Стратегическая сессия.
Создание национальной инициативы цифрового моделирования новых материалов.

Центр НТИ
«Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества»

Москва 2021г.

Основные задачи в области материаловедения

Мир

- **Стратегическое академическое лидерство** в области новых материалов
- **Разработка** рекордных и «умных» **материалов**
- **Переход** к управлению **жизненными циклами материалов**
- Работа с **цифровыми двойниками** материалов и изделий

Россия

- **Интеграция и синхронизация** с программами\дорожными картами профильных федеральных органов исполнительной власти, крупных компаний и корпораций
- **Создание экосреды** для «быстрой» разработки и внедрения новых материалов и веществ с последующим созданием МИП
- **Разработка критических технологий** мирового уровня для базовых отраслей промышленности
  («зеленая химия», цифровое материаловедение, супер конструкционные композиты, технологии переработки композитов и др.)
- Обеспечение стратегической **безопасности** страны и развитие **экспортного потенциала** российской промышленности
- **Упреждающая подготовка** молодых **исследователей** и **разработчиков**, повышение квалификации в области конструкционных и функциональных материалов на основе новых образовательных технологий
  (online, VR, AR, цифровые лаборатории, производственные двойники)

Москва

- **Интеграция** в деятельность Московского инновационного кластера и входящего в него Московского композитного кластера
- Развитие и создание высокотехнологичных производств с номенклатурой **«Made in Moscow»**
- **Создание нового класса** наукоемких **рабочих мест**, повышение ВРП региона, в т.ч. за счет интеллектуальной составляющей
- Подготовка и переподготовка **высококвалифицированных кадров**, детское образование

Барьеры и ограничения

Недостаточный **уровень цифрового моделирования** с применением суперкомпьютеров на базе искусственного интеллекта

Нехватка **компетенций** мирового уровня в области химии, механики веществ на нано-мезоуровне и т.п.

Нехватка уникального **научно-технологического оборудования** и площадей

Низкий **уровень автоматизации** и **роботизации** производственных технологий

Недостаточный **охват** фундаментальных **исследований**

Отсутствие **понимания** нужд промышленности на горизонте стратегического планирования

Какие нужны материалы и технологии

РАН, Росатом, Ростех, МГУ им. М.В. Ломоносова, МГТУ им. Н.Э. Баумана, РХТУ им. Д.И. Менделеева, НГУ, МИСиС, МГСУ, Сколтех, ВИАМ:

Полимерные композиционные материалы, аддитивные материалы и технологии, редкие и редкоземельные металлы, новые конструкционные и функциональные материалы и вещества, наноматериалы

MIT:

Зеленая химия, гибридные, материалы с памятью формы, супертермостойкие, саммовостанавливающиеся, адаптивные, биоразлагаемые, композиционные материалы

Cambridge, Oxford :

Зеленая химия, оксидные, металлокомпозиты суперконструкционные, циркониевые, биоразлагаемые, супергидрофобные, биосовместимые, пеностекла, композиционные

Академия наук КНР:

Супертермостойкие (карбид кремния), арамидные пластики, изоляционные, алюминиевые, адаптивные, суперконструкционные, полиэфирные материалы, супергидрофобные, композиционные материалы

Перспективные направления 2020-2030

Рекордные материалы и технологии нового поколения:

Супертермостойкие (карбид кремния, керамика, УУКМ), супергидрофобные (перфторированные углеводороды), суперконструкционные (углеродонаполненные мататериалы на основе новых связующих ПЭЭК, бисмалеимидные и др.), металлокомпозиты, композиционные (углепластики, стеклопластики и др), наноматериалы.

Умные материалы: самовосстанавливающиеся (полиуретаны и эпоксиды), адаптивные (дилатантные и др.), биосовместимые (углеродные и др), биоразлагаемые (ПЭТФ с алифатическими сомономерами), «зеленая химия» (фурфуроловые связующие и др.).

С точки зрения технологий: цифровизация, искусственный интеллект, «зеленые» и энергоэффективные.

Соответствует СНТР и ДК «Технологии новых материалов и веществ»

Центр НТИ
«Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества»

Цель

Создание нового, цифрового подхода к «быстрому» и «сквозному» проектированию, разработке, испытанию и применению новых материалов и веществ.

Ключевые проекты

- 5 **проектов**, которые реализуются для предприятия ГК «Росатом» в соответствии с их дорожной картой по развитию новых материалов и веществ
- 3 **проекта**, которые реализуются совместно с индустриальными партнерами и которые связаны с разработкой новых материалов для прикладного применения с точки зрения производства конечной продукции
- 3 **проекта**, которые направлены на разработку новых материалов, которые могут применяться в различных отраслях и имеют большие перспективы для внедрения ввиду отсутствия близких аналогов
- 6 **цифровых платформ** по проектированию и инженерному применению отдельных материалов и изделий

Научные направления

- полимерные композиционные материалы
- аддитивные материалы и технологии
- редкие и редкоземельные материалы
- новые конструкционные и функциональные материалы и вещества

12+ организаций в Консорциуме

17 ключевых проектов

Показатели к 2025 году:

545+ подготовленных специалистов в год

897+ млн ₽ доход в год

145+ заключенных лицензионных соглашений

Организационная модель Центра НТИ

Консорциум

Государственные корпорации и компании с госучастием

Организации ГНЦ и НОЦ

Агентство стратегических инициатив
Проектный офис НТИ

Межрегиональный промышленный кластер «Композиты без границ»

Малый и средний бизнес

Научно-образовательные организации

Московский инновационный кластер, Московский композитный кластер

Российские институты развития
и международные фонды

Организации Российской Академии Наук

Федеральные органы исполнительной власти

Зарубежные научные, научно-образовательные и бизнес-организации

Структура Центра НТИ

Лаборатория
«Умные композиты»

Лаборатория
«Свойства новых материалов»

Лаборатория «**Моделирование прочностных характеристик**»

Лаборатория
«Адгезионные взаимодействия»

Лаборатория «**Неразрушающий контроль**»

Лаборатория
«Самовосстанавливающие материалы»

Лаборатория
«Материалы для применения в экстремальных условиях»

Лаборатория
«Цифровые платформы поддержки инженерных решений»

Образовательные подразделения

Удаленные рабочие места
на территории участников консорциума

Образовательная экосистема

Обучение школьников

- Запуск курсов для 5-8, 9-11 классов по цифровому материаловедению
- Разработка реальных кейсов по каждому курсу
- Виртуальные экскурсии
- Отложенные трудовые договоры
- Классы в московской школе, лаборатории в детском технопарке
- Обучение школьных педагогов

Работа со студентами

- Магистратура «Цифровое материаловедение»
- Проведение международных стажировок, практик, семинаров, экспорт образовательной деятельности
- Научная деятельность, конкурсы и соревнования (НТИ, WorldSkills)
- Поддержка стартапов
- Трудоустройство в Центр и компании-партнеры

Обучение взрослых

- Запуск курсов повышения квалификации и проф. переподготовки по направлениям: Цифровое материаловедение, Новые материалы и вещества, Новые производственные технологии, Цифровые двойники материалов и технологий
- Трудоустройство лучших в компании-партнеры

- Внедрение современных образовательных технологий (VR,AR)
- Создание и масштабирование востребованных онлайн курсов
- Сотрудничество с университетом 20.35
- Интеграция с Edunet
- Индивидуальные проектные траектории
- Компетентностный подход и «Умный подбор курсов»
- Реализация концепции непрерывного образования

KPI 2021-2024

2000+	30+	15+
подготовленных специалистов	**внедренных Online курсов**	**стартапов**

Цель: создание высшей инженерной школы в области Цифрового материаловедения

Ключевые проекты Центра (синхронизация с СНТР и ДК «Технологии новых материалов и веществ»)

Полимерные композиционные материалы

- Разработка новых термопластичных связующих и препрегов на их основе, а также цифровых методов проектирования готовых изделий
- Разработка системы прочностных расчетов анизотропных материалов
- Разработка цифровой модели полимерных композиционных материалов с учётом комплекса адгезионных взаимодействий на разных масштабных уровнях с целью создания эффективных инженерных систем поддержки и принятия технологических решений
- Разработка оборудования и технологии создания объемных преформ методом укладки ровинга, алгоритмов оптимального проектирования и аддитивных технологий изготовления методами трехмерной печати изделий из углеволокнистых композитов с рациональными криволинейными траекториями укладки волокон
- Разработка цифровой модели течения связующего при формовании изделий из ПКМ методами пропитки
- Разработка системы цифрового управления технологического процесса производства арматуры
- Разработка системы автоматизированного принятия решений по оптимальному выбору композиционных материалов под заданные условия
- Технологические решения по разработке бумагоподобных материалов с элементами цифрового сопровождения и моделирования

Аддитивные материалы и технологии

- Создание цифровой системы управления качеством и экономическими показателями при производстве отечественных изделий, в числе энергетического и атомного машиностроения
- Разработка базы данных свойств материалов, полученных по технологии селективного лазерного плавления
- Разработка новых функциональных ориентированных 2D и 3D ПКМ, в том числе с использованием графена и его аналогов, и методов их получения с использованием аддитивных технологий
- Разработка аддитивной технологии создания высокопористых остеоиндуктивных имплантов, обладающих мультимодальным распределением пор и биоактивным покрытием
- Разработка систем неразрушающего контроля качества изделий, выполненных с использованием аддитивных технологий

Новые конструкционные и функциональные материалы и вещества

- Цифровая технология автоматизированного подбора состава и прогнозирования свойств полупроводящих матриц, обеспечивающих возможность саморегуляции электросопротивления, для систем обогрева различного назначения
- Разработка самовосстанавливающихся светопроницаемых защитных покрытий цифровых методов оценки их эффективности
- Разработка новых материалов и покрытий запорной арматуры для экстремальных условий эксплуатации
- Новые биоразлагаемые материалы и цифровое моделирование их жизненного цикла

- экспортные проекты

Приоритеты СНТР: - 20а; - 20а и 20ж; - 20а и 20в

Рынки НТИ: Сквозная технология НТИ «Моделирование материалов с заданными свойствами» оказывает влияние на развитие всех рынков НТИ (Аэронет, Автонет, Маринет, Нейронет, Хелснет, Фуднет, Энерджинет, Технет, Сэйфнет)

Быстрые практические победы и результаты от работы Центра

Быстрые результаты в 2021

- Высоконагруженные изделия сложной формы(рабочие лопатки газотурбинных двигателей, ветряков, детали машин)
- Оборудование для неразрушающего контроля изделий из новых материалов
- «Умные» системы обогрева сложных технических объектов, расположенных в экстремальных условиях

Быстрые результаты к 2024

- Автомобили, спортинвентарь, товары массового потребления из композитов
- Изделия из композитов высокого качества
- Высокоэффективные фильтры для газовых сред, агрессивных жидкостей длительным жизненным циклом
- Высокоэффективные новые строительные материалы отечественного производства
- Программный комплекс отечественной разработки для инженерных расчетов новых материалов
- Дешевое внедрение новых материалов в различные отрасли
- Запорная арматура для высокоответствен-ных объектов, работающих в агрессивных условиях

Практическое внедрение к 2025

- Программный комплекс сопровождения жизненного цикла изделий
- Программный комплекс для проектирования новых материалов
- Новые высокоэффективные тепло- и токоотводы. Новые виды сорбентов для сбора токсинов в крови, сбора нефтяных разливов при авариях.
- Новые виды радиолокационной техники. Новые способы защиты стратегических объектов

Стратегические результаты

- Новые высокопрочные полимерные композиты
- Новый тип костных имплантов с высокой степенью приживаемости
- «Зеленые» композиты с программируемым сроком жизни. Новые типы медицинских протезов

- - **экспортные проекты**

Приоритеты СНТР: - **20а** - **20а и 20ж** - **20а и 20в**

Предложения Центра НТИ для КНТП «Новые композитные материалы»

№	Научно-технические задачи	Наименование тематики (проектов)
1.	Разработка рецептур и технологий получения конструкционных клеев для различных отраслей промышленности промышленности	Создание производства новых термостойких конструкционных и и функциональных клеев с улучшенными прочностными характеристиками на основе непредельных полиэфирных смол, смол, полиуретановых и иных компонентов
2.	Создание задела производства композитной фибры в виде технологии технологии изготовления и уникального оборудования для его получения	Разработка технологии и оборудования для производства полимерной полимерной композитной фибры на основе непрерывных базальтовых базальтовых волокон и щелочестойкого эпоксидного связующего с связующего с высокими эксплуатационными свойствами
3.	Разработка рецептуры пропитки для использования в шахтах (вопросы (вопросы горючести и токсичности), расчет структуры сетки для армирования сводов стен шахт	Шахтная базальтовая композитная сетка
4.	Формирование задела для производства Российского оборудования для оборудования для переработки композиционных материалов	Разработка конструкции отечественного оборудования для получения получения изделий из ПКМ методом автоматической выкладки
5.	Улучшение технологических и экономических характеристик производства композитной арматуры на основе базальтовых волокон волокон	Создание технологии производства высокопрочной высокомодульной высокомодульной композитной арматуры
6.	Создание задела технологий и оборудования для проектирования и проектирования и изготовления нетканых структур преформ для ПКМ ПКМ методами прямой переработки ровинга	Разработка технологии и оборудования для создания преформ методом методом укладки ровинга
7.	Разработка рецептуры и технологии изготовления СВЧ диэлектриков диэлектриков	Разработка технологии и наработка опытных образцов СВЧ-диэлектриков на частоты 10-40ГГц

Результаты работы

№	Наименование показателя	Целевые значения			
		2021	2022	2023	2024
1	Численность подготовленных специалистов, по основным образовательным программам высшего образования и образования и дополнительным образовательным программам необходимых для разработки и (или) практического практического использования сквозных технологий Национальной технологической инициативы, чел	320	464	496	545
2	Лицензионные соглашения на передачу права использования и (или) отчуждения права на результаты интеллектуальной интеллектуальной деятельности, созданных центром и (или) находящихся под управлением центра, шт	79	100	124	145
3	Доход от деятельности Центра по всем ключевым направлениям (выполнение НИОКР, управление РИД, инжиниринговая и инжиниринговая и образовательная деятельность и т.д.), млн руб.	596	731	808	897

№	Наименование индикатора	Плановое значение показателя			
		2021	2022	2023	2024
1.	Количество статей по тематике Центра, в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных "Scopus" и (или) Web of Science Core (или) Web of Science Core Collection, шт	16	22	28	33
2.	Количество российских и зарубежных ведущих ученых, работающих в центре, чел	4	6	8	9
3.	Доля исследователей центра в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей центра, %	54%	54%	55%	57%
4.	Количество мероприятий, направленных на популяризацию направлений деятельности Центра (выставки, конференции, научные научные семинары, мастер-классы, хакатоны и т.д.), шт	9	11	13	15
5.	Число созданных он-лайн курсов, разработанных по направлениям Центра, шт	4	6	8	10
6.	Число образовательных программ, разработанных Центром, шт	35	46	54	63
7.	Число созданных стартапов, шт	2	2	4	5
8.	Число созданных производств по направлениям деятельности Центра, шт	0	1	2	2
9.	Количество заявок на правовую охрану результатов интеллектуальной деятельности, поданных от Центра, шт	19	25	30	32
10	Количество студентов, привлеченных к выполнению работ Центра, чел	16	18	20	25

Интеграция со смежными проектами и программами

Агентство стратегических инициатив
Проектный офис НТИ

Пример практической реализации: инновационное производство «Мосбазальт»

При поддержке

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

Выделение гранта на оборудование

МГТУ им. Н.Э. Баумана

МОСБАЗАЛЬТ

S=2000 м²

> 50 человек

Мощность производства более 9 млн м² строительной продукции (базальтовая сетка)

МОСКОВСКИЙ КОМПОЗИТНЫЙ КЛАСТЕР

> 200 000 000 ₽

Налоговые поступления в бюджет г. Москвы до 2030 года с учетом запуска 2-й очереди проекта

Потребители инновационной продукции

Государственные корпорации и компании с госучастием

Строительные и эксплуатирующие организации

Малый и средний бизнес

Частные домовладения

Цифровое пространство Центра НТИ – Цифровой Киберполигон

01

Международные и федеральные требования (стандарты)
Источник: стандарты и требования ФОИВов

02

Отраслевые требования и условия применения
Источник: требования отраслевых объединений и гос. корпораций

03

Будущее требования и вызовы, рыночные тренды
Источник: программы РГ НТИ (xxxНЕТов), форсайт-прогнозы

Лаборатории и испытательные центры

Инжиниринговые центры и технопарки

Цифровой киберполигон

Интеллектуальные системы моделирования поведения «цифровых двойников» материалов в виртуальных внешних средах с различными комбинированными профилями воздействий и оценки соответствия заданным требованиям

Материалы как сервис с учетом углеродного следа

Цифровая технологическая платформа:
- хранение данных о материалах, технологиях и изделиях;
- определение необходимого уровня свойств материалов для новых изделий;
- моделирование свойств, структуры, технологии получения новых материалов;
- расчет и оптимизация углеродного следа на этапе разработки

Цифровые паспорта

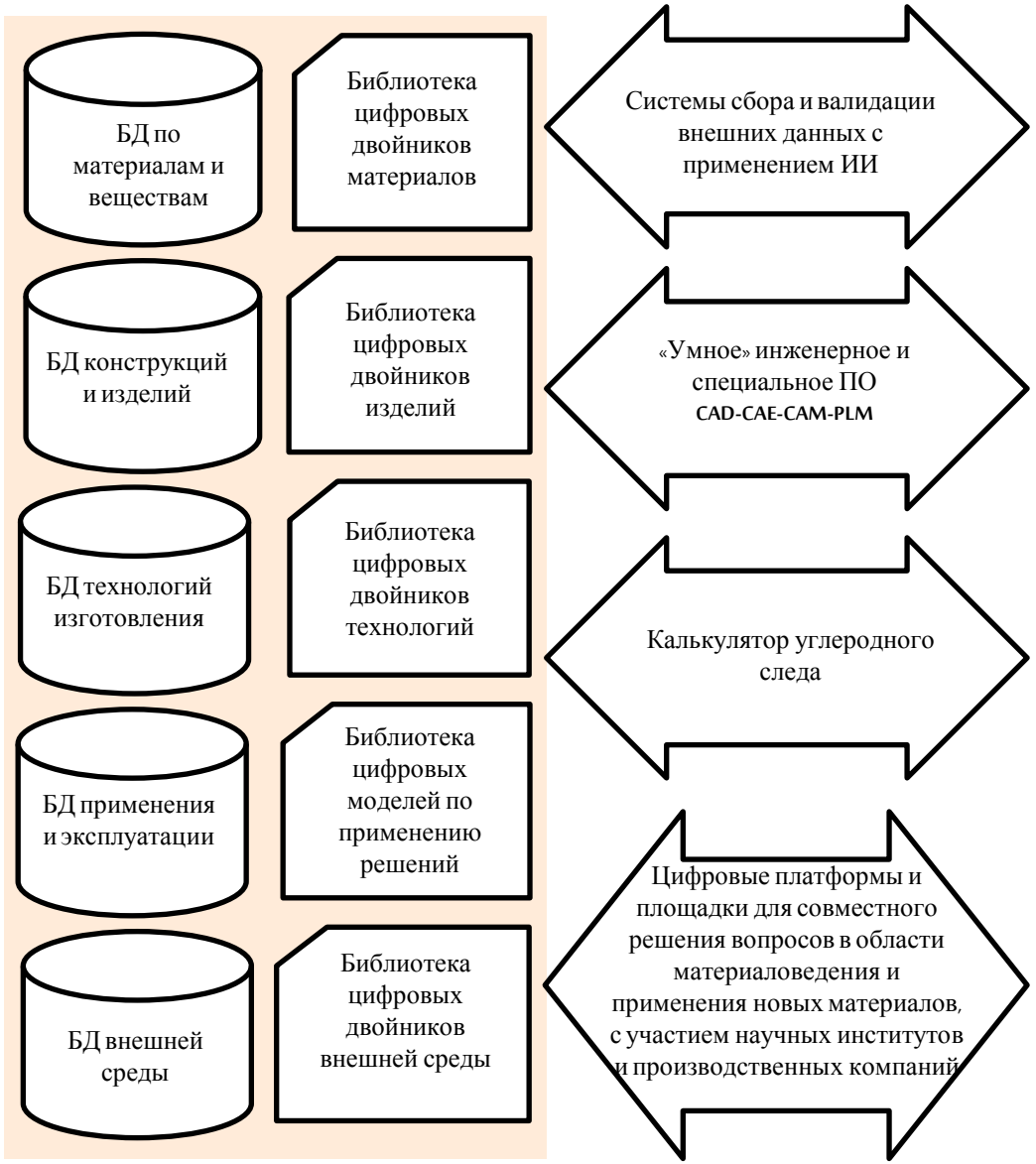
Экспресс сертификаты соответствия

Предиктивные траектории контроля

Цифровое пространство Центра НТИ – «Материалы как сервис» с учетом углеродного следа

Предпосылки- медленный и дорогостоящий цикл создания продукта без учета влияния на экологию:

- огромное количество опытов и испытаний;
- отсутствие единой базы данных со свойствами материалов;
- сложный процесс проектирования изделий с привлечением огромного количества высококвалифицированных специалистов (материаловедов, конструкторов, прочнистов и технологов);
- использование устаревших материалов и технологий;
- недостаток инженерного ПО в области материаловедения;
- отсутствие учета углеродного следа на всем жизненном цикле продукта



Результаты

- сокращение сроков и стоимости разработки новых продуктов;
- учет и оптимизация углеродного следа на всем жизненном цикле продукта (производство, эксплуатация, утилизация);
- быстрая сертификация и внедрение новых материалов;
- высокая степень коммуникаций науки и бизнеса;
- повышение конкурентоспособности российских компаний на международной арене