванию и большая микротвердость.

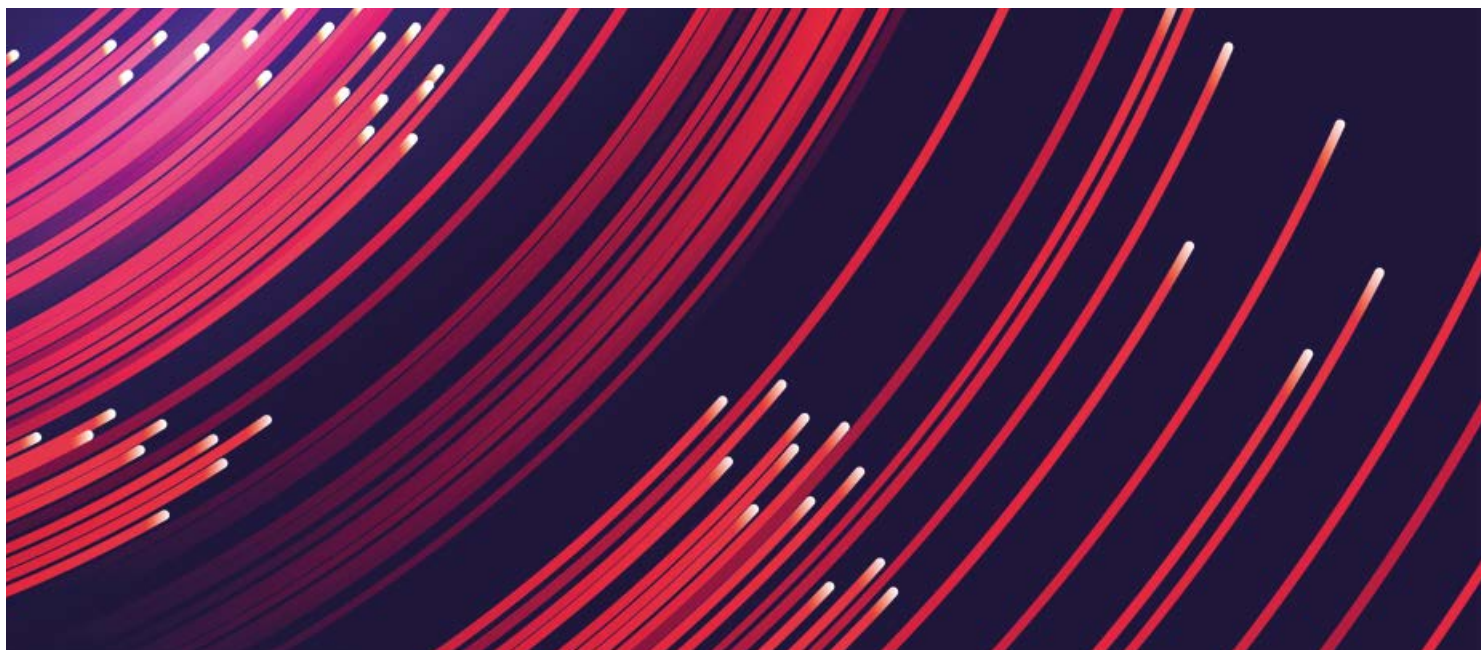
Существуют следующие методы получения аморфных сплавов:

- высокоскоростное ионно-плазменное и термическое напыление материала на охлаждаемую жидким азотом подложку (позволяет получать слои толщиной до 5 мм);
- химическое или электролитическое осаждение ионов металлов на подложку;
- оплавление тонких поверхностных слоев деталей лазерным лучом;
- лазерная обработка смеси порошков при быстром отводе тепла от расплава;
- сверхбыстрая закалка из жидкого состояния.

## Магнитные наноматериалы

**Магнитные наноматериалы** получают путем создания нанокомпозитов с использованием магнитных наночастиц и путем напыления магнитных пленок из наночастиц на подложку. Наноматериалы, обладающие гигантским магнетосопротивлением, получают путем растворения магнитных нанокластеров одного металла в матрице другого металла, который обладает хорошей проводимостью.





## Интенсивная пластическая деформация

Весьма привлекательным способом получения компактных нано- и субмикроструктурных материалов является **интенсивная пластическая деформация (ИПД)**.

В основе этого метода лежит формирование сильно фрагментированной и разориентированной структуры с большеугловыми (высокоугловыми) границами между зёрнами, имеющей признаки рекристаллизованного аморфного состояния. ИПД применима в основном к пластически деформируемым материалам. Для достижения больших деформаций материала используются различные методы: кручение под квазигидростатическим давлением, равноканальное угловое прессование, прокатка, всесторонняя ковка.

Сущность этих методов заключается в многократной интенсивной пластической деформации сдвига обрабатываемых материалов, при этом достигается истинная логарифмическая степень деформации  $\epsilon$  от 4 до 7. Использование интенсивной пластической деформации позволяет наряду с уменьшением среднего размера зёрен получить массивные образцы с практически беспористой структурой материала, чего не удастся достичь компактированием нанопорошков.

## Конструкционные наноматериалы

**Наноматериалы конструкционного назначения** на сегодняшний день являются наиболее востребованными для решения различных проблем новой техники. Основные материалы данного класса — это *металлические, керамические, полимерные и композиционные*.

Для получения наноматериалов в консолидированном виде в основном используется четыре метода: порошковая металлургия (компактирование нанопорошков), кристаллизация из аморфного состояния, интенсивная пластическая деформация и различные методы нанесения наноструктурных покрытий. Исследования по созданию конструкционных наноматериалов, пригодных для широкого практического применения, находятся на начальной стадии развития и требуют использования разнообразных нанотехнологий.

Таким образом, можно говорить о многообразии уже существующих технологий производства металлических наноматериалов и о возможности комбинации этих технологий. **Основная задача на текущем этапе — снизить себестоимость производимого продукта без потери качества.**

# КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

## Области применения чистых нанометаллов и их распространенность

Вид	Область применения	Степень распространенности
<b>Никель</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроника</li> <li>• Оптика</li> <li>• Медицина</li> <li>• Производство водородных топливных элементов (катализатор)</li> <li>• Производство покрытий, полимеров, текстиля</li> <li>• Более дешевый заместитель платины</li> </ul>	Широкая
<b>Медь</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроника</li> <li>• Оптика</li> <li>• Антимикробные, фунгицидные составы</li> </ul>	
<b>Железо</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптика</li> <li>• Порошковая металлургия</li> <li>• Аддитивные технологии</li> <li>• Очистка воды</li> <li>• Производство магнитов и запоминающих устройств</li> <li>• Производство покрытий, полимеров</li> </ul>	
<b>Алюминий</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Аддитивные технологии</li> <li>• Антимикробные, фунгицидные составы</li> <li>• Катализаторы большой площади</li> <li>• Более дешевый заместитель платины</li> </ul>	
<b>Титан</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Антимикробные, фунгицидные составы</li> <li>• Аддитивные технологии</li> <li>• Порошковая металлургия</li> <li>• Добавка для стабильности к УФ-лучам</li> <li>• Производство прочных покрытий</li> </ul>	
<b>Кобальт</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Производство водородных топливных элементов</li> <li>• Оптика</li> <li>• Производство водородных топливных элементов</li> </ul>	
<b>Цинк</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Антимикробные, фунгицидные составы</li> <li>• Производство полимеров</li> <li>• Текстильное производство</li> <li>• Производство водородных топливных элементов</li> <li>• Производство солнечных батарей</li> </ul>	
<b>Вольфрам</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Аддитивные технологии</li> <li>• Производство покрытий и полимеров</li> </ul>	
<b>Молибден</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Катализатор (в том числе для производства нанотрубок)</li> <li>• Производство покрытий, полимеров</li> <li>• Ингибитор и лубрикант</li> </ul>	



Вид	Область применения	Степень распространенности
<b>Серебро</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Антибактериальные свойства в косметологии, фармацевтике, текстильной промышленности</li> <li>• Аддитивные технологии (ювелирное дело)</li> <li>• Катализаторы</li> <li>• Специальные покрытия</li> </ul>	Слабая
<b>Золото</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроника</li> <li>• Медицина (маркер ДНК)</li> <li>• Аддитивные технологии (ювелирное дело)</li> <li>• Катализатор</li> </ul>	
<b>Платина</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроника (катализатор)</li> <li>• Производство водородных топливных элементов</li> <li>• Автомобилестроение</li> <li>• Нефтегазовая отрасль</li> <li>• Медицина</li> <li>• Производство стекловолокна</li> </ul>	

В связи с высокой стоимостью производства чистых металлов, а также высокой активностью нанометаллов в связи большей площадью поверхности и опасностью самовоспламенения, чаще используются наноксиды металлов.

### Область применения оксидов нанометаллов и их распространенность

Вид	Область применения	Степень распространенности
<b>Диоксид кремния, кремнезем</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроника</li> <li>• Оптика</li> <li>• Обработывающая промышленность (абразив)</li> <li>• Производство ЛКМ</li> <li>• В качестве пластического наполнителя, покрытия, грунтовки, для строительных материалов, как водоотталкивающее средство и др.</li> </ul>	Широкая
<b>Диоксид титана, двуокись титана, титановые белила</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обработывающая промышленность</li> <li>• Производство красок, защитных покрытий, абразивов, полировки</li> <li>• Оптика (фотокатализаторы, покрытие линз)</li> <li>• Защита окружающей среды (очистка сточных вод, воздушные фильтры)</li> <li>• Производство строительных материалов</li> <li>• Производство косметики</li> <li>• Производство пластмасс (белые красители)</li> <li>• Производство стекла, зеркал</li> <li>• Утилизация боеголовок химических ракет</li> </ul>	

<b>Оксид алюминия, глинозем</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обрабатывающая промышленность (абразив, струйная очистка)</li> <li>• Электроника (притирка, полировка, производство конденсаторов)</li> <li>• Оптика (притирка, полировка)</li> <li>• Очистка воздуха (катализатор)</li> <li>• Производство конструкционной керамики</li> </ul>	Широкая
<b>Оксид железа</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Производство стекла и керамики</li> <li>• Катализатор в химических реакциях</li> <li>• Производство магнитов и запоминающих устройств</li> <li>• Очистка воды</li> </ul>	Средняя
<b>Оксид цинка</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Производство полимеров</li> <li>• Текстильное производство</li> <li>• Производство водородных топливных элементов</li> <li>• Косметология</li> <li>• Производство солнечных батарей</li> </ul>	
<b>Оксид церия</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Производство полимеров топливных элементов</li> <li>• Оптика (притирка, полировка)</li> <li>• Производство стекла</li> </ul>	
<b>Оксид циркония</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Производство керамики</li> <li>• Производство водородных топливных элементов</li> </ul>	
<b>Оксид иттрия</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Огнеупорная керамика</li> <li>• Производство люминесцентных ламп</li> <li>• Дисплеи и мониторы</li> <li>• Датчики в автомобилестроении</li> <li>• Производство водородных топливных элементов</li> </ul>	
<b>Оксид меди</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроника</li> <li>• Оптика</li> <li>• Биологические науки</li> </ul>	Слабая
<b>Оксид магния, магнезия</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Свойства антибиотиков и противомикробный эффект в производстве покрытий, повязок, полимеров, сплавов металлов, текстильном производстве</li> <li>• Производство фунгицидов</li> <li>• Электроника</li> <li>• Оптика</li> </ul>	
<b>Оксид неодимия</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроника (керамические конденсаторы, люминофоры, электроды, магниты)</li> <li>• Оптика</li> <li>• Производство стекла</li> </ul>	
<b>Оксид европия</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроника (люминофоры цветных телевизоров и рентгеновских экранов)</li> <li>• Оптика</li> <li>• Производство графитовых стержней ядерных реакторов</li> </ul>	
<b>Оксид диспрозия</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Электроника</li> <li>• Оптика</li> <li>• Производство магнитов и запоминающих устройств</li> <li>• Производство галогенных и галогенидных ламп</li> </ul>	

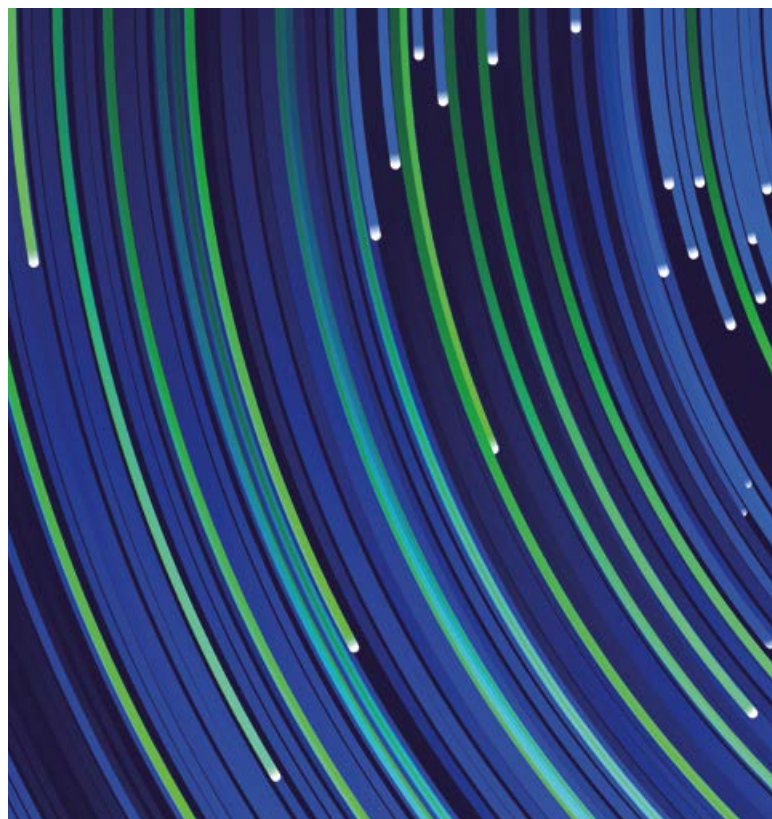


Сложные оксиды и смеси наночастиц составляют относительно небольшую долю производимых нанопорошков. В отличие от чистых металлов и их оксидов сложные нанопорошки имеют обычно узкую сферу применения.

### Сложные оксиды и смеси наночастиц

Вид	Область применения
Сурьмяно-оловянный оксид	<ul style="list-style-type: none"><li>• Электроника</li><li>• Оптика</li><li>• Производство дисплеев</li></ul>
Индие-оловянный оксид	<ul style="list-style-type: none"><li>• Производство дисплеев и проводимого прозрачного покрытия</li></ul>
Нитрид кремния	<ul style="list-style-type: none"><li>• Производство урбин, деталей двигателей, фундамента машин, жаропрочных и теплоизоляционных материалов, а также тепло- и коррозиестойчивых зажимов</li></ul>
Титанат бария	<ul style="list-style-type: none"><li>• Электроника</li></ul>
Вольфрамо-кобальтовый карбид	<ul style="list-style-type: none"><li>• Добавка карбида увеличивает срок службы инструментов, особенно металлообрабатывающих и добывающих</li></ul>

Таким образом, сфера применения нанопорошков обширна и в нашем случае при выборе типа продукта целесообразно выбирать для производства не чистые нанометаллы (что приведет к удорожанию продукта), а именно нанопорошки или суспензии, выступающие в качестве аддитива и улучшающие свойства других материалов. При выборе между нанопорошками и суспензиями с логистической точки зрения удобнее первый вариант, в связи с чем **нанопорошки можно рекомендовать как ведущий продукт.**



# МИРОВОЙ РЫНОК МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

03



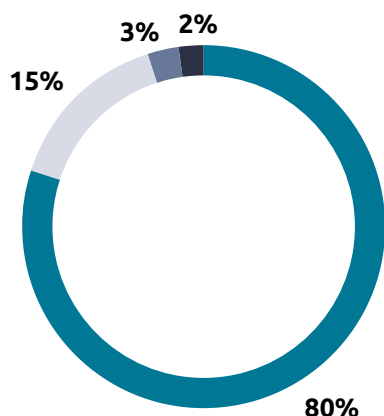
# МИРОВОЙ РЫНОК НАНОМАТЕРИАЛОВ

В условиях кризиса мировой рынок металлических наноматериалов всё равно продолжает расти со средним темпом около 8% в год. Суммарно в 2020 году мировой рынок металлических наноматериалов составил порядка 6 миллиардов долларов. С каждым годом растет число компаний, которые

представляют нанотех, и, соответственно, увеличивается объем коммерческой продукции, изготовленной с применением нанотехнологий. Постепенное внедрение наноматериалов в традиционные отрасли экономики увеличивает ежегодный спрос.

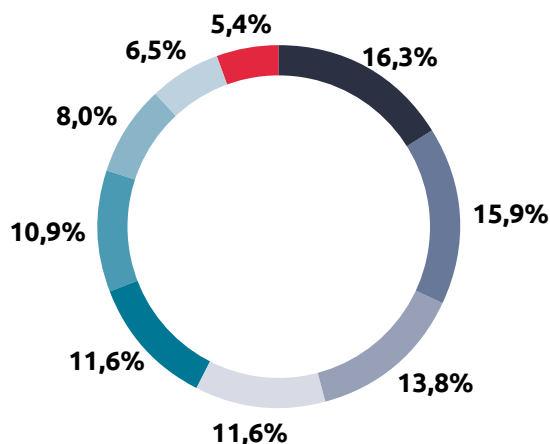
## ОБЪЕМ И ДИНАМИКА РЫНКА

Структура распределения рынка металлических наноматериалов



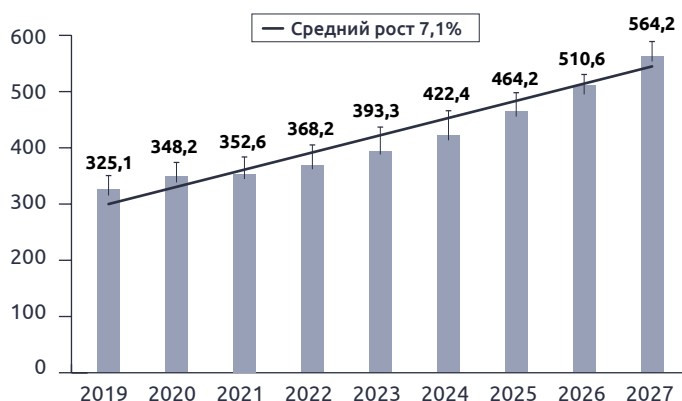
- Оксиды металлов
- Чистые металлы
- Смеси
- Сложные оксиды

Распределение основных металлов в объеме мирового рынка

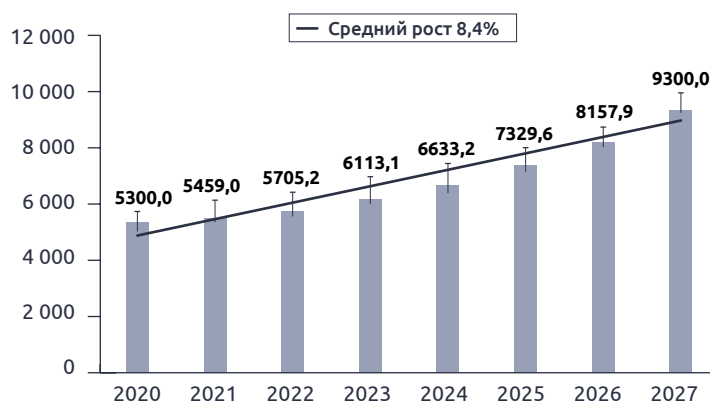


- Титан
- Железо
- Цинк
- Никель
- Алюминий
- Вольфрам
- Медь
- Кобальт
- Молибден

Объем рынка чистых нанометаллов, млн \$

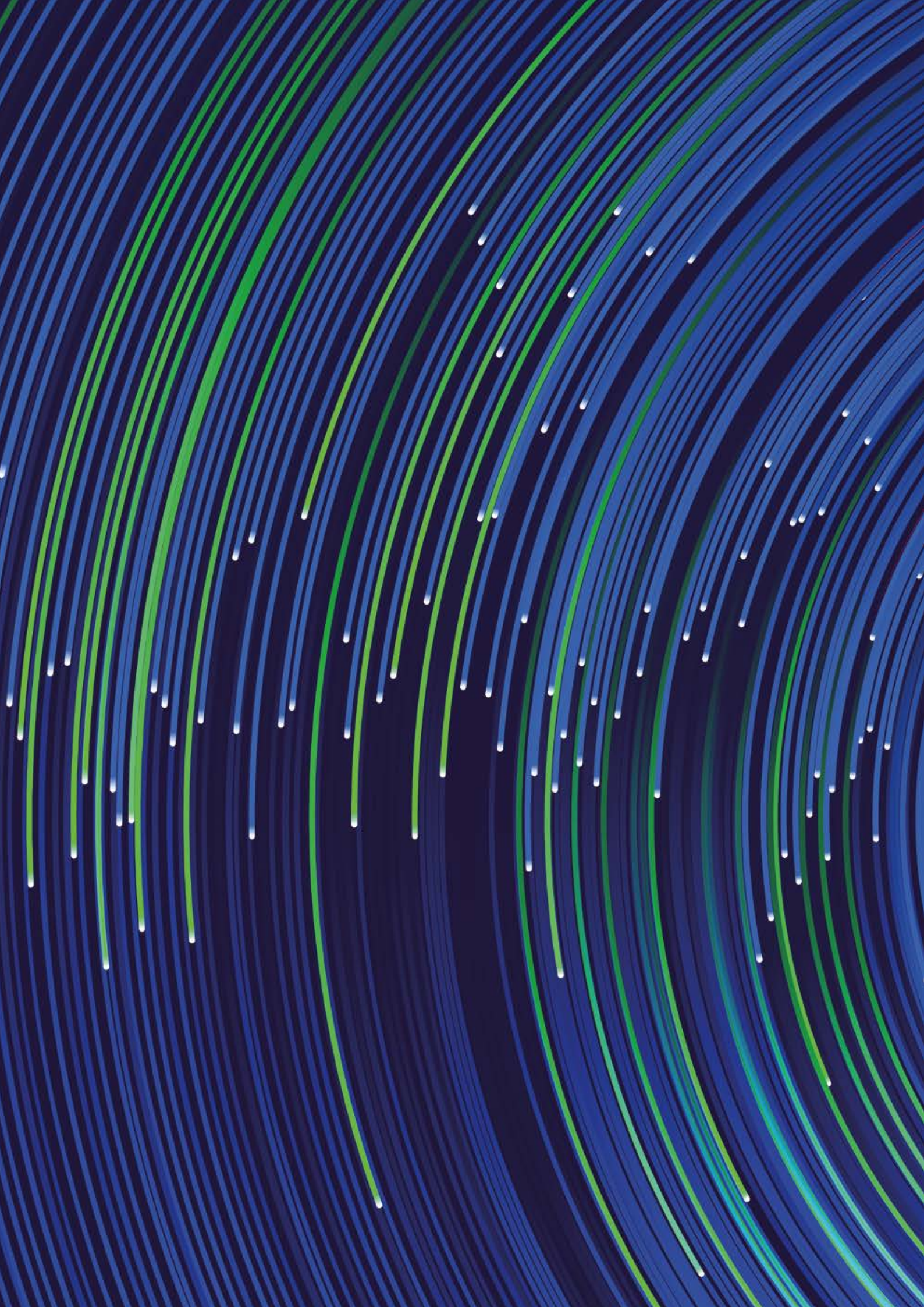


Объем рынка оксидов нанометаллов, млн \$



Рынок нанометаллической продукции растёт за счёт постепенного увеличения использования наноматериалов и модернизации методов их получения. Учитывая текущую экономическую ситуацию, **средний рост мирового рынка в ближайшие 5 лет ожидается в районе 7-9% в год.**

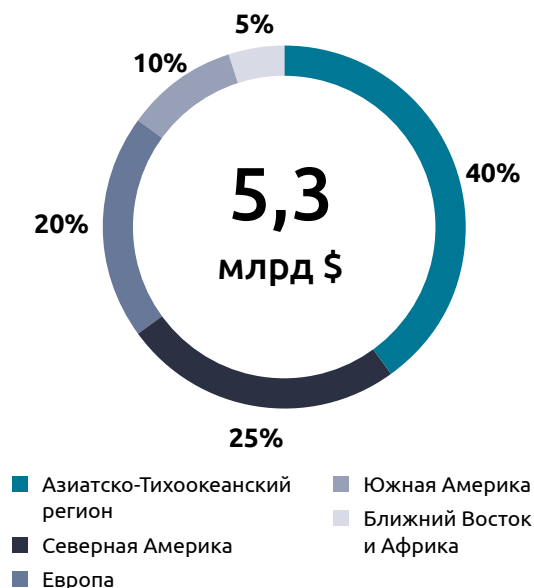






# РЕГИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА МИРОВОГО РЫНКА

Распределение мирового производства нанометаллов, 2020 г.



Распределение мирового производства нанометаллов, 2027 г.



В ближайшие 5 лет значительно увеличится доля Азиатско-Тихоокеанского региона в связи с увеличением производственных мощностей компаний данного региона. Доля производства европейских стран, наоборот, будет уменьшаться в связи с постепенным исчерпанием запасов редкоземельных металлов.

Азиатский рынок, особенно рынок Китая можно считать перспективным, однако, стоит учитывать высокий уровень конкуренции на китайском рынке с местными производителями и более высокую скорость внедрения технологий в производство (что касается и области производства нанопорошков).

# ОБЗОР РОССИЙСКОГО РЫНКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

04



# РОССИЙСКИЙ РЫНОК НАНОМАТЕРИАЛОВ

Российский рынок металлических наноматериалов снизил интенсивность своего развития после завершения «Программы развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года». Снижение объемов финансирования привело к замедлению развития отрасли. Большая часть предприятий-изготовителей металлических наноматериалов – лаборатории научно-исследовательских институтов, либо внутренние лаборатории крупных предприятий.

На рынке представлено порядка 20 компаний – производителей металл-содержащих наноматериалов. За 2020 год выручка компаний составила 9,85 млрд рублей, прибыль – 1,26 млрд рублей. (Приложение 1). В условиях финансовой поддержки со стороны венчурных компаний сложно оценить реальный потенциал роста прибыли компаний, также из финансовых показателей компаний затруднительно выделить доход от продажи наноматериалов. Финансовые показатели в 2020 году значительно снизились в сравнении с 2019 годом в связи

С 2016 по 2 кв. 2021 с помощью электронных торговых площадок было заключено:

- 19 контрактов на поставку металлических наноматериалов на сумму 15,9 млн рублей;
- 10 контрактов на выполнение НИОКР на сумму 76,9 млн рублей.

Соотношение количества НИОКР и объемов финансирования сильно различается в виду материальных затрат, включенных в НИОКР. На половину от общего количества проектов, связанных с созданием новых материалов, приходится практически всё финансирование.

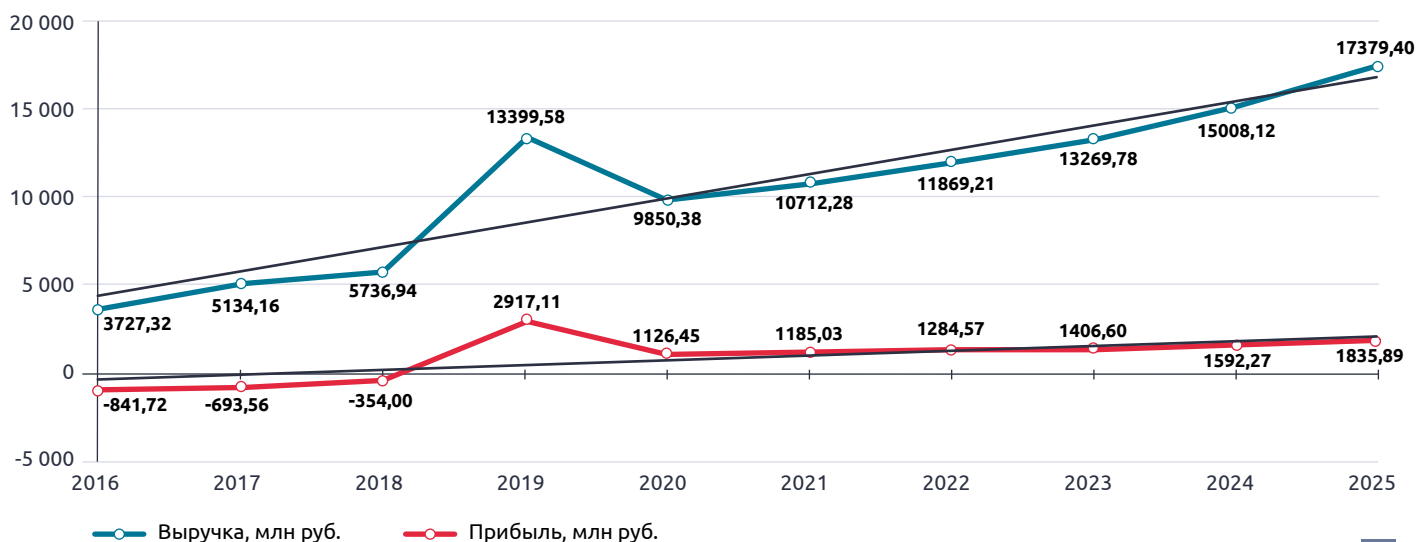
Распределение контрактов на НИОКР по наноматериалам с 2016-2021, размещенных на электронных торговых площадках



Объем контрактов на НИОКР по наноматериалам с 2016-2021, размещенных на электронных торговых площадках



## Финансовые показатели компаний-производителей металлических наноматериалов



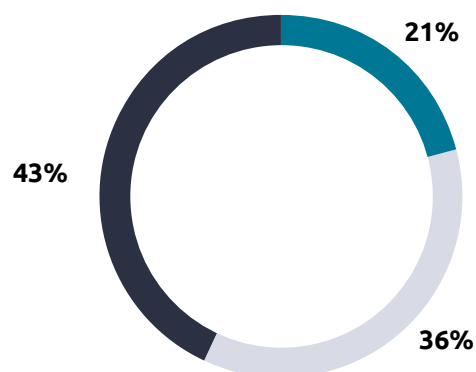
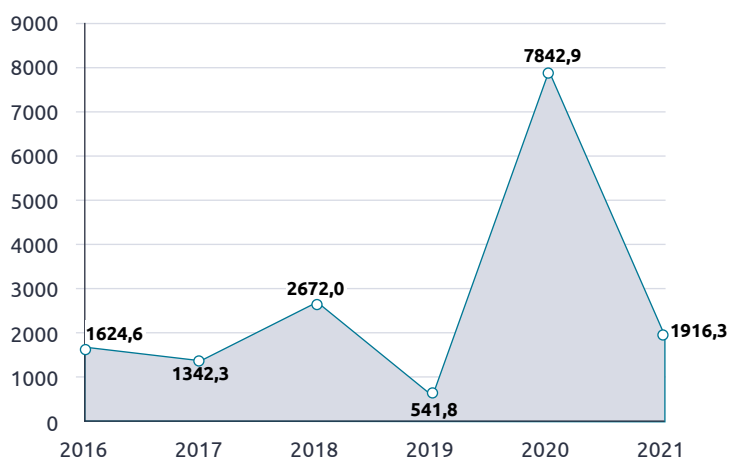
# РОССИЙСКИЙ РЫНОК МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ПО СЕГМЕНТАМ

## Рынок металлических нанопорошков

С 2016 по 2 кв. 2021 г. с помощью электронных торговых площадок было заключено 11 контрактов на выполнение НИОКР на сумму 248,9 млн рублей.

Распределение контрактов на НИОКР по нанопорошкам с 2016-2021, размещенных на электронных торговых площадках

Объем закупок металлических наноматериалов на электронных торговых площадках с 2016 по 2021 гг., тыс. руб.



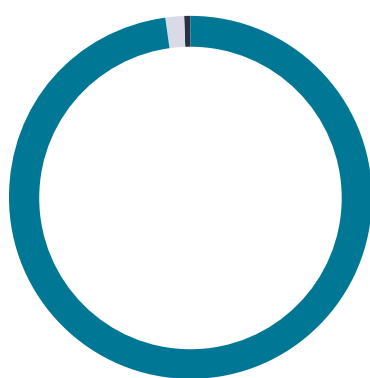
- Изделия из нанопорошков
- Анализ структуры, влияния и свойств нанопорошков
- Процессы получения нанопорошков

Принимая во внимание специфику финансирования государственных организаций, предполагается, что основной объем закупок будет произведен во второй половине 2021 года.

Соотношение количества контрактов на НИОКР по различным продуктам равномерно, но большая часть финансирования заложена в процессах получения нанопорошков в связи с необходимостью дооснащения лабораторий.



Объем контрактов на НИОКР по нанопорошкам с 2016-2021, размещенных на электронных торговых площадках



- Изделия из нанопорошков
- Анализ структуры, влияния и свойств нанопорошков
- Процессы получения нанопорошков

Цена нанопорошков оксидов металла, \$/кг

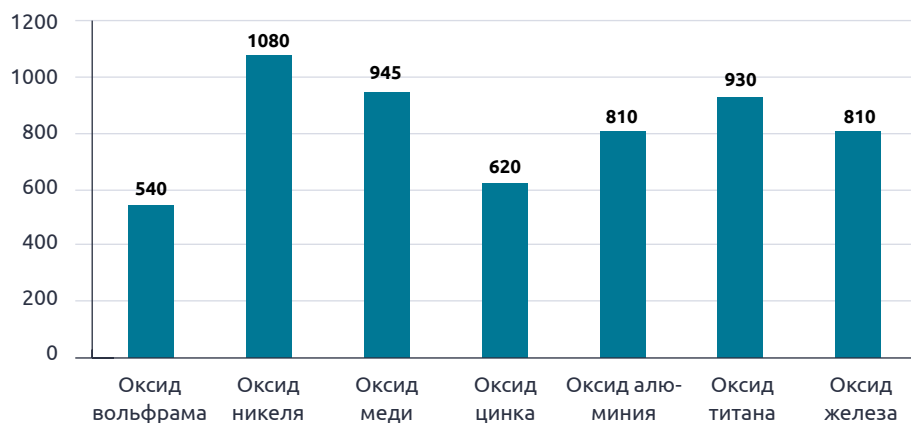
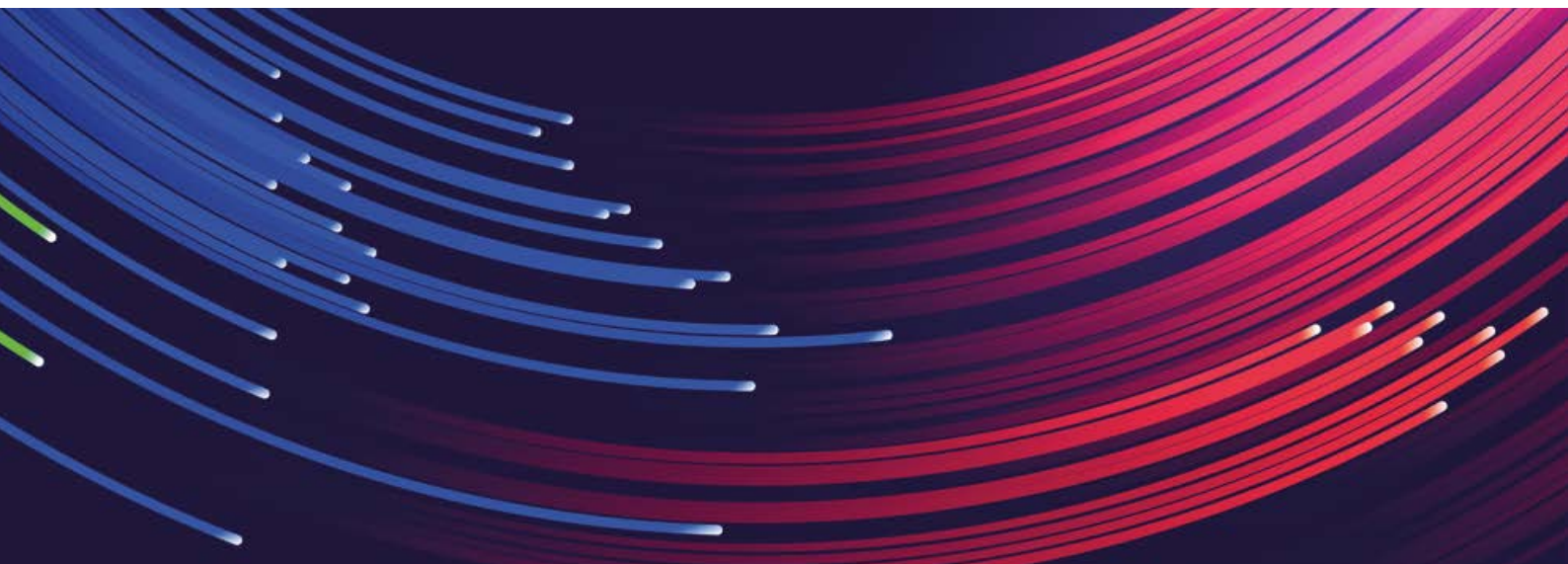


График цен составлен на основании розничных прайс-листов российских поставщиков.



## Рынок металлических нанопокровтий

Формирование нанопокровтий возможно:

- по толщине (нанослойное);
- зернистости (нанокompозитное);
- морфологии (наноструктурное).

Нанесение нанопокровтий позволяет улучшить следующие характеристики:

- твердость и износостойкость (режущий инструмент, головки жестких дисков);
- стойкость к воздействию высоких температур и агрессивных сред (лопатки турбин);
- анти-адгезионные свойства (штампы);
- непроницаемость/герметичность (микроэлектроника, OLED-дисплеи);
- скольжение/коэффициент трения (трибология);
- гидрофобность и олеофобность (сенсорные дисплеи);
- гидрофильность (активация перед нанесением покровтий);
- биосовместимость (медицинские имплантаты);
- бактерицидность (медицинские инструменты);

Основные технологии получения нанопокровтий:

- атомно-слоевое осаждение (ALD – Atomic Layer Deposition);
- химическое осаждение из газовой фазы (CVD – Chemical Vapor Deposition); плазмо-химическое осаждение из газовой фазы (PCVD – Plasma Chemical Vapor Deposition);

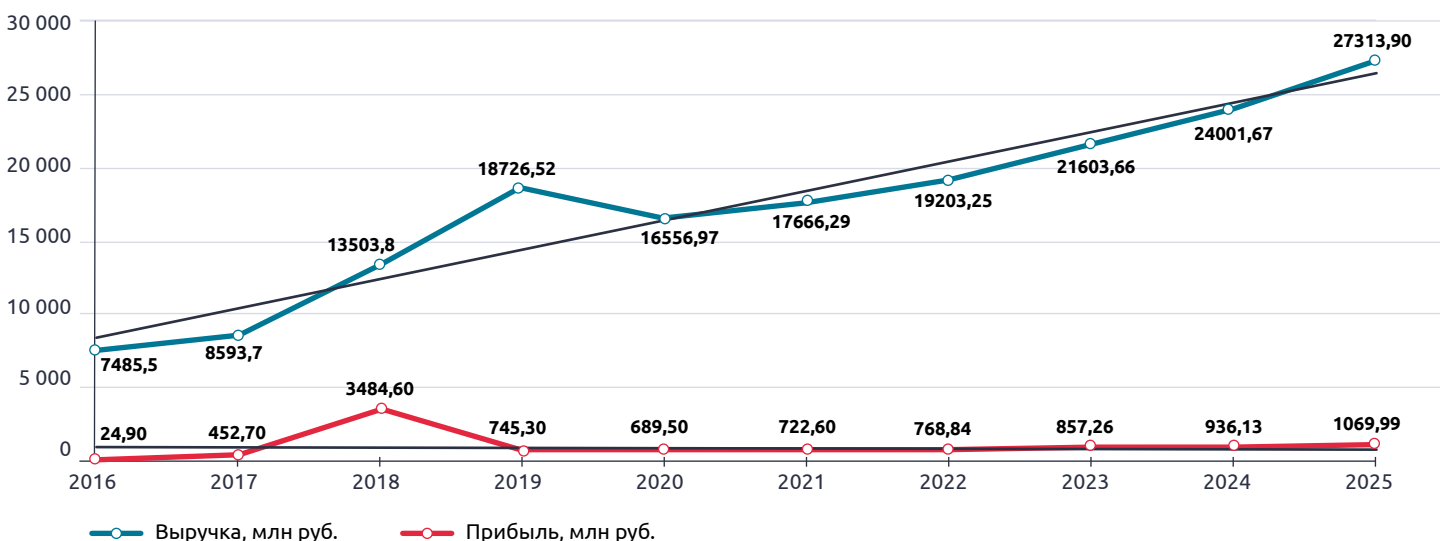
- физическое осаждение из газовой фазы (PVD – Physical Vapor Deposition); равновесная и неравновесная плазма при атмосферном давлении;
- лазерная абляция;
- зол-гель процесс;
- электрический взрыв проволоки (получение нанопорошков);
- детонационный синтез (наноалмазы).

Все перечисленные направления развиваются, занимают свои ниши рынка нанопокровтий и являются перспективными. Тем не менее можно выделить тенденции, которые влияют на ускоренное внедрение промышленных процессов, обеспечивая следующие преимущества:

- снижение температуры процесса (важно для пластиковых подложек);
- снижение стоимости и упрощение оборудования (например, за счет исключения вакуумной системы);
- равномерность покровтия на большей площади;
- возможность применения рулонной технологии (R2R процесс);
- гибкость покровтий (гибкая электроника);
- биосовместимость;
- конформность;
- отсутствие пор (герметичность).

Говоря о проблемах развития данного направления наноиндустрии в России, можно отметить нехватку во многих регионах сервисных центров по восстановлению покровтий (например, на режущем инстру-

## Финансовые показатели компаний-производителей нанопокровтий





менте), а также необходимость внедрения технологий нанопокровтий в энергетике и здравоохранении.

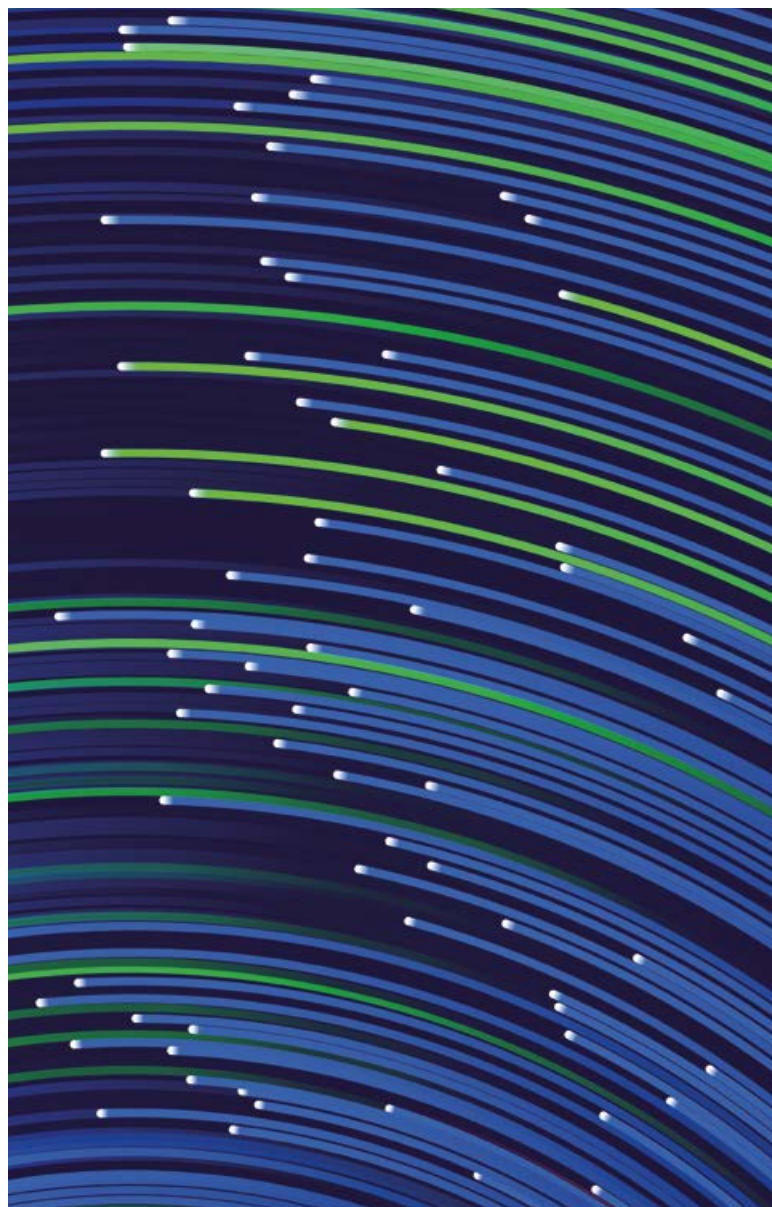
Металлические нанопокровтия, как отдельный товар практически отсутствуют на рынке России. Есть компании, производящие продукцию с нанопокровтием, есть – занимающиеся нанесением нанопокровтия. Перспективный рынок автокерамики представлен только решениями с неметаллическими наноматериалами.

Показатели рынка не отражают стоимость самих нанопокровтий, т.к. это либо услуга, либо конечная продукция.

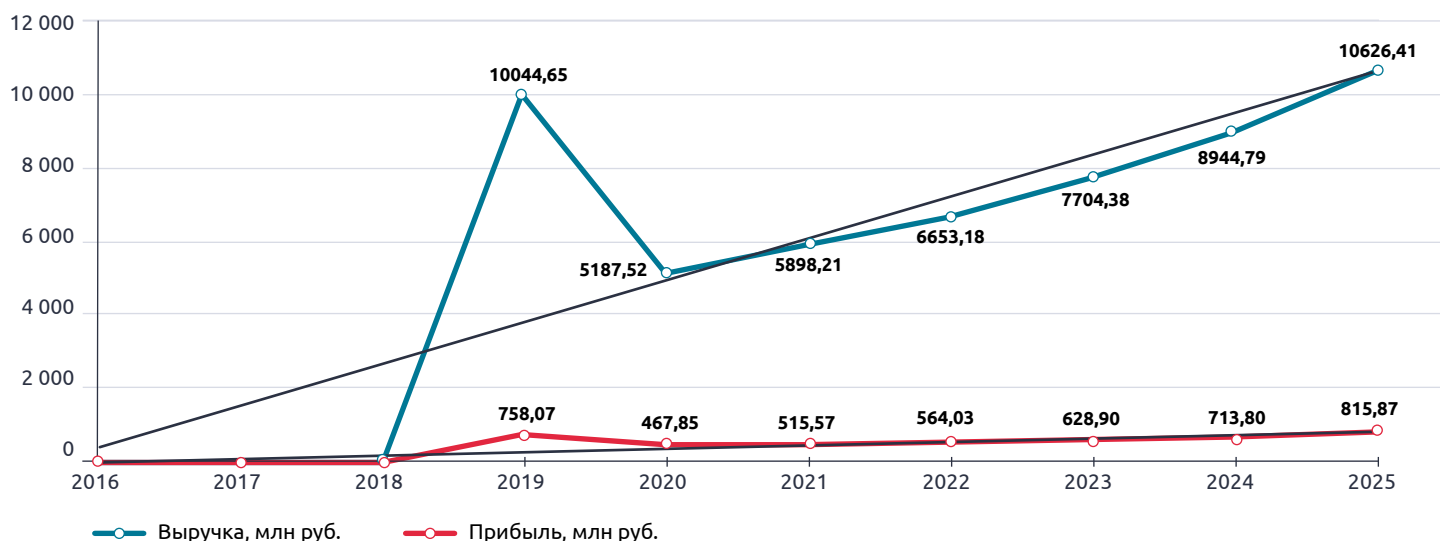
## Рынок нанокompозитов

На российском рынке продукции с содержанием металлических нанокompозитов существует два игрока ООО «ОКАПОЛ» и АО «МЕТАКЛЭЙ». Обе компании молодые, специализируются на конечной продукции из нанокompозита. Связан данный факт с низким уровнем коммерциализации разработок и упором на развитие композитных материалов на основе графена и полимеров.

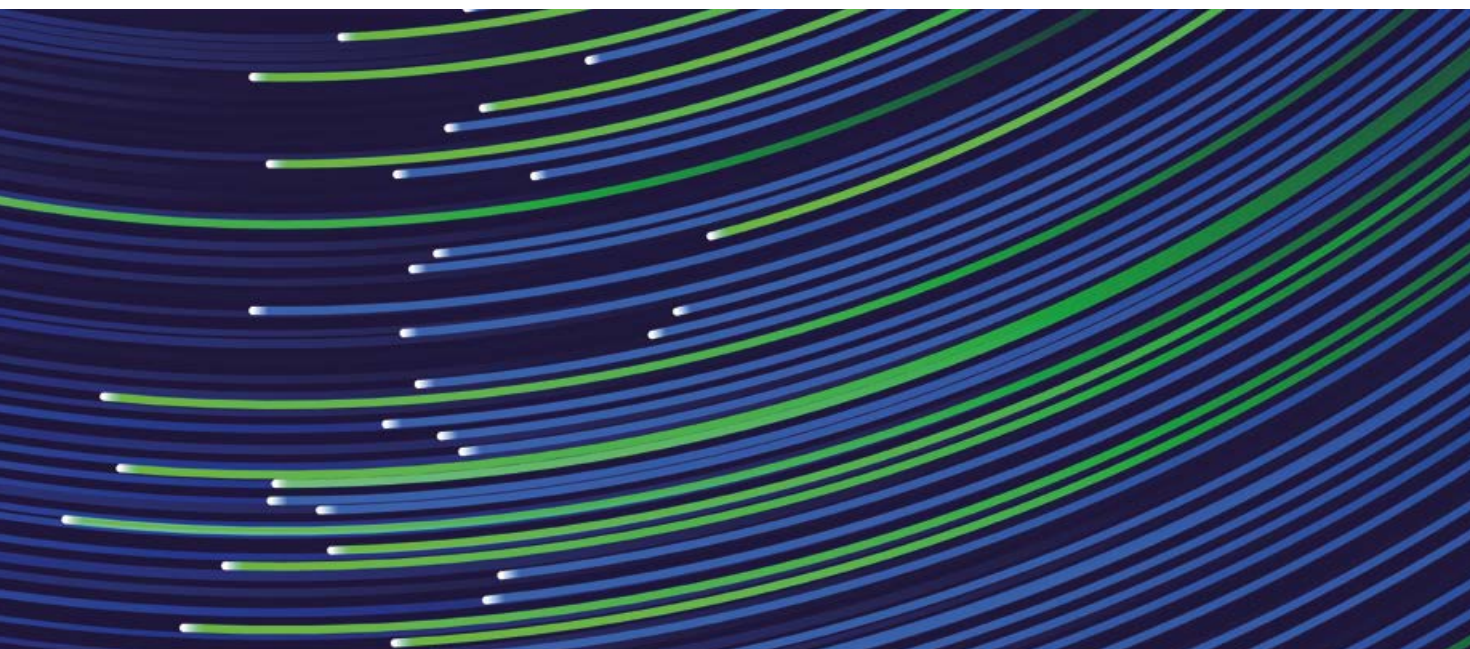
На графике видно, что **выручка и прибыль компаний-производителей металлических наноматериалов, нанопокровтий и нанокompозитов растут**. Есть тренд на дальнейшее увеличение выручки в этих областях.



Финансовые показатели компаний-производителей металлических нанокompозитов



# ИМПОРТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

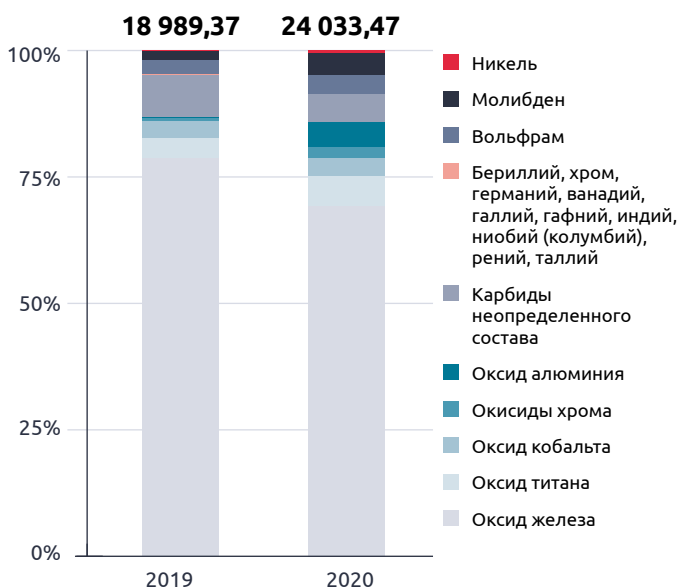


По данным Федеральной таможенной службы импорт в РФ металлических наноматериалов составил 18,9 млн долларов в 2019 году и 24 млн долларов в 2020. Основные товары: оксид железа и оксид титана, применяемые в лакокрасочной отрасли в качестве красителя, оксид алюминия – сырье для керамических изделий.

Практически по всем элементам наблюдается рост, кроме оксида железа. Можно предположить, что это связано в связи со снижением потребления лакокрасочной продукции в 2020 году.

Аналитика по импорту наноматериалов показывает **максимальную востребованность в товарах, применяемых в лакокрасочной отрасли и в производстве керамики.**

## Импорт металлических нанопорошков в РФ, тыс. \$



Анализ металлических нанопорошков проводился по следующим кодам ТН ВЭД:

2849 90 Карбиды определенного и неопределенного химического состава

2823 00 000 0 Оксиды титана

2821 10 000 0 Оксиды и гидроксиды железа

2822 00 000 0 Оксиды и гидроксиды кобальта; оксиды кобальта технические

2825 70 000 0 Оксиды и гидроксиды молибдена



# ХАРАКТЕРИСТИКА ОТРАСЛЕЙ-ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

## Особенности потребления металлических наноматериалов

Металлические наноматериалы не являются конечной продукцией, а используются в различных производственных процессах. Соответственно степень использования той или иной отрасли наноматериалов влияет на их объемы потребления.

В настоящее время на регулярных основаниях нанопорошки потребляют две ключевые отрасли: электроника (в основном, кремнезем) и обрабатывающая промышленность. При этом способы применения нанопорошков в этих отраслях часто схожие: например, их используют в качестве абразива. Остальные отрасли характеризуются высоким потенциалом, однако спрос с их стороны пока представлен разовыми заказами. По словам сотрудников ООО «Бардаханов», даже зарубежные потребители обращаются с разовыми запросами, не уточняя в каком конечном продукте будет использован наноматериал. Многие конечные продукты на данный момент находятся в состоянии разработки.

## Электроника

По информации Федерального агентства по промышленности российская отрасль производства электронных изделий отстает в технологическом плане от стран Европы, Северной Америки и Южной Азии. По информации Федерального агентства по промышленности, если в 1990 году 100% гражданских бытовых приборов, продаваемых в СССР, были оснащены электроникой российского производства, то по итогам 2007 года этот показатель сократился до 5%.

Способствовать развитию отрасли в дальнейшем могут реализуемые меры государственной поддержки. Для изменения ситуации в отрасли распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 г. N 20-р утверждена «Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года».

Основными сдерживающими факторами развития российской электроники являются неготовность российских производителей конкурировать с импортной продукцией в соотношении цена/качество, их неспособность функционировать в условиях рыночной экономики, а также низкая эффективность механизмов частно-государственного партнерства.

В ближайшем будущем эта ситуация будет меняться, уже налажено производство твердотельных накопителей, ведется работа по открытию частичного производства линейки отечественных процессоров. Также одним из сдерживающих факторов является чистота исходного сырья.

## Металлургия

Сфера интереса металлургической отрасли – создание конструкционных материалов с применением нанопорошков. Потенциал спроса на нанопорошки в данной области связан с тем, что резервы повышения механических характеристик сталей различных структурных классов на основе использования легирующих элементов считаются практически исчерпанными.

Потенциальный рынок нанопорошков – практически весь объем продукции металлургии. В 2020 году во всем мире было произведено 1.8 млрд тонн стали, из которых в России – 73,4 млн тонн. При условии 5%-го замещения наномодифицированием традиционного легирования, объем российского рынка нанопорошков в данном сегменте может составить до 50 млн долл.

В настоящее время инвестированием проектов в области нанотехнологий занимаются только крупнейшие представители отрасли. Средний бизнес, напротив, в условиях кризиса вынужден сворачивать собственные инновационные проекты.

Основные барьеры, препятствующие широкомасштабному внедрению нанопорошков в металлургическую отрасль:

- падение объемов производства металлопродукции вследствие экономического кризиса, который обусловил снижение платежеспособного спроса из-за ухудшения конъюнктуры внутреннего и мирового рынков;
- ценовые барьеры – для того чтобы увеличить объемы использования нанопорошков, необходимо обеспечить им экономическую конкурентоспособность в сравнении с легированием;
- консервативность российской металлургии, низкая восприимчивость к инновациям.

## Энергетика

В энергетике нанопорошки используются, в основном, в различных сегментах альтернативной энергетики: производстве солнечных батарей и в качестве катализатора в водородных топливных элементах. Так, для производства солнечных батарей возможно использование нанопорошка диоксида титана как одного из наиболее перспективных наноматериалов. Его применение позволяет снизить себестоимость производимой продукции по сравнению с аналогами на основе кремниевых полупроводников.

Еще одним потребителем нанопорошков в энергетике является водородная энергетика и топливные элементы. Наибольшие перспективы здесь имеет нанопорошок палладия. Исследования в области водородной энергетики в России осуществляют целый ряд научно-исследовательских организаций системы РАН: Институте нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева (ИНХС), Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов (ИПТМ), Институт проблем химической физики (ИПХФ).

В связи с тем, что на сегодняшний момент рынок альтернативной энергетики в России развит слабо (доля электроэнергии, получаемой из возобновляемых источников, составляет менее 2% от общего объема потребления электроэнергии), потенциал использования в данной сфере нанопорошков на сегодняшний день достаточно ограничен.

## Медицина

Сфера медицины и косметологии являются одним из главных в настоящий момент потребителей нанопорошков в мире. В России также осуществляется ряд исследований, которые направлены на выявление потенциала применения нанопорошков для улучшения здоровья и в области косметологии:

- лечение рака с помощью нанопорошка никеля и железа;
- использование нанопорошков серебра в качестве дезинфицирующих средств;
- производство биоцидных материалов (ткани, перевязочные, фильтровальные материалы);
- биопротезирование;
- нанопорошки в высокоэффективных тест-системах генодиагностики заболеваний человека.

## Машиностроение

Потенциал использования нанопорошков в машиностроении заключается в достижении экономической выгоды от их использования. Так, по оценке экспертов, 1 евро, потраченный на упрочняющее покрытие режущего инструмента, дает экономию производственных издержек в 5 евро. Замена традиционных порошков нанопорошками в покрытиях рабочих поверхностей поршневой группы в двигателях внутреннего сгорания уменьшает время приработки и значительно (на 12-15%) снижает коэффициент трения.

Российская отрасль машиностроения характеризуется в настоящий момент негативными тенденциями развития:

- отставание в уровне технологических разработок;
- низкая конкурентоспособность по сравнению с лидерами мирового машиностроения;
- продукция выпускается по стандартам, не гармонизированным с международными требованиями, низкий уровень унификации;
- доля станков с ЧПУ незначительна (около 5% общего числа станков), состав оборудования соответствует техническому уровню 80-х годов.

Низкая восприимчивость российского машиностроения к инновациям ограничивает формирование спроса на нанопорошки со стороны этой производственной отрасли.

## Автомобильная промышленность

Автомобильная промышленность заинтересована во внедрении новых более лёгких и прочных материалов, как конструктивных, так и декоративных. Основной упор отрасли сделан на применении полимерных технологий на основе углерода. Переход от традиционных двигателей внутреннего сгорания к более экологичным: водородным (модернизация производства катализаторов) и электромоторам (увеличение емкости аккумуляторных батарей). Переход от ценных металлов к более дешевым эффективным аналогам пока в стадии разработки и широкого применения не получил. Увеличения емкости аккумуляторных батарей многие лаборатории пытаются добиться за счёт внедрения углеродных материалов. Использование нанопорошков металлов возможно в сфере присадок в масло ДВС и КПП. Основные крупные производители имеют свои исследовательские центры и применяют свои разработки. Доля содержания нанопроductии мала в сравнении с затратами на продвижение новых товаров. Постепенный переход на новые двигатели делает данную сферу неактуальной.



## Лакокрасочная отрасль

Одним из основных потребителей порошковой металлической продукции является лакокрасочная отрасль.

Лакокрасочная отрасль является одним из ведущих направлений химической промышленности. В Российской Федерации ежегодно производится более 2000 различных наименований лакокрасочной продукции. В промежуток 2017-2019 годов рынок характеризовался значительным увеличением объемов выпуска продукции, что обуславливалось ростом поставок лакокрасочных материалов российскими филиалами зарубежных компаний.

За последние несколько лет вырос выпуск продукции инновационного свойства, а доля лакокрасочных материалов в объеме инновационных продуктов химической отрасли возросла до 4%.

Большую часть рынка занимают лакокрасочные материалы декоративного назначения, тогда как индустриальные, включая сегмент автомобильных эмалей и красок, составляют около 40%. Небольшая часть (5%) приходится на оставшиеся направления лакокрасочного производства.

Согласно прогнозу ОАО «НИИТЭХИМ», при благоприятном варианте развития отрасли к 2030 году экспорт российской лакокрасочной продукции может составить 450 000 тонн. Тогда как импорт снизится до 220 000 тонн. Для сравнения на конец 2019 года показатели импорта составляли 482 300 тонн. Стоит учитывать, что из-за особенностей законодательства, продукция, произведенная на территории РФ в российских представительствах зарубежных компаний, изготовленная из импортируемого сырья, всё равно будет считаться российской. Существует дефицит сырья отечественного производства.

Смещение спроса на отечественные краски возможно лишь за счет конкурентных преимуществ, их можно достичь с помощью внедрения наноматериалов в состав. Внедрение наноматериала не повлияет на цветовую гамму, но изменит свойства покрытия, что важно для индустриальных лакокрасочных материалов.

## Строительство

Строительный сектор имеет дело с огромным количеством сырья и различные инновационные материалы уже находят применение в современном строительстве и начинают вносить свою долю в формирование архитектуры будущего.

Но пока фактическое использования нанотехнологий в строительстве является довольно ограниченным, поскольку инновационные идеи в большинстве

своем ориентированы на поверхностные эффекты, а не на формирование новых структур строительных материалов. Тем не менее, достижения фундаментальных исследований в области нанотехнологий постепенно находят свой путь в строительную отрасль.

Уже получены конструкционные композиционные материалы с уникальными прочностными характеристиками, новые виды арматурных сталей, уникальные нанопленки для покрытия светопрозрачных конструкций, самоочищающиеся и износостойкие покрытия, паропроницаемые и гибкие стекла.

Без применения нанотехнологий невозможна и полноценная реализация проектов энергонезависимого «пассивного дома». Основной особенностью «пассивного дома» (экодома, англ. passive house) является малое энергопотребление и почти полная энергонезависимость, что обеспечивается использованием всего спектра возможностей сохранения тепла и самопроизводства энергии.

Будущее строительного материаловедения во многом связано с применением нанотехнологических подходов — внедрения процессов формирования структуры современных строительных материалов, предусматривающих их сборку или самосборку «снизу-вверх», то есть дизайн материала или изделия, который заключается в контролируемом и управляемом воздействии на процесс структурообразования, начиная с наноразмерного уровня. Результатом такого подхода будет получение новых по составу и качественно отличающихся по структуре и свойствам конструкционных, теплоизоляционных, отделочных и других материалов, в полной мере отвечающих современным тенденциям развития архитектурных форм, конструктивных решений и технологии возведения объектов промышленного и гражданского назначения.

И уже в настоящее время планируются и проводятся теоретические и экспериментальные исследования, направленные на разработку методов наноструктурного модифицирования материалов, изучение количественных и качественных изменений их важнейших свойств и разработку технологических процессов получения различных видов строительных материалов, изделий и конструкций с улучшенными по сравнению с аналогами физико-механическими характеристиками.

Несмотря на то, что новые технологии и материалы уже внедряются в строительную отрасль, их доля еще достаточно мала — менее 1% в общем объеме материалов строительного сектора.

## Перспективная область применения нанокompозита оксида железа (II,III) с углеродной оболочкой

С учётом перспективных функциональных качеств нанокompозита оксида железа (II,III) с углеродной оболочкой, а именно увеличение антикоррозионных свойств и поглощения радиомагнитного излучения, в качестве наиболее перспективных для выхода на рынок были выбраны добавки для бетона и антикоррозионные покрытия.

### Добавки для бетона

Готовые добавки для бетонов используются в строительстве при производстве бетонов для улучшения качеств бетонной смеси. Такие добавки изменяют состав бетонов ради повышения устойчивости к низким температурам и коррозии, сокращения времени застывания, увеличения прочности и пр.

Различные виды добавок отвечают за определенные свойства получаемой бетонной смеси. По качественным параметрам готовые добавки для бетонов можно разделить на следующие виды:

- пластифицирующие;
- воздухововлекающие;
- ускорители твердения;
- замедлители схватывания;
- уплотняющие;
- ингибиторы коррозии;
- газообразующие;
- противоморозные.

Перечисленные виды могут использоваться как единичный компонент или применяться в комплексе друг с другом. Существует большое количество комбинаций добавляемых к бетонам веществ.

Предложение строительной отрасли примерно постоянно, меняется спрос на количество в зависимости от экономической обстановки и качество – от потребностей проекта.

### Антикоррозионные покрытия

По данным маркетингового агентства Discovery Research Group объем российского рынка специализированных антикоррозионных покрытий по итогам 2018 года с учетом всех сегментов составил 18,5 млрд рублей. Показатели импорта антикоррозионных покрытий в Россию, по данным на 2018 год, составили 7,1 миллиарда рублей (все сегменты). Учитывая экономические показатели основных компаний – производителей АКП, за последние 5 лет средний ежегодный прирост выручки составил около 4%.

Рынок услуг по нанесению антикоррозионной защиты в России по состоянию на 2016 год оценивался в 2,6 миллиарда рублей. В 2017 году объем рынка упал более чем в два раза и составил 1,2 миллиарда рублей. Рынок антикоррозионной защиты сильно зависит от спроса, поэтому нестабилен.

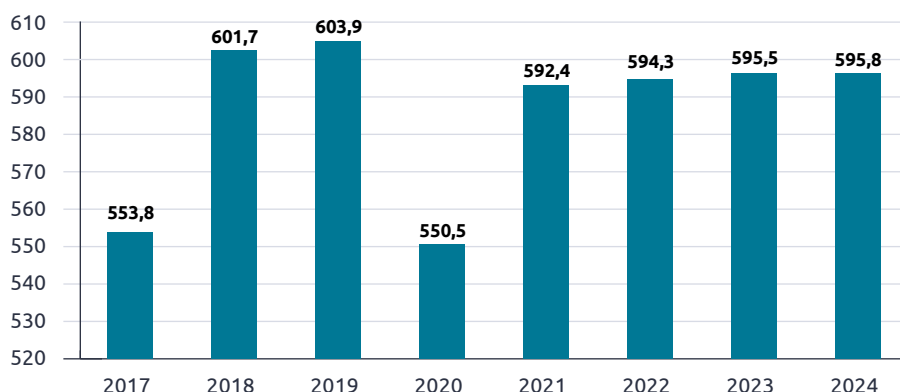
### Железнодорожная отрасль

Согласно ежегодному отчету АО «ФПК» за 2020 год средний износ пассажирского подвижного состава составляет 55%. По состоянию на 31 декабря 2020 г. парк пассажирских вагонов составляет 16 596 единиц, средний возраст которых 17,3 года. Ежегодно производится обновление лакокрасочного покрытия более 50% подвижного состава. Учитывая протяженность железнодорожной сети и природные условия, лакокрасочное покрытие подвергается различным нагрузкам внешней среды.

Для внедрения антикоррозионного материала для нужд ОАО «РЖД» требуется прохождение сертификации в АО «ВНИИЖТ».

Наиболее типичные для железнодорожной сферы коррозионные разрушения и методы борьбы с ними:

### Предложение бетона в РФ, тыс. тонн (произведенное в России плюс импорт)





**Атмосферная коррозия.** Протекает повсеместно: верхнее строение путей, наружная часть вагонов, внутренняя часть емкостей, периодически контактирующая с разными средами и т.д. Наиболее эффективный метод – использование антикоррозионных лакокрасочных покрытий, позволяющих полностью изолировать поверхность от контактов с неблагоприятными условиями окружающей среды.

**Коррозия при трении.** Встречается на элементах крепления, таких как соединительные части состава, крышки выгрузочных люков и т. д. Антикоррозионные материалы с высокой твердостью поверхности и здесь являются одним из лучших выборов, продлевая срок эксплуатации, поддерживая герметичность конструкции значительно большее время в сравнении с другими методами защиты.

**Коррозионная усталость.** Этому явлению подвержены все элементы, испытывающие циклические напряжения: рамы вагонов, рельсы, болты креплений и т.д. Качество используемых материалов играет здесь ключевую роль, т.к. коррозия происходит по большей части механическим путем, а химические процессы подключаются уже при появлении разрешений.

**Коррозия блуждающими токами.** Встречается на участках железных дорог, непосредственно связанных с источниками постоянных токов. Для защиты сооружений используют электродренаж, катодные станции или протекторы.

**Коррозия при полном погружении.** Происходит в котлах цистерн, системах охлаждения и т.д. Так же как и атмосферная коррозия, практически исключается использованием специальных антикоррозионных средств, разработанных с учетом типов агрессивности среды.

## Нефтегазовая отрасль

### Емкость рынка

По данным Агентства маркетинговых решений «Концепт Центр» емкость рынка специальных антикоррозионных покрытий в нефтегазовом секторе по тоннажу оценивают в 25–30 тысяч тонн ежегодно.

Динамику роста эксперты оценивают на уровне 2-3% ежегодно. Однако, состояние и тенденции развития обоих рынков, антикоррозионных материалов и нанесения, определяются фактически бюджетами инвестпрограмм ведущих российских нефтегазовых компаний и весьма чувствительны к изменениям уровня спроса.

### Правила выбора

Основные факторы подбора системы антикоррозионных ЛКМ:

- свойства материала защищаемой конструкции,
- требования по продолжительности эксплуатации объекта, которая формирует ожидаемую отдачу от покрытия;
- эстетические требования (внешний вид, колеровка);
- метод подготовки поверхности и способ нанесения,
- экологические требования (например, ограничения по летучим органическим соединениям).

В нефтегазовом сегменте действуют строгие стандарты качества по антикоррозионной защите.

Основной техникой документ для подбора типа защитного покрытия на конструкции объектов нефтегазового сектора - международный стандарт ISO 12944. Стандарт включает шесть основных классов коррозионной среды (6 – для условий, связанных с воздействием атмосферы, 3 – для условий, связанных с воздействием воды и почвы; в основу классификации положена скорость коррождения стали и цинка в первый год воздействия среды).

Предприятия нефтегазового сектора принимают собственные руководящие документы (РД), стандарты, и реестры, где прописаны не только предпочтительные материалы, обеспечивающие необходимые защитные свойства, но и методологические указания не только по условиям нанесения защитных покрытий. Рынок антикоррозионных составов – это рынок покупателя, монополия.

### Условия эксплуатации ЛКП по ISO12944

Атмосфера						Вода и почва		
C1	C2	C3	C4	C5-I	C5-M	Im1	Im2	Im3
Очень низкая	Низкая	Средняя	Высокая	Очень высокая (индустриальная)	Очень высокая (морская)	Пресная вода	Морская или солоноватая вода	Заглубление в почву

## Реестр АКЗ материалов российских нефтегазовых компаний

Компания	Количество аттестованных производителей	Количество аттестованных позиций ЛКП	Нормативные документы
ПАО «НК «Роснефть»	34	224	Перечень рекомендуемых для применения материалов для АКЗ и ОГЗ объектов ПАО НК «Роснефть» (Письмо №АР-3387 от 12.03.2018 г.
ПАО «Газпром»	23	55	СТО Газпром 9.1-035-2014 «Основные требования к системам внутренних и наружных лакокрасочных покрытий для противокоррозионной защиты технологического оборудования»
ПАО «Транснефть»	31	34	<ul style="list-style-type: none"> <li>Реестр основных видов продукции, закупаемой ПАО «Транснефть»</li> <li>ОТТ-25.220.01-КТН-187-13 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Антикоррозионное покрытие для защиты внутренней поверхности резервуаров. Общие технические требования»</li> <li>ОТТ-25.220.01-КТН-179-13 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Антикоррозионное покрытие для защиты внутренней поверхности резервуаров. Общие технические требования»</li> <li>РД 05.00-45.21.30-КТН-005-1-05 «Правила антикоррозионной защиты резервуаров»</li> <li>ОТТ-23.040.00-КТН-046-13 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Антикоррозионное покрытие для защиты надземных трубопроводов, конструкций и оборудования. Общие технические требования»</li> </ul>

## Структура спроса на антикоррозионные покрытия в нефтегазовом секторе на основе реестров ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Газпром», ПАО «Транснефть»

Всего аттестованных позиций	Материалы российских производителей	Материалы зарубежных производителей
313	200	113

### Материалы и технологии

Современный ассортимент материалов для АКЗ включает: неорганические цинксиликатные материалы; полимерные эпоксидные и полиуретановые материалы, алкидные, а также композиционные модифицированные эпоксидные и полиуретановые, эпоксикариловые, полисилоксановые, эпоксисилоксановые, акрилполисилоксановые и другие композиционные полимерные материалы на их основе. Покрытия для антикоррозионной защиты представляют собой комплексные системы покрытий, состоящие из одного или нескольких слоев ЛКМ различных классов.

Большую долю здесь занимают системы на основе двухкомпонентных материалов: полиуретановых и эпоксидных. При этом доля эпоксидных ЛКМ составляет примерно 25% рынка, алкидных – 65%.

Данные материалы обладают весьма хорошими защитными свойствами. При этом они могут быть в любом слое системы ЛКП: грунтовке, промежуточном слое, эмали.

Основной спрос нефтегазового комплекса приходится на органические ЛКМ (98-99%), водоразбавляемые лакокрасочные материалы занимают 1-2% рынка.

На рынке также присутствуют и однокомпонентные материалы на основе кремнийорганических, алкидных, акриловых смол, которые можно отнести к классу «грунт-эмаль» (их можно также встретить под названием «самогрунтующиеся покрытия»).

Отечественные производители и зарубежные поставщики АКЗ-материалов предлагают отраслевым потребителям системы покрытий именно на органической основе.





Российский рынок специализированных антикоррозионных ЛКМ для нефтегазового комплекса насчитывает порядка **30 ключевых игроков.**

### Зарубежные производители:

Hempel, Jotun, International Protective Coatings, Steelpaint, PPG Industries, Permatest, Teknos, Goldschmidt TIB GmbH, Sherwin-Williams Company.

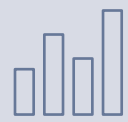


### Российские производители:

НПХ «ВМП», «Русские краски», «Эмпилс», «Морозовский химический завод» «ЗМ Волга», «Снежинские краски», НПО «Лакокраспокрытие», «Разноцвет», «Экор-Нева», «Индустриальные покрытия», «Спектр», НПФ «ИНМА», «Антикоррозионные защитные покрытия» (Акрус), «Радуга», НПК «ЯрЛи», «НПО РОКОР», НПФ «Эмаль», «СпецЭмаль».

### Структуру рынка по соотношению импорт-экспорт можно оценить достаточно приблизительно.

За последние 5 лет ведущие импортные производители ЛКМ для нефтегазового комплекса (Jotun, Hempel, PPG, ЗМ) локализовали в России свои производственные мощности. В то же время ряд российских компаний перешел под контроль зарубежных производителей. Например, «Гамма индустриальные краски» с 2007 года вошла в концерн Tikkurila.



### Доля импортных защитных составов:

**22–25%** (в сегменте долговечных покрытий для оффшорных проектов – до 80%).



### Конкуренция в наиболее высокотехнологичных нишах носит неценовой характер.

Для повышения своей конкурентоспособности игроки рынка нефтегазовых ЛКМ проходят сертификационные испытания в отраслевых организациях. Наличие отраслевых сертификатов и вхождение в реестры рекомендованных материалов не всегда является гарантией получения заказов на поставку лакокрасочных материалов и не обеспечивает победу в проводимых тендерах.

### Большинство защитных покрытий барьерного типа российского производства являются тонкослойными:

их максимальная толщина не превышает 100 мкм. Общая толщина защитного покрытия российского производства после применения материалов барьерного типа в системе не превысит 300-320 мкм.



**Толстослойность антикоррозионного импортного покрытия достигается за счет использования различных материалов** (грунт, промежуточное покрытие, покрывной слой) в системе покрытия и может иметь различную величину. Некоторые импортные однослойные АКЗ-покрытия могут обладать толщиной до 1000 мкм и выступать в качестве единственного покрытия. В качестве факторов, препятствующих расширению доли российских производителей на рынке АКЗ-покрытий, эксперты называют дефицит отечественных сырьевых ресурсов для производства антикоррозионных ЛКМ, в частности, алифатических изоцианатов, ограниченные объемы производства эпоксидных смол, цинковых порошков для протекторных грунтовок, пигментов.







### В рамках анализа российского рынка нанометаллов получены следующие результаты:

- рынок перспективный, растущий
- финансовые параметры производителей основных групп продуктов демонстрируют рост
- импорт металлических наноматериалов увеличивается, следовательно, они востребованы основными отраслями-потребителями нанометаллов: электроника, металлургия, энергетика, медицина, машиностроение, лакокрасочная отрасль, строительство, железнодорожный транспорт и нефтегазовая отрасль
- рассматриваемый продукт максимально целесообразно реализовывать в строительной отрасли (в качестве добавки для бетона), в лакокрасочной отрасли и железнодорожном транспорте (в качестве антикоррозионного покрытия), а также в нефтегазовой отрасли (емкость рынка высокая и сферы внутреннего применения продукта заказчика – обширны)



# УЧАСТНИКИ РЫНКА

## Структура рынка

Структура рынка наноматериалов разделена в соответствии с категориями продукции наноиндустрии, определенными Распоряжением Правительства РФ от 7 июля 2011г. №1192-р:

- **Категория «А»** — первичная нанотехнологическая продукция;
- **Категория «Б»** — наносодержащая продукция;
- **Категория «В»** — услуги (товары, не содержащие наноконпоненты), при оказании (производстве) которых используются нанотехнологии и (или) наноконпоненты (продукция категории «А»), включая НИОКР, выполненные с использованием нанотехнологий и/или продукции категории «А».
- **Категория «Г»** — специальное оборудование для нанотехнологий.

Продукция заказчика исследования относится к категории «Б». В данном сегменте рынка мы видим малое количество игроков.

### ПРОИЗВОДИТЕЛИ КАТЕГОРИИ «А»

Производство полуфабрикатов металлической нанопродукции по большей части распределено по небольшим лабораториям, расположенным в нанокластерах Томской и Новосибирской областей.

В 2020 году их суммарная выручка составила **42,8 млн рублей**.

Выручка крупных промышленных предприятий, занимающихся производством и поставками наноматериалов в 2020 году составила **4359,35 млн рублей**.

«А»

### ПРОИЗВОДИТЕЛИ КАТЕГОРИИ «В»

Данная категория самая объемная, за 2020 год выручка компаний категории составила **21726,99 млн рублей**, но основная её часть — это стоимость продукта или услуги.

Использование металлических наноматериалов выступает, как конкурентное преимущество данной продукции, но рассматривать указанные суммы выручки как полученные отдельно за наноматериалы нельзя.

«В»

### ПРОИЗВОДИТЕЛИ КАТЕГОРИИ «Б»

К производителям наносодержащей продукции с содержанием металла можно отнести только ООО «ОКАПОЛ» (выручка – **17,5 млн. рублей**).

«Б»

«Г»

### ПРОИЗВОДИТЕЛИ КАТЕГОРИИ «Г»

Специальное оборудование для производства наноматериалов – штучный товар, приобретаемый за счёт грантов, стоимость установок доходит до 100 млн рублей в зависимости от способа получения. В 2020 году таких **закупок не проводилось**.

## Портреты участников рынка

### ПРОИЗВОДИТЕЛИ КАТЕГОРИИ «А»

#### **Малые:**

*Лаборатории на базе НИИ  
либо нано-кластеров*

**Численность:** не более 15 человек

**Выручка:** не более 20 млн рублей в год

**Постоянные заказы:** отсутствуют

**Четкой маркетинговой стратегии нет**

**Производство товара:** часто сопутствующий вид деятельности к основной (наука)

**Примеры:** ООО «ПЕРЕДОВЫЕ ПОРОШКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ», ООО «ТНП», ООО «Нанопорошковые технологии»

#### **Крупные:**

*Производство находится в области,  
близко расположенной к источнику сырья*

**Численность:** не более 300 человек

**Производство товара:** часто сопутствующий вид к деятельности к основной (металлургия)

**Постоянные заказы:** есть

**Примеры:** ООО «МИКРОИНТЕК», ЗАО «НикоМаг», ООО «ЛАНХИТ»

### ПРОИЗВОДИТЕЛИ КАТЕГОРИИ «Б»

*Отдельные предприятия, часто созданные  
на базе химических комбинатов*

**Численность:** не более 100 человек

**Выручка:** не более 20 млн рублей в год

**Постоянные заказы:** отсутствуют, т.к. товар в стадии испытаний у конечного потребителя

Чаще всего – новые производства, не вышедшие на проектную мощность.

**Примеры:** ООО «ОКАПОЛ»

### ПРОИЗВОДИТЕЛИ КАТЕГОРИИ «В»

*Предприятия созданные на базе НПП  
или ОКБ крупных холдингов*

**Численность:** не более 200 человек

**Выручка:** до 15 млрд рублей в год

**Постоянные заказы:** есть

**Примеры:** АО «Плакарт», ООО «ТАТ-Адвенира», ООО «ЭсПи Гласс»

### ПРОИЗВОДИТЕЛИ КАТЕГОРИИ «Г»

*Лаборатории на базе НИИ,  
либо нано-кластеров*

**Численность:** не более 15 человек

**Выручка:** не более 100 млн рублей в год

**Постоянные заказы:** отсутствуют

**Четкой маркетинговой стратегии нет**

**Производство товара:** часто сопутствующий вид деятельности к основной (наука).

Часто одновременно являются производителями товаров категории «А»

**Примеры:** ООО «ПЕРЕДОВЫЕ ПОРОШКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»,

## Потребители:

### СУБПОТРЕБИТЕЛИ:

*Крупные промышленные предприятия – производители лакокрасочной продукции и строительных смесей.*

**Выручка:** до 6 млрд рублей в год

**Склонность к инновациям:** низкая, в связи с необходимостью сертификации у конечного потребителя.

**Постоянные заказы:** есть.

**Проблемы:** конкуренция с зарубежными компаниями, располагающими предприятиями на территории РФ.

**Примеры:** НПК «ЯрЛИ», АО «ВМП», АО «ЭМПИЛС».

### КОНЕЧНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ:

*Госкорпорации, крупные промышленные предприятия*

**Потребность:** обеспечение безопасности и долговечности объектов инфраструктуры в долгосрочной перспективе для новых объектов и поддержание состояние существующих объектов.

**Склонность к инновациям:** высокая (создаются внутренние инновационные предприятия).

**Особенности:** есть ряд внутренних регулирующих документов и стандартов, которым должна соответствовать продукция или услуга.

**Примеры:** ОАО «РЖД», ПАО «Транснефть», ПАО «Газпром»

Таким образом, **портрет заказчика на рынке следующий:** производитель категории «А», имеющий собственные производственные площади.

**Цель** – выйти на постоянный объем заказов для стабилизации финансовых параметров.

**В качестве целевой аудитории** (портрет потребителя) выступают крупные промышленные предприятия в строительной, лакокрасочной отраслях и нефтегазовом секторе, а также естественная монополия – РЖД.



# ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА

## ПОЛИТИЧЕСКИЕ

- Развитие нанотехнологий входит в Прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года;
- Ограничение закупок и использования импортной продукции на объектах критической инфраструктуры;
- С 2021 года вступили в силу постановления правительства РФ о квотах на закупки отечественных товаров государственными заказчиками и на закупку госкомпаниями товаров российского производства;
- Создана законодательная база для развития и поддержки производителей наноматериалов, в том числе и в области защиты авторских прав, но требуется её доработка;
- Высокая доля поглощения малых предприятий государственными корпорациями.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ

- Отработана система венчурного финансирования стартапов
- Создана инфраструктура бизнес-инкубаторов, центров трансфера технологий;
- Нанотехнологичные производства распределены по территории РФ в соответствии с конкретными производственными требованиями;
- Плохо отработана система создания малых nanoиндустриальных производств на базе исследовательских институтов;
- Введение экономических санкций требует развития собственного наукоемкого производства;
- Низкий уровень коммерциализации разработок;
- Слабая заинтересованность в развитии nanoиндустрии со стороны частного сектора;
- Снижение уровня финансирования НИОКР.

## PEST-анализ

## СОЦИАЛЬНЫЕ

- Снижение негативного отношения к «нанопродукции» в связи с подтверждением пользы от внедрения нанотехнологий в традиционные группы товаров;
- Количество образовательных программ переподготовки в сфере нанотехнологий и управления инновациями увеличилось на 53% за 5 лет; количество специалистов обученных по данным программам – на 67%;
- Опасность непредвиденного («случайного») создания неприемлемых с точки зрения социума или экологии нанопродуктов.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ

- Накоплена критическая масса исследований и разработок в области создания наноматериалов, требуется переход к масштабированию практического применения;
- Отсутствие системы прикладного использования фундаментальных разработок;
- Повышение взаимодействия между академическим и частным секторами для обеспечения софинансирования НИОКР;
- 42,6% НИОКР приходится на государственный сектор, тогда как 90% инновационных проектов направлены на развитие промышленности;
- Высокий входной барьер для новых технологий на рынок в связи с длительной и дорогостоящей процедурой сертификации продукции.

PEST-анализ показал, что есть как негативные, так и позитивные факторы развития рынка. Однако, **преобладают позитивные факторы развития.**

Особое внимание заслуживают следующие **факторы потенциального развития рынка:** фокус государства на область нанотехнологий, накопление технологий и снижение недоверия со стороны социума к нанотехнологиям.

# ПЕРСПЕКТИВЫ РЫНКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

05

**i** При текущем темпе развития технологий и производственных потребностей, **использование традиционных материалов в прежнем объеме недопустимо.** Включение металлических наноматериалов в состав изменяет свойства конечного продукта, практически не оказывая влияние на стоимость продукта. Нанотехнологии медленно внедряются на российском рынке, текущий показатель продукции, произведенной с применением нанотехнологий – 2%. Рост составляет примерно 0,2% ежегодно. *(По данным статистического справочника «Наноиндустрия России 2015–2020»)*

---

**i** Для развития рынка металлических наноматериалов **требуется изменение процедуры внедрения и реализации новых продуктов конечному потребителю.** Существует большое количество разработок, которые не доходят до потребителя из-за невозможности проведения испытаний в реальных условиях, высокой стоимости прохождения сертификации, отсутствия гарантии продажи товара на электронных торговых площадках в связи с особенностями законодательства в рамках антимонопольной защиты и отсутствием у покупателя возможности приобретения нужного товара или услуги.

---

**i** **Развитию внутреннего рынка могут способствовать ограничения использования зарубежной продукции:** например, Постановление Правительства РФ от 30 апреля 2020 г. N 616 «Об установлении запрета на допуск промышленных товаров, происходящих из иностранных государств, для целей осуществления закупок для государственных и муниципальных нужд, а также промышленных товаров, происходящих из иностранных государств, работ (услуг), выполняемых (оказываемых) иностранными лицами, для целей осуществления закупок для нужд обороны страны и безопасности государства».

---

**i** Отсутствие механизма использования прикладного применения фундаментальных разработок **также тормозит внедрение новых продуктов.**

---

**i** **Рынок нанопокровов практически не развит.** Для него необходимо создание инфраструктуры в виде «гарантийных сервисных центров» для восстановления покрытий. На текущий момент данная проблема актуальна также на мировом уровне. Самый известный пример – деградация олеофобных покрытий на поверхности экранов ноутбуков. Гарантийные центры меняли полностью дисплей. Такая же проблема актуальна и для инструментов с наноструктурированным покрытием.

---

**i** В период с 2008 года за счёт реализации Программы развития наноиндустрии в Российской Федерации заложена инфраструктура для производства и внедрения нанотехнологий. **Необходимо поддержание финансирования развития данной области в сопоставимых объемах того периода.**

---

**i** Использование новых материалов крупными промышленными предприятиями только **при финансовой и законодательной поддержке** переоснащения производственных процессов и оперативному упрощенному процессу стандартизации и сертификации новой продукции.

---

**i** В России распространены производители категории «А», но продукция имеет низкую добавленную стоимость. **Создание и коммерциализация продуктов категорий «Б» и «В» значительно повысит уровень развития всего рынка.**

---



# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Название компании	Специализация	Ссылка
ООО «ОКАПОЛ»	Производство пластмасс и синтетических смол в первичных формах	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=8768403#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=8768403#!198</a>
ООО «МИКРОИНТЕК»	Производство прочих основных неорганических химических веществ	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=4142761#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=4142761#!198</a>
ООО «ПЕРЕДОВЫЕ ПОРОШКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»	Производство гранул и порошков из чугуна или стали	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=577116#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=577116#!198</a>
ООО «ТНП»	Торговля оптовая химическими продуктами	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=3873218#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=3873218#!198</a>
АО «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=7757003#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=7757003#!198</a>
АО «МЕТАКЛЭЙ»	Производство прочих химических продуктов, не включенных в другие группировки	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=5733671#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=5733671#!198</a>
«РТ-Химкомпозит»	Деятельность по управлению финансово-промышленными группами	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=5427601#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=5427601#!198</a>
ООО НПО «ДОНТЕХЦЕНТР»	Деятельность, связанная с инженерно-техническим проектированием, управлением проектами строительства, выполнением строительного контроля и авторского надзора	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=3445784#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=3445784#!198</a>
ООО «Нанокерамика»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=3470468#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=3470468#!198</a>
ООО «ИКСТРОНИК»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=7694210#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=7694210#!198</a>
ООО «СПЛАВ-Т»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=9151003#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=9151003#!198</a>
ООО «РЕДМЕТКОНЦЕНТРАТ»	Торговля оптовая металлами и металлическими рудами	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=5638996#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=5638996#!198</a>
ЗАО «НикоМаг»	Деятельность, связанная с инженерно-техническим проектированием, управлением проектами строительства, выполнением строительного контроля и авторского надзора	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1693433#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1693433#!198</a>
ООО «Полимагнит», г. Москва	Торговля оптовая прочими бытовыми товарами	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1729548#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1729548#!198</a>
АО «ГИРЕДМЕТ»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=3745#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=3745#!198</a>
ООО «НОРМИН»	Производство меди	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=162450#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=162450#!198</a>
ООО «Нанопорошковые технологии»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=4195506#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=4195506#!198</a>
ООО «БАРДАХАНОВ»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=6424521#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=6424521#!198</a>
ООО «ЛАНХИТ»	Производство прочих основных неорганических химических веществ	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=158801#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=158801#!198</a>
ООО «НИЦ ЭИТ»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=3872540#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=3872540#!198</a>
ООО «ИНРЕДТЕХ»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=4966084#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=4966084#!198</a>
<b>ИТОГО:</b>		

2 – Выборочный или полный дефолт  
 3 – Крайне низкая кредитоспособность, в ближайшее время ожидается невыполнение обязательств  
 33 – Низкая кредитоспособность. Высока вероятность невыполнения обязательств  
 333 – Недостаточная кредитоспособность. Своевременное выполнение обязательств в значительной степени зависит от благоприятных коммерческих, финансовых и экономических условий

4 – Удовлетворительная кредитоспособность  
 44 – Достаточная кредитоспособность  
 444 – Относительно высокая кредитоспособность предприятия. Вероятность невыполнения обязательств даже в случае реализации неблагоприятных коммерческих, финансовых и экономических условий незначительна  
 5 – Высокая кредитоспособность предприятия  
 55 – Очень высокая кредитоспособность предприятия

Выручка (млн руб.)					Прибыль (млн руб.)					Рейтинг кредитоспособности				
2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
0	0	0	3,8	17,5				-15,5	2,8				3	33
359,14	362,76	397,58	392,24	320,7	43,7	14,29	25,1	35,79	39,86	5	444	5	5	5
18,4	8,2	18,9	6,1	7	-1,5	-7,5	0,5	-2,8	5,7	44	333	333	33	4
0,07	0,4	0,1	0,01	0,02	-0,2	-0,2	-0,4	-0,3	-0,7					
2012,6	2734,7	2759			41	121,7	19,9			444	44	44		
0	0	0	10040,85	5170,02				773,57	465,05				44	44
238,8		433,2			-22		257,9			4		5		
55,4	134,9	149	148,9	107	21,7	28,5	59,5	33,2	38,8	444	5	444	444	444
27,44	26,63	30,1	17,7	9,27	1,5	5,97	-3,69	-1,4	-4,97	44	44	44	333	333
0,15	0,9	0,47	1,06	4,44	-0,06	0,07	0,03	-0,95	1,34				333	444
0	0,94	11,48	6,58	2,76	0	0,008	0,15	-1,25	-1,27			4	333	33
124,26	194,36	167,83	195,89	149,41	5,52	26,94	19,72	34,16	9,4	444	5	444	55	5
549	1135,6	1300,3	1802,2	3007,6	-632,7	-638,5	-413,4	-239,8	580,8	3	3	3	3	333
99,3	177,7	120	123,8	652,5	0,4	0,3	2,8	4,3	10,5	44	44	44	44	4
172,29	258,45	240,84	458,84	229,14	-299,7	-254,67	-327,73	2251,17	-35,22	3	3	3	44	4
1,503	0	4,536	13,628	17,538	-8,451		-9,395	-8,051	-13,204	333		333	333	333
3,29	0,7	0,99	0,6	1,2	0,58	-0,33	-0,05	-0,13	0,53	44				444
0,033	0,115	0,008	0,105	0,052	-0,477	-0,403	-0,295	-0,029	-0,011					
57,4	84,33	88,39	138,17	87,65	6,08	17,23	14,89	48,86	9,82	4	444	44	5	4
11,57	10,42	15,217	49,703	67,775	3,497	-7,938	0,432	6,135	17,758	44	333	333	444	5
-0,033	3,75	-0,011	0	0	-0,033	0,648	-0,011		-0,003		444			
<b>3730,613</b>	<b>5134,855</b>	<b>5737,93</b>	<b>13400,176</b>	<b>9851,575</b>	<b>-841,144</b>	<b>-693,885</b>	<b>-354,049</b>	<b>2916,975</b>	<b>1126,98</b>					

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Название компании	Специализация	Ссылка
АО «Русские краски»	Производство красок, лаков и аналогичных материалов для нанесения покрытий, полиграфических красок и мастик	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=859585#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=859585#!198</a>
АО «Эмпилс»	Производство прочих красок, лаков, эмалей и аналогичных материалов для нанесения покрытий, художественных и полиграфических красок	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=114146#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=114146#!198</a>
АО «Морозовский химический завод»	Производство красок, лаков и аналогичных материалов для нанесения покрытий, полиграфических красок и мастик	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=388049#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=388049#!198</a>
ООО «ЭМ Волга»	Производство прочих красок, лаков, эмалей и аналогичных материалов для нанесения покрытий, художественных и полиграфических красок	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=7133714#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=7133714#!198</a>
ООО «Снежинские краски»	Торговля оптовая лакокрасочными материалами	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=7541699#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=7541699#!198</a>
ООО НПО «Лакокраспокрытие»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=8132160#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=8132160#!198</a>
ООО «Разноцвет»	Производство красок, лаков и аналогичных материалов для нанесения покрытий, полиграфических красок и мастик	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1102542#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1102542#!198</a>
ООО «Спектр»	Торговля оптовая неспециализированная	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=7700739#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=7700739#!198</a>
ООО «Антикоррозийные защитные покрытия» (Акрус)	Производство красок, лаков и аналогичных материалов для нанесения покрытий, полиграфических красок и мастик	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1691976#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1691976#!198</a>
ООО «Радуга»	Торговля оптовая лакокрасочными материалами	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=7891535#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=7891535#!198</a>
АО НПК «ЯрЛИ»	Производство прочих красок, лаков, эмалей и аналогичных материалов для нанесения покрытий, художественных и полиграфических красок	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=357239#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=357239#!198</a>
ООО «НПО РОКОР»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=156534#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=156534#!198</a>
ООО НПФ «Эмаль»	Производство прочих красок, лаков, эмалей и аналогичных материалов для нанесения покрытий, художественных и полиграфических красок	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=406135#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=406135#!198</a>
ООО «СпецЭмаль»	Торговля оптовая лакокрасочными материалами	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=5080864#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=5080864#!198</a>
ООО «Торговый дом «Функциональные материалы»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=9649388#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=9649388#!198</a>
АО «ВМП»	Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=173772#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=173772#!198</a>
ООО «АЙПОЛИМЕР»	Торговля оптовая лакокрасочными материалами	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=11893274#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=11893274#!198</a>



2 – Выборочный или полный дефолт  
3 – Крайне низкая кредитоспособность, в ближайшее время ожидается невыполнение обязательств  
33 – Низкая кредитоспособность. Высока вероятность невыполнения обязательств  
333 – Недостаточная кредитоспособность. Своевременное выполнение обязательств в значительной степени зависит от благоприятных коммерческих, финансовых и экономических условий

4 – Удовлетворительная кредитоспособность  
44 – Достаточная кредитоспособность  
444 – Относительно высокая кредитоспособность предприятия. Вероятность невыполнения обязательств даже в случае реализации неблагоприятных коммерческих, финансовых и экономических условий незначительна  
5 – Высокая кредитоспособность предприятия  
55 – Очень высокая кредитоспособность предприятия

Выручка (млн руб.)					Прибыль (млн руб.)					Рейтинг кредитоспособности				
2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
3333,4	3528,7	3713,4	3751,9	3891,7	33,1	50,9	15,2	94,3	186,8	333	333	333	333	333
4072,7	3449,5	3374,9	3620,7	3838,3	11,7	23,2	26,5	34,8	475,7	333	333	333	333	44
763,7	946,9	1213	1234,5	833,1	15,4	47,1	52	28,4	13,3	4	4	4	333	33
106	13,3	104,7	218,9	19,5	-127,5	-154,5	-147,4	-135,5	-196,7	3	2	3	3	3
91,4	205,3	196,1	73,1	215,5	0,4	1,3	2,3	4,2	19,1	4	4	4	333	44
768,3	863,8	855,5	959,6	869,5	61	60,2	51,5	68	115	444	44	44	44	444
66,8	73,4	61,4	33,4	23,2	12,1	6,2	2	-15,8	-10,1	444	44	44	333	33
730,4			0	0	-17,9			-11,5	-0,07	333				
804,9	1013,8	969,5	1183,7	1153,5	11,2	115,2	525,4	193,3	4,3	4	44	44	4	333
247,2	261,9	254,4	253,2	282,9	4	3	6,7	4,2	12,9	4	4	4	4	44
4262,7	4245	5244,7	6281,6	6535,8	1007,5	839,7	929,8	1264,5	1896,4	5	444	444	444	444
0			37,2	32,3				-9	-4,5				4	44
148,7	166,8	174,9	195,3	234,9	9,2	3,4	0,9	3,4	21,1	4	4	4	44	44
127,3	93,3	115,4	108,4	133,6	4,5	3,5	5,8	4,7	7,8	444	5	444	5	5
0	0	0,7	7,6	20,6	0	0	-0,3	-0,8	-2				333	333
1616,5			1517,5	1972,9	285,3			68,1	291,6	55			444	55
0			0	1,2				-0,2	0,2					44

# ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Название компании	Специализация	Ссылка
<b>ПАО «КОРПОРАЦИЯ ВСМПО-АВИСМА»</b>	Производство прочих цветных металлов	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=119800#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=119800#!198</a>
<b>ЭКОБЕТОН</b>	Производство изделий из бетона для использования в строительстве	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=6194302#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=6194302#!198</a>
<b>«Абинский электрометаллургический завод»</b>	Производство сортового горячекатаного проката и катанки	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1700550#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1700550#!198</a>
<b>АО «Моспромстрой»</b>	Строительство жилых и нежилых зданий	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=746948#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=746948#!198</a>
<b>ООО «Востокгеология»</b>	Строительство жилых и нежилых зданий	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1750575#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1750575#!198</a>
<b>ООО «Завод Свайных Конструкций» (ЗСК)</b>	Производство строительных металлических конструкций, изделий и их частей	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=6667509#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=6667509#!198</a>
<b>«Домостроительный комбинат №1» (ДСК-1)</b>	Строительство жилых и нежилых зданий	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=92322#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=92322#!198</a>
<b>ООО «Норильскникельремонт»</b>	Ремонт машин и оборудования	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1740410#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=1740410#!198</a>
<b>ООО «ГЕРКУЛЕС-СИБИРЬ»</b>	Производство сухих бетонных смесей	<a href="https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=873078#!198">https://pro.fira.ru/search/companies/card/index.html?code=873078#!198</a>

2 – Выборочный или полный дефолт  
 3 – Крайне низкая кредитоспособность, в ближайшее время ожидается невыполнение обязательств  
 33 – Низкая кредитоспособность. Высока вероятность невыполнения обязательств  
 333 – Недостаточная кредитоспособность. Своевременное выполнение обязательств в значительной степени зависит от благоприятных коммерческих, финансовых и экономических условий

4 – Удовлетворительная кредитоспособность  
 44 – Достаточная кредитоспособность  
 444 – Относительно высокая кредитоспособность предприятия. Вероятность невыполнения обязательств даже в случае реализации неблагоприятных коммерческих, финансовых и экономических условий незначительна  
 5 – Высокая кредитоспособность предприятия  
 55 – Очень высокая кредитоспособность предприятия

Выручка (млн руб.)					Прибыль (млн руб.)					Рейтинг кредитоспособности				
2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
76222,3	-	-	90128,03	78118,91	32042,46	-	-	28534,94	12136,32	44	-	-	44	44
70,9	146,9	235,65	159,64	177,65	-11,19	4,86	10,06	8,78	8,88	333	444	444	444	44
28284	29391,5	38316,2	50209,5	55985,3	10448,2	3082,8	1498,8	3442,6	-4080,7	444	44	4	44	333
20861,4	13179,2	16358,6	22427,8	23038,8	-3501,1	796,66	-3511,9	32,2	-2015,3	333	4	333	44	333
11233,5	19705,1	9466,2	5034,5	3740,1	-607,8	-469,7	-974,1	-570,6	-376,7	333	4	33	33	33
131,5	184,2	297,9	285,8	350,03	1,17	1,13	1,11	2,81	3,23	44	4	4	4	4
25351	30942,2	28265,6	7222,8	2514,6	-152,45	84,78	-3744,32	-4687,4	-139,7	4	44	333	33	4
21093,2	22221,7	23916,2	26555,95	27655,19	311,7	522,17	881,86	460,25	-3087,5	44	444	5	444	333
2122,04	2253,35	2459,71	2733,92	2740,19	140,43	73,98	69,03	174,09	376,48	444	44	44	444	5



# ИСТОЧНИКИ

- 1 ГОСТ ISO/TS 80004-1-2017 (<https://docs.cntd.ru/document/1200146934>)
- 2 Б.М. Балоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, А.М. Кротов, "Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения.", М. 2007
- 3 [americanrodeo.com/story/44240533/global-nano-metal-powder-market-2021-expected-with-a-cagr-of-81-top-companies-data-report-covers-market-specific-challenges-share-amp-trends-analysis](http://americanrodeo.com/story/44240533/global-nano-metal-powder-market-2021-expected-with-a-cagr-of-81-top-companies-data-report-covers-market-specific-challenges-share-amp-trends-analysis)
- 4 <https://www.businesswire.com/news/home/20200721005672/en/Global-Nano-Metal-Oxides-Market-to-Cross-9-Billion-by-FY2027-Growing-at-a-CAGR-of-8.3-Between-2020-and-2027---ResearchAndMarkets.com>
- 5 <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/metal-nanoparticle-market-138262033.html>
- 6 <https://www.kommersant.ru/doc/4671379>
- 7 Российский технологический журнал. 2020;8(3):92-103
- 8 <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rynok-lakokrasochnoy-produktsii-v-rossii-tendentsii-razvitiya-i-posledstviya-pandemii/>
- 9 <https://fiop.site/>
- 10 <https://sudostroenie.info/novosti/29901.html>
- 11 <https://fpc.ru/ru/7034>

## КОНТАКТЫ:

*НИТУ «МИСиС» – кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий*

**Тел.:** +7 495 638-44-09

**E-mail:** pmifp@misis.ru

**E-mail:** levashov@shs.misis.ru

*ИТПМ СО РАН — Лаб. 8. Аэрофизических исследований дозвуковых течений (ООО «Бардаханов» – производство нанопорошков)*

**Тел.:** +7 (383) 330-42-78

*ИХТТМ СО РАН (Производство биоцидов)*

**Тел.:** (383) 332-53-44 Факс: (383) 332-28-47

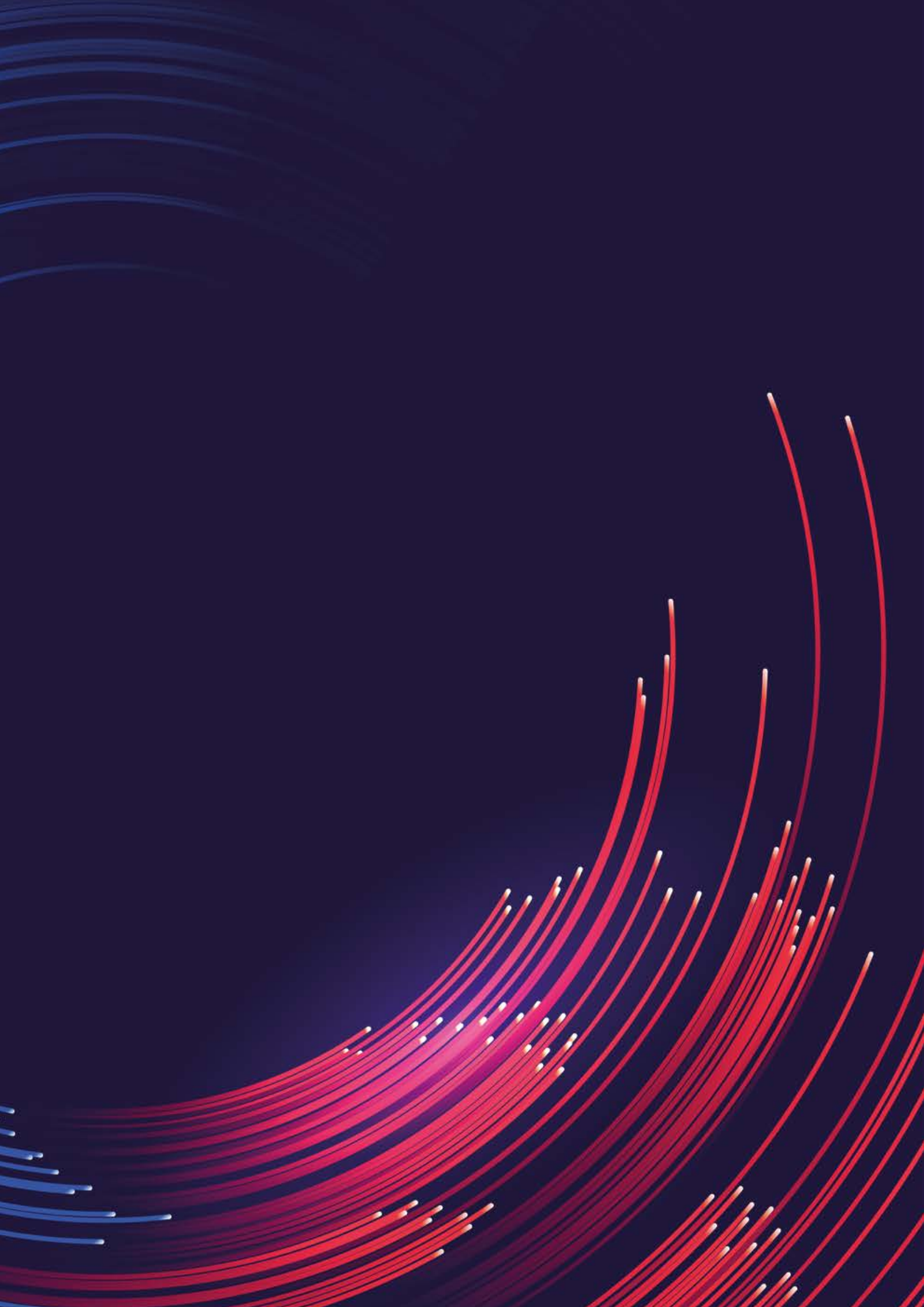
**E-mail:** root@solid.nsc.ru

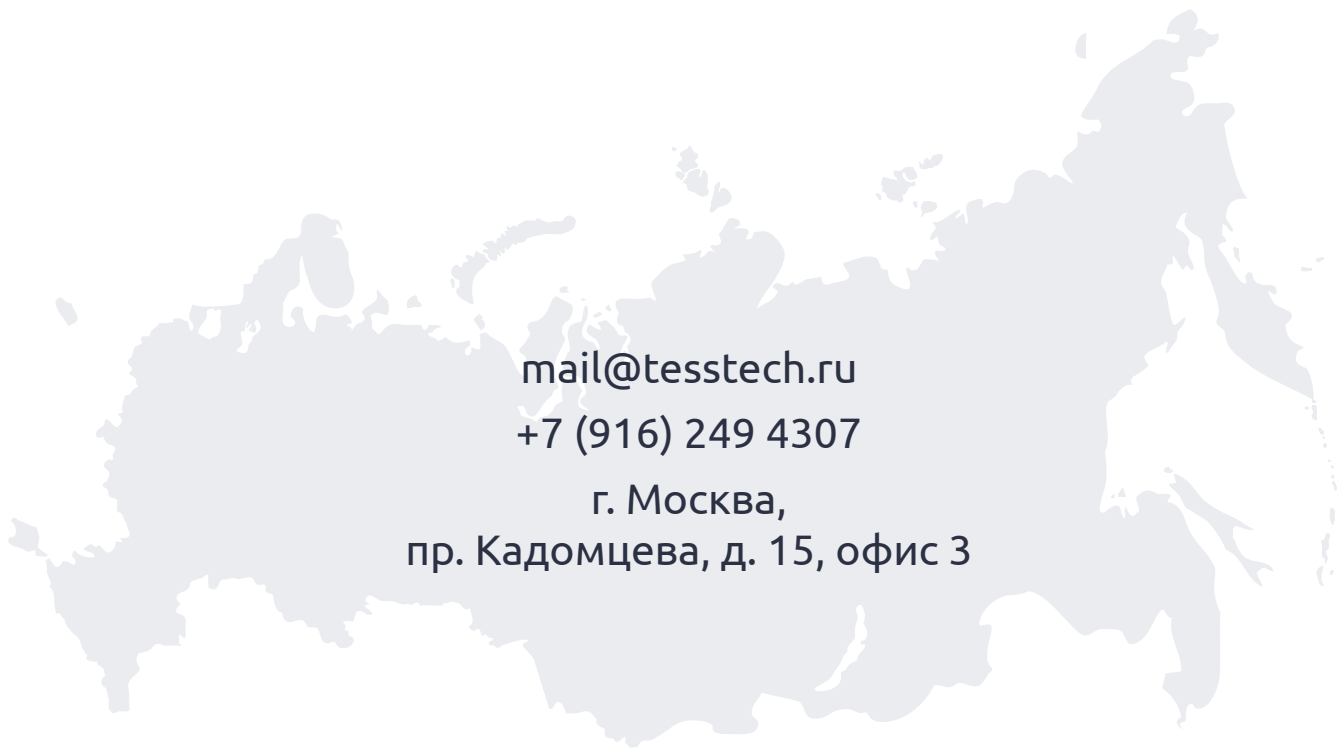
*ООО «ТЕХАТОМ» (СевГУ – производство противообрастающих нанодобавок)*

**Директор:** Сеницин Олег Павлович

**Тел.:** 8 (985) 993 20 05

**E-mail:** info@tehatom.ru





mail@tesstech.ru

+7 (916) 249 4307

г. Москва,  
пр. Кадомцева, д. 15, офис 3



**TESS**  
**Technology**