



# **Рынок композиционных материалов: состояние, потребности, перспективы**

Опыт МИЦ «Композиты России»  
МГТУ им. Н.Э. Баумана  
и Московского Композитного Кластера

**Улиткин Фёдор Николаевич**  
руководитель проектов дивизиона «Композиты»

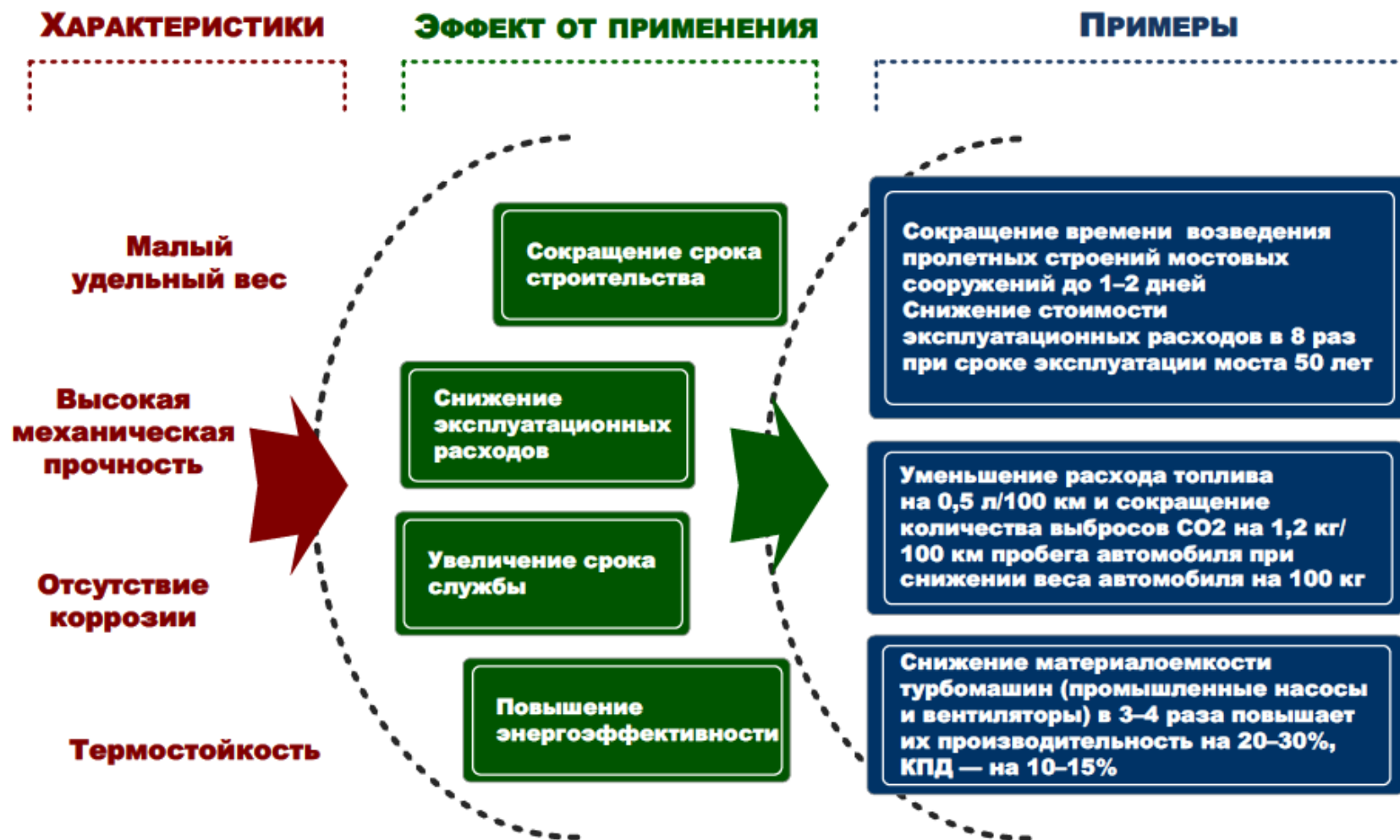




## О СПИКЕРЕ

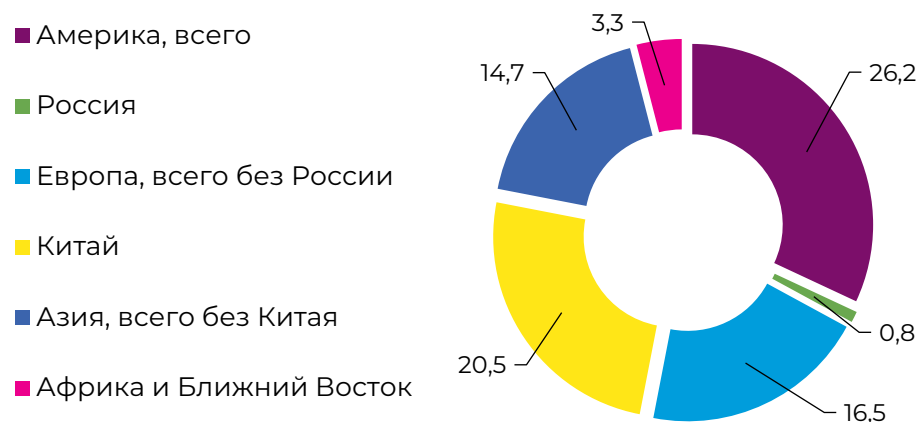
Руководитель проектов дивизиона композиты  
Межотраслевого инжинирингового центра  
«Композиты России» МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
Менеджер Московского Композитного  
Кластера

# Зачем нужны композиты

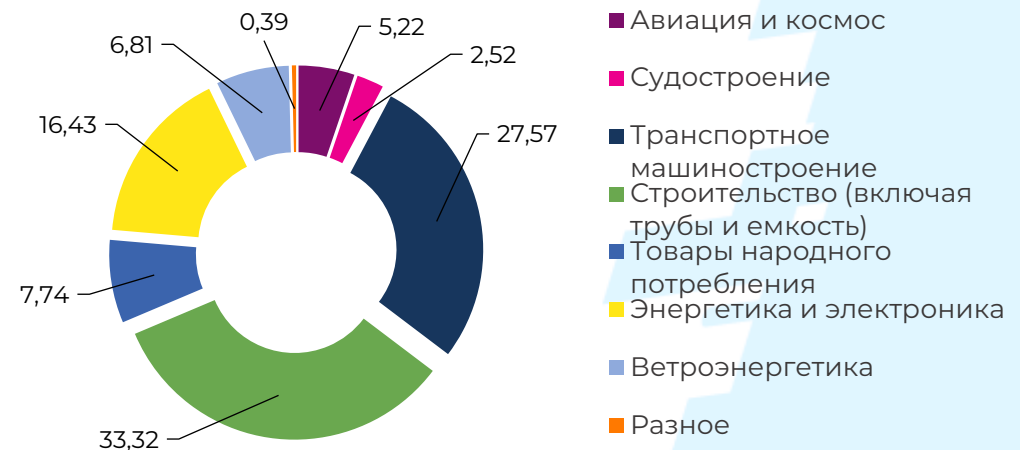


# Мировой рынок композиционных материалов

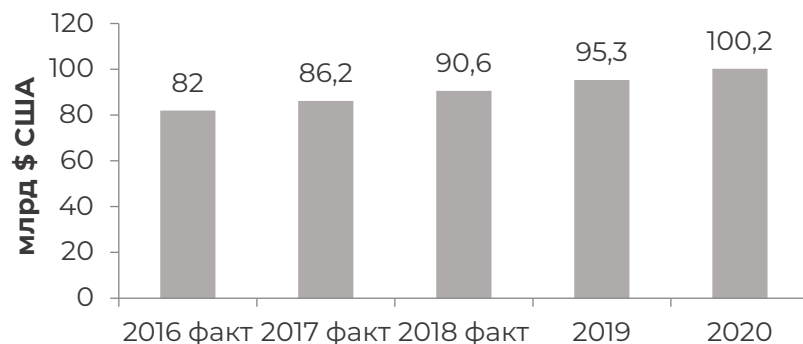
Мировой рынок композитов по стоимости (млрд. \$ США)



Мировой рынок композитов по отраслям (% от общего объема потребления)



Объем мирового рынка композитов



edunano.ru

**82 млрд.\$** объем мирового рынка

**5,13%** ежегодный темп прироста

**300** ключевых игроков

**1%** доля России

# Российский рынок композиционных материалов

## Направления проектов 2018-2020

### Ветроэнергетика



Потребность в УВ  
РФ ~ 500 тонн/год

### Сосуды под давлением

Потребность в УВ  
РФ ~ 500-1500 тонн/год

### Спорт

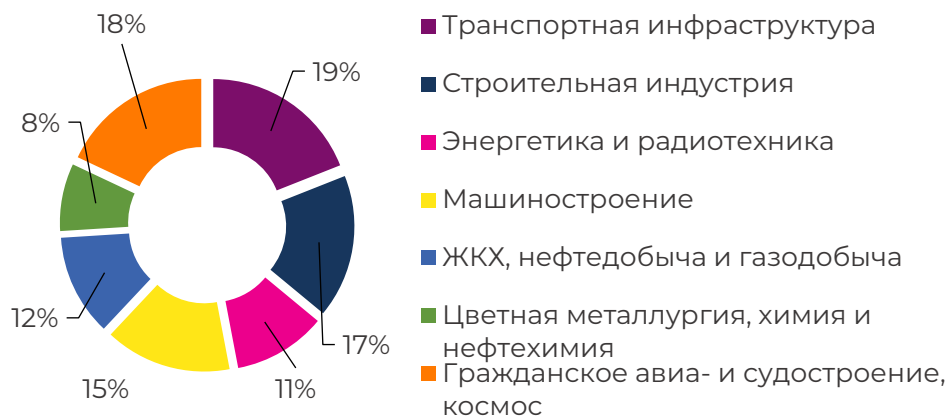


Потребность в УВ  
РФ ~ 400 тонн/год

### Строительство

Потребность в УВ  
РФ ~ 500 тонн/год

## Структура российского рынка КОМПОЗИТОВ

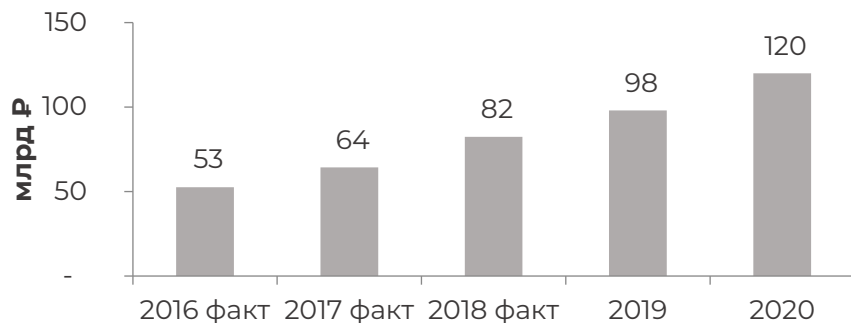


**53,8 млрд Р** объем российского рынка

**20%** ежегодный темп прироста

**50** ключевых игроков

## Объем российского рынка композитов



## Проблемы:

- Недостаточный объем применения композитов и изделий из них в приоритетных секторах экономики
- Отсутствие полноценной системы подготовки, переподготовки, повышения и оценки квалификации прикладных специалистов композитной отрасли
- Недостаточный объем информации об эффективности применения композитов и изделий из них в приоритетных секторах экономики



# Текущие проблемы и задачи развития отрасли производства композитных материалов в РФ

## ТЕКУЩИЕ ПРОБЛЕМЫ

Недостаточный объем применения композитов и изделий из них в приоритетных секторах экономики  
**1% от общемирового объема применения**

Отсутствие полноценной системы подготовки, переподготовки, повышения и оценки квалификации прикладных специалистов композитной отрасли – **системная проблема**

Недостаточный объем информации об эффективности применения композитов и изделий из них в приоритетных секторах экономики  
**НТД, ОК, Сметы**

## ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ

Разработка ТЭО эффективности применения композитов и изделий из них в приоритетных секторах экономики  
Проведение межотраслевых мероприятий по вопросу внедрения композитов и изделий из них  
Стимулирование спроса на региональном уровне (региональные программы)

Создание полноценной системы подготовки, переподготовки, повышения и оценки квалификации прикладных специалистов композитной отрасли и отраслей – потребителей

- Профстандарты
- ФГОС ВПО и СПО
- Площадка оценки компетентности и квалификации

Завершение работы по утверждению и введению в действие СП, стандартов, Общероссийских классификаторов, Сметных нормативов  
**Работа будет полностью завершена в 2024-2025 гг. Более 400 нормативных документов**



МГТУ имени Н.Э. Баумана  
**КОМПОЗИТЫ  
РОССИИ**

# **МИЦ «Композиты России»**

# История появления и развития проекта

## 2009

На форуме «Селигер-2009» команда «Композиты России» представила свои разработки в области композиционных материалов Владимиру Путину.

## 2011

Создание научно-образовательного центра на базе инновационного проекта «Композиты России». Старт проекта по разработке крупногабаритных строительных конструкций

## 2013

Создание инновационного предприятия при МГТУ им. Н.Э. Баумана – «Межотраслевой инжиниринговый центр МГТУ им. Н.Э. Баумана», которое вошло в ТОП-5 по России

## 2012

Открыта лаборатория климатических испытаний. Внедрено 5 проектов в промышленность. Старт семинаров и цикла лабораторных работ для студентов по курсу «Основы научных исследований»

## 2014

Создан Московский Композитный Кластер (МКК) Внедрено 40 проектов в промышленность. Создан кластер «Медицинская промышленность, новая химия и биотехнологии»

## 2015

Запущена новая линейка композитов в медицине Создан Межвузовский инжиниринговый центр на базе МГТУ им. Н. Э. Баумана, МГУ им. М. В. Ломоносова, КНИТУ КАИ им. А. Н. Туполева. Создан Чемпионат России по композитам – Composite Battle



# 2016

МИЦ «Композиты России» признан первым инжиниринговым центром среди всех ИЦ, созданных на базе ВУЗов РФ.

Начал работу Торговый Дом Московского Композитного Кластера

Запущен образовательный проект «Инжинириум»

Создан Федеральный образовательный центр повышения квалификации – запущено 50 курсов

# 2017

На базе Центра открыта магистратура «Индустрия композитов и цифровое материаловедение»

Запущен инновационный отечественный IT-проект «BAUM Inform»

# 2018

Организован Международный Форум:

«Ключевые тренды в композитах»

Начало поставок СХД «BAUM Inform» в органы власти РФ, силовые ведомства и банки

# 2019

МИЦ «Композиты России» стал лидером рейтинга «ТехУспех-2019»

Команда Центра заняла первое место в «WorldSkills» в компетенции «Технологии композитов»

# 2020

Запуск завода «Мосбазальт»



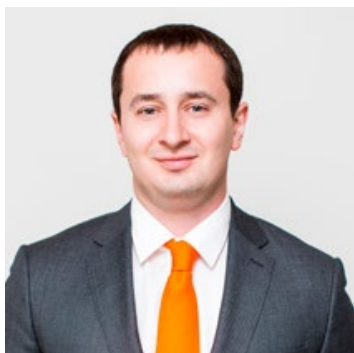
# МИЦ сегодня



# Команда



Нелюб  
Владимир Александрович  
Директор, к.т.н.



Бородулин  
Алексей Сергеевич  
Заместитель директора, к.т.н.



Калинников  
Александр Николаевич  
Заместитель директора



Стоянова  
Маргарита Васильевна  
Заместитель директора

В МИЦ «Композиты России МГТУ им. Н. Э. Баумана» работает более **150** специалистов, из них – **2** академика РАН, **11** докторов наук, **7** кандидатов наук, **7** профессоров, молодые ученые, аспиранты и студенты.

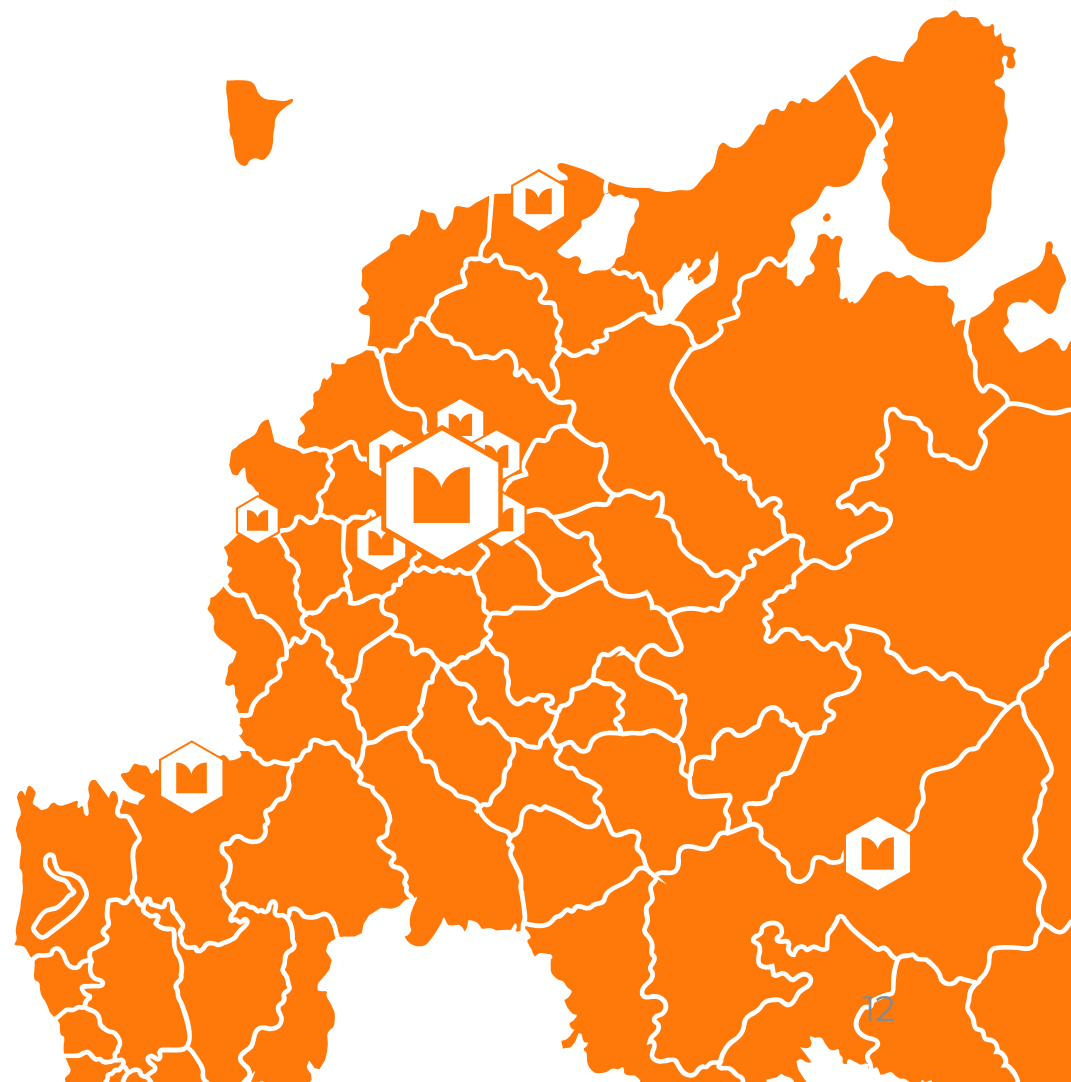
**Общая численность сотрудников центра свыше 250 человек.**



## МОСКОВСКИЙ КОМПОЗИТНЫЙ КЛАСТЕР

На площадке объединено  
более **100** предприятий  
из реальных секторов экономики

[mcc.emtc.ru](http://mcc.emtc.ru)





## Московский Композитный Кластер

**Дата основания:** 30 июня 2014 года

В состав Московского  
Композитного Кластера  
входит **более 100**  
ведущих предприятий  
отрасли  
композитных  
материалов



**Московский Композитный Кластер (МКК)** - ведущая площадка по консолидации эффективных производственных и конкурентоспособных предприятий, научно-образовательных организаций в области композиционных материалов и изделий из них.

**Цель МКК:** формирование развитого рынка композиционной отрасли, характеризующегося устойчивым спросом на лучшую продукцию со стороны государственных и частных заказчиков.

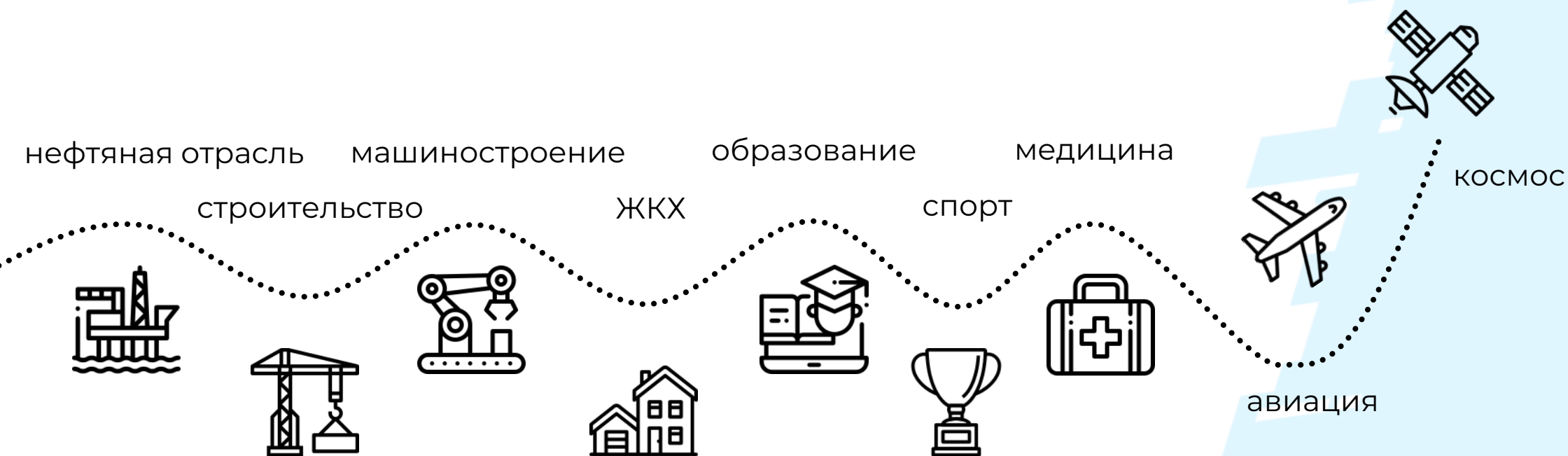
- Устойчивое развитие отрасли композиционных материалов
- Эффективная коммерциализация объектов интеллектуальной собственности в г. Москве
- Импортозамещение в области композиционных материалов и изделий из них
- Новые налоговые поступления в бюджет г. Москвы за счет производственной и экономической деятельности кластера
- Создание новых рабочих мест в г. Москве
- Развитие экспортного потенциала организаций кластера в г. Москве

**При поддержке:**



# Смежные отрасли

Мы работаем в интересах базовых  
отраслей промышленности,  
народного хозяйства и образования





# Спорт

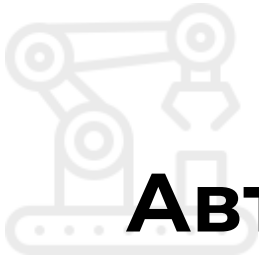
**Композитные изделия пользуются спросом во многих сферах активной деятельности человека:**

- **спорт** (баскетбольные щиты, хоккейные коробки, сиденья для стадионов, лыжи и лыжные палки, гимнастические палки, клюшки, мотошлемы и другой спортивный инвентарь, велосипедные рамы и колеса, скейтборды и лонгборды);
- **отдых и туризм** (водные аттракционы, катамараны, водные мотоциклы, прогулочные катера и яхты);
- **охота и рыбалка** (удилища, спиннинги, лодки, тюнинг оружия).

Благодаря своим свойствам, композиционные материалы придают спортивным изделиям и оборудованию легкость и прочность, долговечность и стойкость к внешней среде, и что не менее важно, стильный и привлекательный вид.







# Автомобилестроение и транспорт

Развитие автомобильной промышленности, повышение требований к качеству и безопасности используемых материалов требует создания и применения новых композиционных материалов. В настоящее время композиты используются при создании практически любого узла автомобиля.

**Преимущества** композитных материалов для автомобилестроения в том, что они способны принимать сложную и уникальную форму, сохраняя при этом жёсткость, прочность и малый вес и аэродинамические характеристики.

Отдельно стоит упомянуть о тюнинге автомобилей. В наше время композиты повсеместно используются в автотюнинге – начиная от замены штатных кузовных элементов, заканчивая изготовлением мировыми тюнинг-ателье всех силовых конструкций.





# Авиастроение и БПЛА

В настоящее время, работая над повышением авиатранспортной эффективности, мировая авиаиндустрия активно переходит от металлических конструкций к новому типу конструктивных решений на основе композиционных материалов.

**Преимущества** композитных деталей в авиастроении перед деталями изготовленными из металлов и сплавов:

- весовые качества
- высокая прочность
- устойчивость к коррозии
- высокие усталостные характеристики
- износостойкость





# Космос

Благодаря высокой удельной прочности и стойкости к вибрационным нагрузкам, малому удельному весу и высокой усталостной прочности, стойкости к воздействию высоких температур и высокой стойкости к агрессивным условиям эксплуатации композитные материалы широко используются в космической и авиационной технике.

Опыт применения композиционных материалов в мировой авиакосмической отрасли показал, что их применение взамен металлических сплавов обеспечило снижение массы конструкций **до 50%**, повышение ресурса эксплуатации **в 3-5 раз**, снижение трудоемкости изготовления на **30-50%** и уменьшение материалоемкости **до 50%**.



# Медицина

Сочетание таких свойств как биологическая инертность, высокие прочность и износостойкость, низкие значения ползучести под нагрузкой и коэффициента трения, композиционные материалы обеспечили широкое применение в эндопротезировании, за счет требуемого градиента свойств.



Композиционные материалы в медицине могут применяться для:

- протезов и ортезов (головодержатели, корсеты, реклинаторы, таторы и т.д.);
- деталей медицинских приборов и техники;
- корпусов медицинских приборов и техники;
- столов, носилок, спинальных щитов и пр.

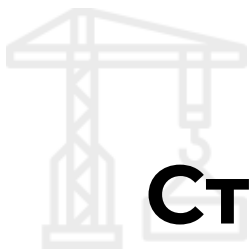


# Машиностроение

Применение композиционных материалов в современных конструкциях дает существенный выигрыш в массе, прочности, долговечности, стойкости к коррозии и агрессивным химическим средам.

В **машиностроении** композиционные материалы широко применяются для создания защитных покрытий на поверхностях **трения**, а также для изготовления различных деталей **двигателей внутреннего сгорания**, силовых конструкциях автоматической линии сборки автомобилей и тд.





# Строительство

Современное строительство уже использует наиболее усовершенствованные материалы, поэтому композиты активно входят в данную сферу, которым находят широчайшее применение. Современные ПКМ, а также конструкции и изделия из них должны широко применяться в строительстве, благодаря таким качествам, как высокая прочность, коррозионная стойкость и низкий удельный вес, простота установки и монтажа, долговечность и доступная стоимость.

Композиты используют для армирования малых архитектурных форм, водосточных желобов, фасадных панелей.

В современном строительстве не обойтись без труб из стеклопластика, различных накопительных емкостей и резервуаров, септиков, очистных сооружений, КНС в корпусе из композитных материалов.



# Приборостроение

В современном мире приборостроение не могут обойтись без применения композиционных материалов, обладающих уникальными свойствами. Композиционные материалы применяются в основном для изготовления изоляторов, проводников, основ и защитных покрытий, ВЧ и СВЧ плат.



# Оборонная промышленность

Оборонная промышленность - одна из самых наукоемких отраслей. Большинство передовых технологий и изобретений появляются именно в этой области. Использование композиционных материалов для создания современной уникальной техники также не стало исключением. Благодаря своим свойствам композиты позволяют достичь снижения веса конструкций, повешения прочностных характеристик, уменьшение реакций с агрессивной окружающей средой, радиопрозрачность.



# Энергетическая отрасль

Будущее энергетики уже немыслимо без композитных материалов. Прочные и легкие, они начинают применяться в атомной отрасли, электросетях, ветроэнергетике и нефтегазовой промышленности.

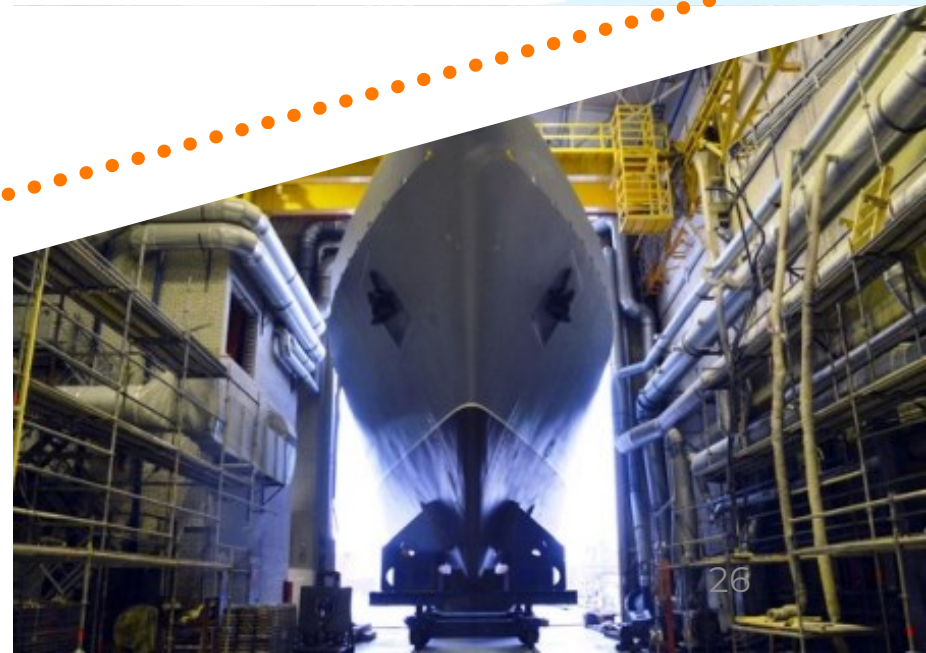
В энергетике с применением ПКМ уже изготавливаются: газовые центрифуги, несущие сердечники высоковольтных кабелей, решетчатые опоры линий электропередач, лопасти ветроэнергетических установок, и с каждым годом процент применения композиционных материалов в энергетической отрасли значительно возрастает.

# Судостроение

Наступает новый этап в судостроении, с заменой обычных материалов на композиционные. Уникальные свойства композиционных материалов придают высокие технологические характеристики конструкциям судов, и обеспечивают соблюдение строгих требований Российского морского регистра судоходства.

**К преимуществам** конструкций судов, построенных из композитных материалов, относятся:

- Снижение эксплуатационных расходов
- Высокая коррозионная стойкость.
- Высокая прочность и сопротивление усталостному разрушению.
- Неограниченны размеры изделия
- Возможность оперативного исправления брака при изготовлении



# НИОКР и инжиниринг

# НИОКР

**МИЦ «Композиты России»** производит полный цикл работ, направленных на получение новых знаний и практических результатов при создании новых материалов и конструкций.

Литературный  
обзор

Патентные  
исследования

Технологическая  
проработка

Разработка эскизного  
проекта и сортамента  
продукции

Анализ, подбор  
и разработка  
материалов

Анализ требуемых  
характеристик  
продукции

Разработка  
технологии  
изготовления

Изготовление  
опытных образцов

Разработка программы и методики  
испытаний, испытания опытных  
и производственных образцов

Наладка производственной линии  
и серийный выпуск продукции

Разработка  
производственного  
оборудования

# Опытное производство

Центр обладает необходимыми производственными площадями, а также располагает самыми современным технологическим оборудованием и технологиями для производства мелкосерийных изделий, предсерийных моделей и опытных образцов.

Данные мощности активно задействованы в проектах реализуемых в рамках Московского Композитного Кластера.

## Используемые технологии:

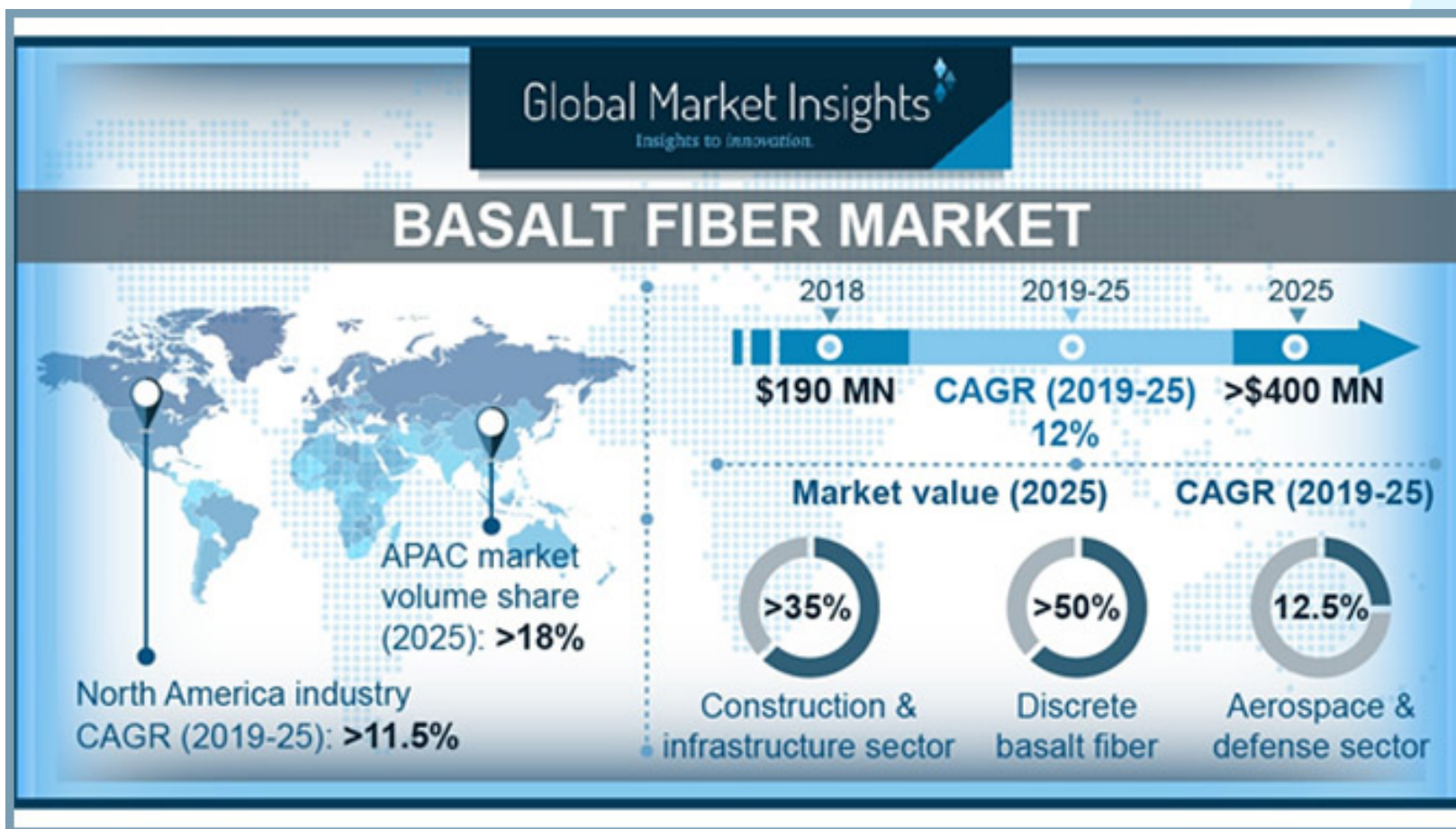
- изготовление объемно-армированных преформ по технологии нашивки ровингом
- изготовление объемно-армированных структур 2D, 2.5D и 3D
- изготовление опытных партий изделий из ПКМ различными методами:
  - ✓ Ручное формование
  - ✓ Напыление
  - ✓ Метод RTM (инжекция)
  - ✓ Вакуумная инфузия (VARTM, VIM)
  - ✓ Намотка
  - ✓ Пултрузия
  - ✓ Прямое прессование
  - ✓ Автоклавное формование
  - ✓ SMC и BMC

# Аналитика рынка, Потребности, Проекты

# Базальтовое волокно

# Базальтовое волокно

Объём рынка базальтовых волокон к 2025 году превысит \$400 миллионов



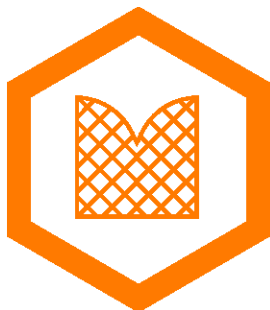


# Свойства и преимущества базальтового волокна

Практика показывает, что в сравнении со стекловолокном, углеродным волокном и арамидным волокном, базальтовое волокно обладает хорошими механическими свойствами, устойчивостью к воздействию кислот и щелочей, превосходными электрическими свойствами, превосходными звукоизоляционными и теплоизоляционными характеристиками.

# Свойства и преимущества базальтового волокна

- стойкость к щелочам и кислотам;
- стойкость к перепадам температур от  $-260^{\circ}\text{C}$  до  $+600^{\circ}\text{C}$ ;
- является диэлектриком и не создает электрическое поле;
- высокие гидрофобные показатели;
- низкая теплопроводность и способность выдерживать высокие рабочие температуры;
- является гибким материалом;
- хорошая драпируемость, повторяет внешнюю конструкцию поверхности;
- не выделяет вредных веществ в атмосферу воздуха;
- высокая устойчивость к радиоактивному излучению, ультрафиолету и биологическому загрязнению;
- отличная паропроницаемость (пропускает влагу, но не образует внутри конденсат);
- относится к негорючим веществам, поэтому отвечает всем требованиям пожарной безопасности;
- биологически и химически пассивна (не поражается грибком, плесенью, не гниет, не подвергается разрушению со стороны грызунов и других вредителей);



## МОСБАЗАЛЫТ

Инновационное предприятие  
по производству базальтовых  
сеток: строительной и  
автодорожной.



edunano.ru



# Выпуск до 9 млн м<sup>2</sup>

базальтовой сетки в год



# Автодорожная сетка

**Георешетки из стекловолокна ССНП «МОСБАЗАЛЪТ» и из базальтового волокна СБНП «МОСБАЗАЛЪТ» применяются:**

- для усиления слоев асфальтобетона;
- с целью предотвращения образования сетки трещин в слоях износа дорожной одежды;
- при устройстве грунтово-силовых обойм;
- при устройстве армогрунтовых конструкций.

**Георешетки из полиэфира ПС «МОСБАЗАЛЪТ» применяются:**

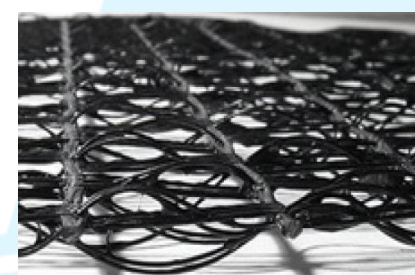
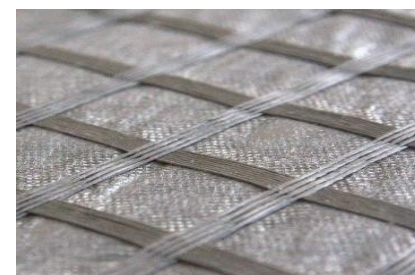
- для армирования переходных и низших типов конструкций дорожных одежд (щебень, ПГС, ЩПС)
- при устройстве грунтово-силовых обойм;
- при устройстве армогрунтовых конструкций.

**Георешетки с подложкой из нетканого синтетического материала ССНПп/П и СБНПп/П «МОСБАЗАЛЪТ» применяются:**

- для армирования слоев асфальтобетона с целью достижения лучшей адгезии слоев за счет подложки из НСМ;
- для устройства грунтово-силовых обойм при наличии в конструкции мелкодисперсных материалов (пылеватые грунты);
- при устройстве армогрунтовых конструкций

**Георешетки трехмерные 3D «МОСБАЗАЛЪТ» применяются для создания устойчивого растительного покрова с целью предотвращения водных или ветровых эрозионных процессов таких сооружений как:**

- откосы, насыпи, выемки кюветов;
- мостовые конуса;
- оползневые склоны оврагов;
- русла периодически действующих водотоков.



# Строительная сетка

## Базальтовая **кладочная** сетка СБНПк «МОСБАЗАЛЬТ»

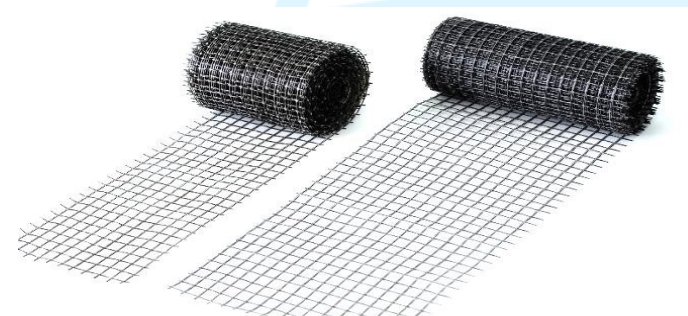
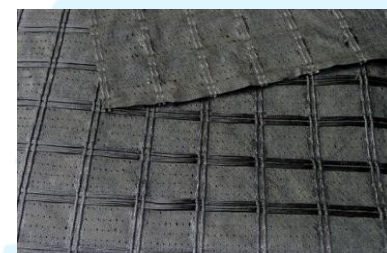
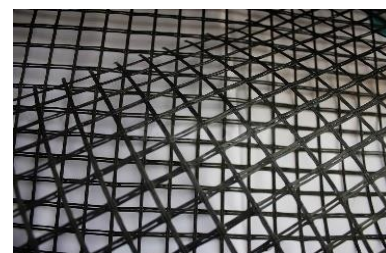
Используется в качестве связи при армировании кирпича, блоков из ячеистого бетона, камня, керамических блоков, а также для армирования стяжки пола.

## Базальтовая **фасадная** сетка СБНПф «МОСБАЗАЛЬТ»

Применяются для армирования штукатурного слоя фасадных тепловых изоляционных композиционных систем с наружными штукатурными слоями при новом строительстве, ремонте или реконструкции зданий и сооружений.

## Преимущества кладочных и фасадных сеток «МОСБАЗАЛЬТ»:

- низкая стоимость по сравнению с металлической сеткой с аналогичными характеристиками;
- удобство монтажа (легче металла, компактнее, не травмируют руки, легкость при укладке, нарезка без усилий хозяйственными ножницами);
- не подвержены коррозии;
- щелочестойкие;
- являются диэлектриком;
- исключают образование «мостиков холода»;
- в сравнении с металлической сеткой позволяют уменьшить толщину шва кладки.



# Проект Производство

## 2017-2020

### Инициаторы:

- ООО «Каменный Век»
- МГТУ им. Н.Э. Баумана

### Новизна:

- Разработка новых питателей для производства волокна повышенной линейной плотности
- Разработка новых составов замасливателей

### Финансирование:

- Собственные средства
- Минобрнауки РФ 218 ПП, субсидия на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств

### Результаты:

- Увеличение производственных мощностей более чем в два раза
- Новая продуктовая линейка

**ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ  
НОВЕЙШЕЙ ЛИНИИ ПО  
ПРОИЗВОДСТВУ НЕПРЕРЫВНОГО  
БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА**

**ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ  
БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА  
ПОВЫШЕННОЙ ЛИНЕЙНОЙ  
ПЛОТНОСТИ**



# Термопластичные композитные материалы

# Термопластичные КОМПОЗИТНЫЕ материалы





# Преимущества

- **Повышенная трещиностойкость / устойчивость к повреждениям / живучесть**
- **Поглощение энергии** - высокий показатель удельного поглощения энергии
- **Превосходная усталостная выносливость** - в 2 раза превышает упрочненное эпоксидное связующее (ETW - после влагонасыщения)
- **Быстрый процесс** - штамповка, прессование, склейка, гибка и т.д.
- Улучшенное **демпфирование** - низкое NHV (шум, резкость, вибрация)
- Превосходное **сопротивление** влиянию окружающей среды / химии / растворителям
- Отличное **сопротивление** истиранию
- **Низкий коэффициент** трения
- **Низкое влагопоглощение** (в зависимости от полимера)
- **Стабильная Tg** - в условиях ETW (влагонасыщение)
- FST (Fire, Smoke, Toxicity) **стабильная огнестойкость** (в зависимости от полимера)
- Хранение не в морозильнике / **срок годности не ограничен**
- **Отсутствие токсичности** / основные химические вещества
- **Возможность** вторичной **переработки**

# Преимущества

| Характеристика                                               | CF/PEEK превосходит CF/эпоху |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------|
| * Сжатие после удара (CAI)                                   | в 2 раза                     |
| * Трещиностойкость (G1c)                                     | в 5 раз                      |
| * Едва заметные повреждения (BVID)                           | в 3 раза                     |
| ** Поглощение энергии                                        | в 2 раза                     |
| ** Поглощение энергии (алюминий)                             | в 8 раз                      |
| Снижение массы                                               | на 33%                       |
| Лучшее пост-баллистические значения вращающего момента удара | на 150%                      |



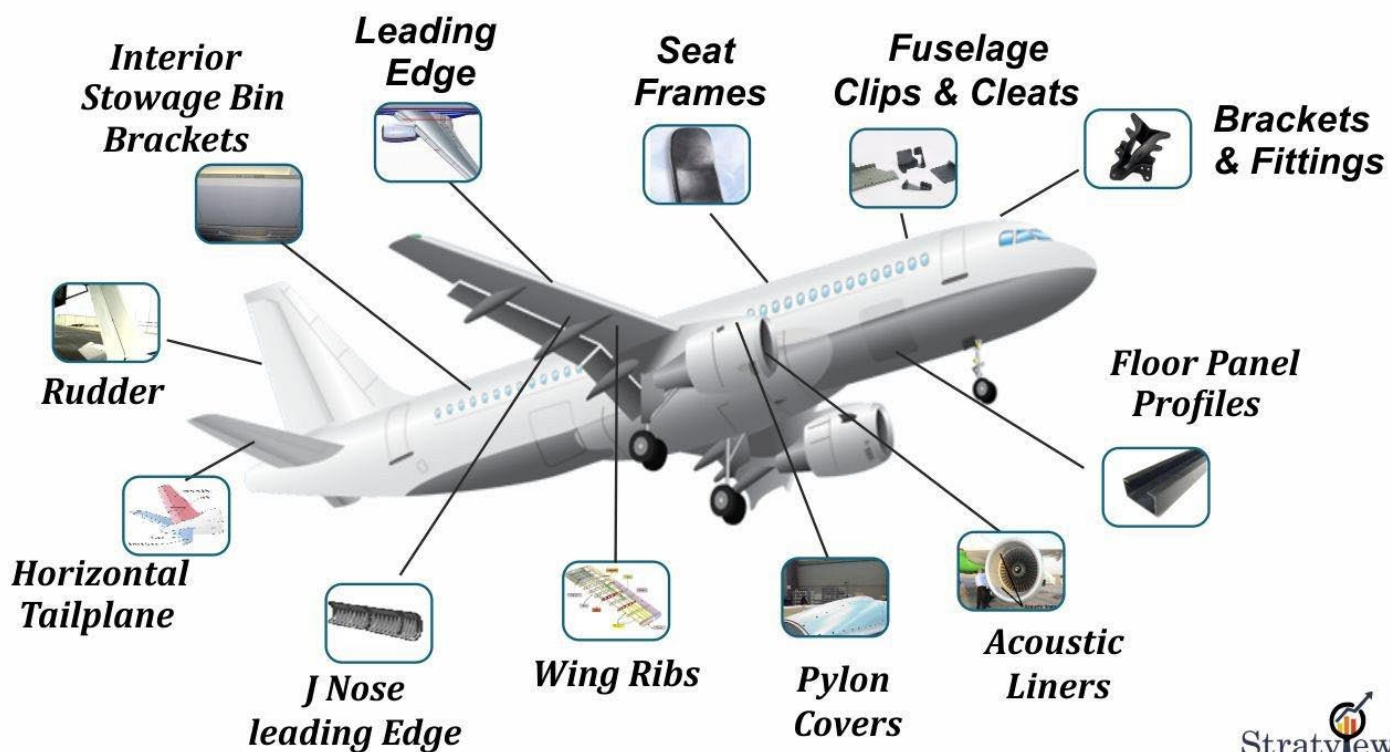
Reserence:

\*Levine S, Dequine D, Lamm B "Damage Tolerance of Thermoplastic Stretch-Broken Carbon Fiber vs. Continuous Carbon Fiber Pre-Preg" SAMPE International Conference & Exhibition, Long Beach, CA, May 2013

\*\* Hammanda H et.al., Comparison energy adsorption of carbon/epoxy and carbon/PEEK composite tubes, Composites, Volume 23, Issue 4, July 1992, Pages 245-252

# Перспективы применения в авиации

## Key Applications of Thermoplastic Composites



# Проект Инжиниринг

## 2017-2022

### Инициаторы:

- МГТУ им. Н.Э. Баумана
- НИФХИ им. Л. Я. Карпова

### Новизна:

- Данная технология получения полисульфонов направлена на импортозамещение и позволяет значительно снизить стоимость данного полимерного материала

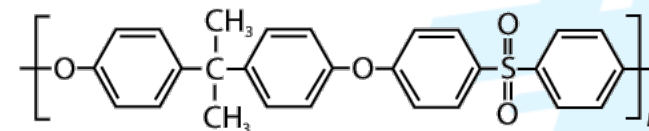
### Финансирование:

- Собственные средства
- Минобрнауки РФ Мероприятие 1.3 «Проведение прикладных научных исследований и разработок, направленных на создание продукции и технологий»

### Результаты:

- Разработка малоотходной технологии синтеза ПСФ и ПЭС
- Запуск импортозамещающего малотоннажного производства в 2021-2022гг

РАЗРАБОТКА НОВОЙ  
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОСТОЙКИХ  
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
СУПЕРКОНСТРУКЦИОННЫХ ПОЛИМЕРОВ  
ДЛИТЕЛЬНОГО СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ  
(ПСФ, ПЭС, ПФС)



# Меры поддержки

# Инструменты государственной финансовой поддержки инновационных проектов в части НИОКР и инжиниринга



Комплексные инвестиционные проекты (КИП) ПП РФ № 1312,1649 субсидии на НИОКР



Программа «Развитие» Фонда содействия развития малых форм предприятий в научно-технической сфере



Развитие кооперации между ВУЗами и организациями реального сектора экономики ПП РФ №218, возмещение затрат на НИОКР



## О главном

**Для обеспечения высоких темпов развития отрасли композиционных материалов производственным, инжиниринговым и научным центрам необходимо вступать в кооперацию**

**Только кооперация улучшит инфраструктуру исследований и разработок, промышленную реализацию НИОКРов, коммерциализацию объектов интеллектуальной собственности**

