



Технологии,
которые работают.

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ 2

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Руководитель проекта
к.т.н., доцент Тюрин А.Г.

Промежуточный отчёт за 2023 г.
Слушание 29.11.2023 г.

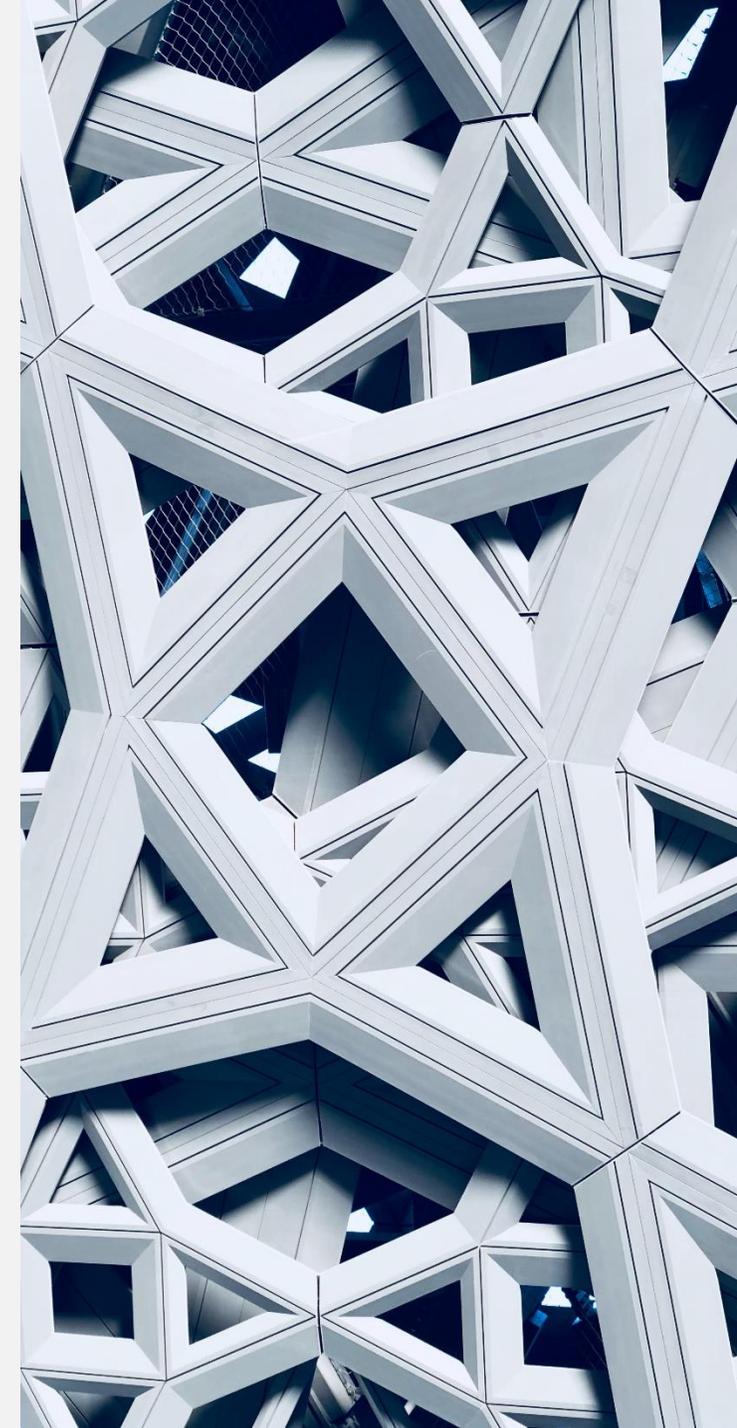


ЦЕЛЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Обеспечить превосходство в технологиях создания и практического применения новых керамических и металлических материалов с уникальными свойствами, а также исследовательской инфраструктуры мирового уровня в сфере материаловедения для глобальной конкурентоспособности РФ.

Задачи проекта:

- Создание передовой научно-исследовательской инфраструктуры (в т.ч. в рамках ЦКП «СКИФ») в области материаловедения для роста объемов исследований и разработок новых материалов, их практического применения.
- Интегрировать компетенции и ресурсы организаций-партнеров для достижения технологического и рыночного лидерства.
- Создание системы подготовки перспективных кадров в сфере современного материаловедения, в т.ч. для ЦКП «СКИФ».
- Создание на базе Техноцентра НГТУ НЭТИ полигона по получению новых материалов, производству опытных образцов и продукции из них:
 - а) керамических материалов с высоким уровнем прочностных свойств, трещино- и износостойкости;
 - б) материалов на металлической основе с особо высоким уровнем коррозионной стойкости;
 - в) других функциональных материалов.



НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ

01

**Научные станции
НГТУ НЭТИ
в ЦКП «СКИФ»**

02

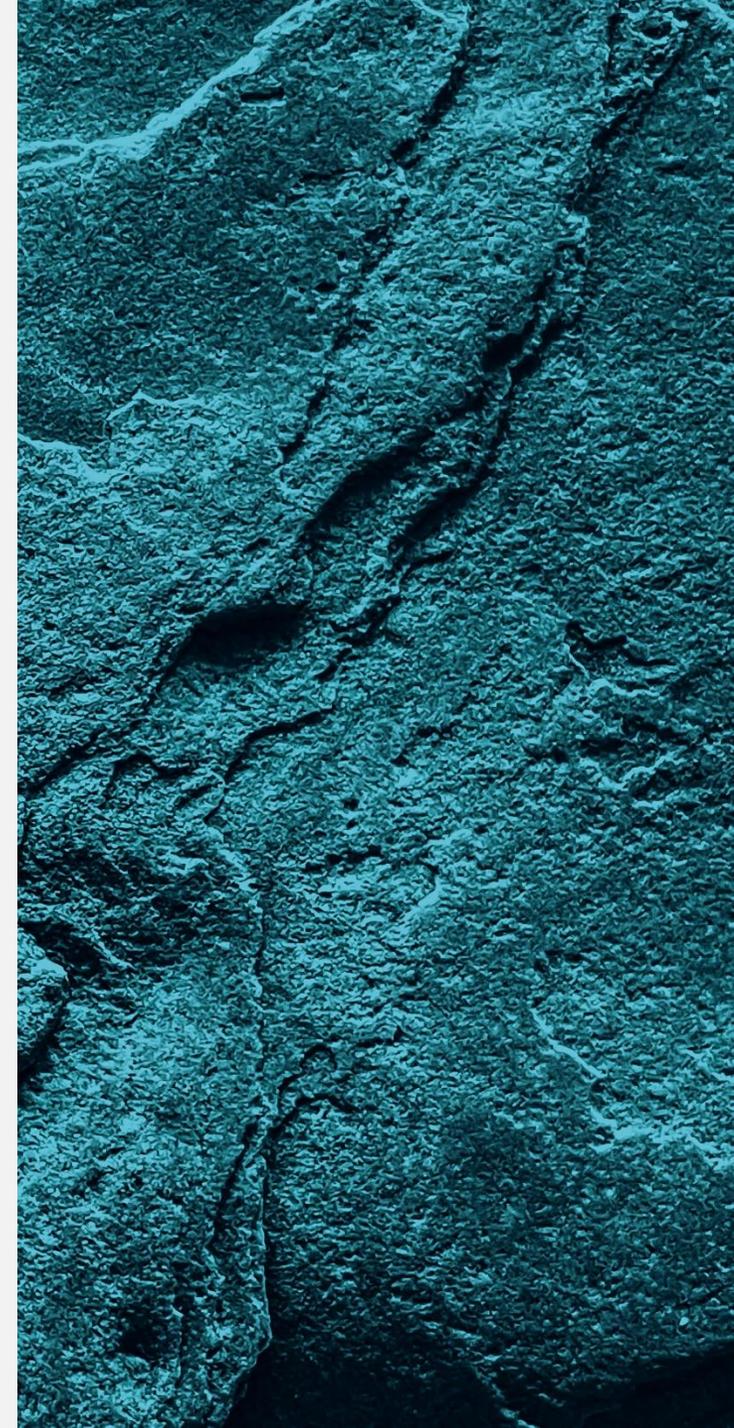
**Новые
металлические
материалы:**

- Создание передовой научно-исследовательской инфраструктуры (в т.ч. в рамках ЦКП «СКИФ») в области материаловедения для роста объемов исследований и разработок новых материалов, их практического применения.

03

**Композиционные
керамические
материалы:**

- Разработка новых композиционных керамических материалов для производства импортозамещающей высокотехнологичной продукции.
- Разработка технологии получения передовых магнитомягких ферритовых материалов для импортозамещающего производства магнитопроводов трансформаторов



НАУЧНЫЕ СТАНЦИИ НГТУ НЭТИ В ЦКП «СКИФ»

ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Разработка проектов научно-исследовательских станций НГТУ в Центре коллективного пользования «СКИФ»

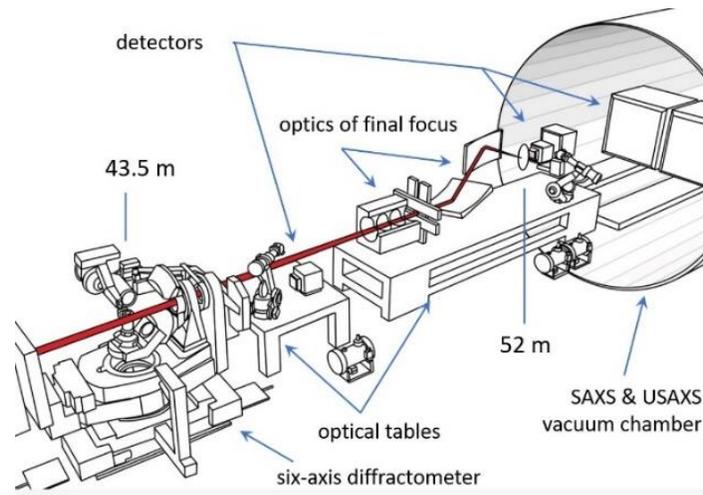
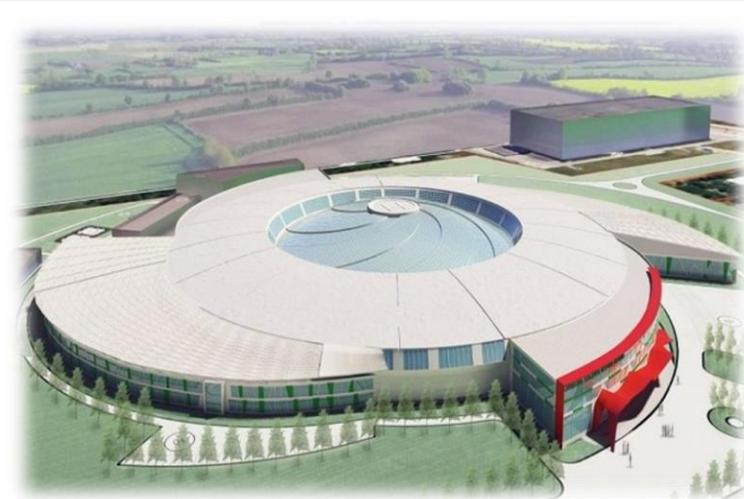
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Разработаны концептуальные проекты ондуляторной и вигглерной станций НГТУ

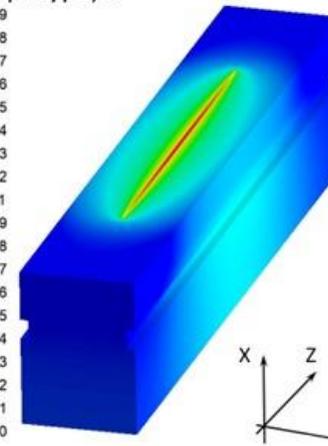
Создано конструкторское бюро по проектированию отдельных узлов и механизмов для станций первой очереди 1-1 Микрофокус и 1-2 «Структурная диагностика» (объем законтрактованных средств на выполнение работ — 200 млн руб.)

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРТНЕРЫ

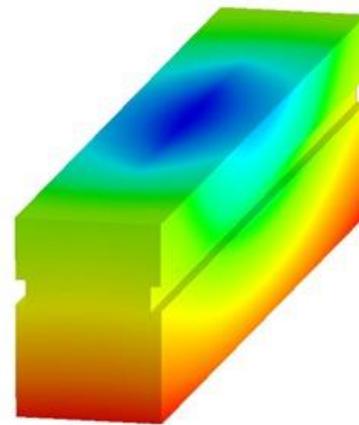
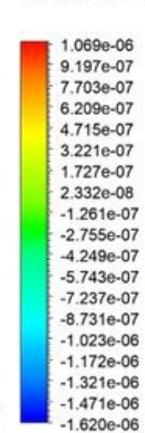
- Институт катализа СО РАН
- ИЯФ СО РАН
- ФИЦ ИВТ
- БФУ им И. Канта
- КТИ НП СО РАН
- ИГМ СО РАН



Температура, К



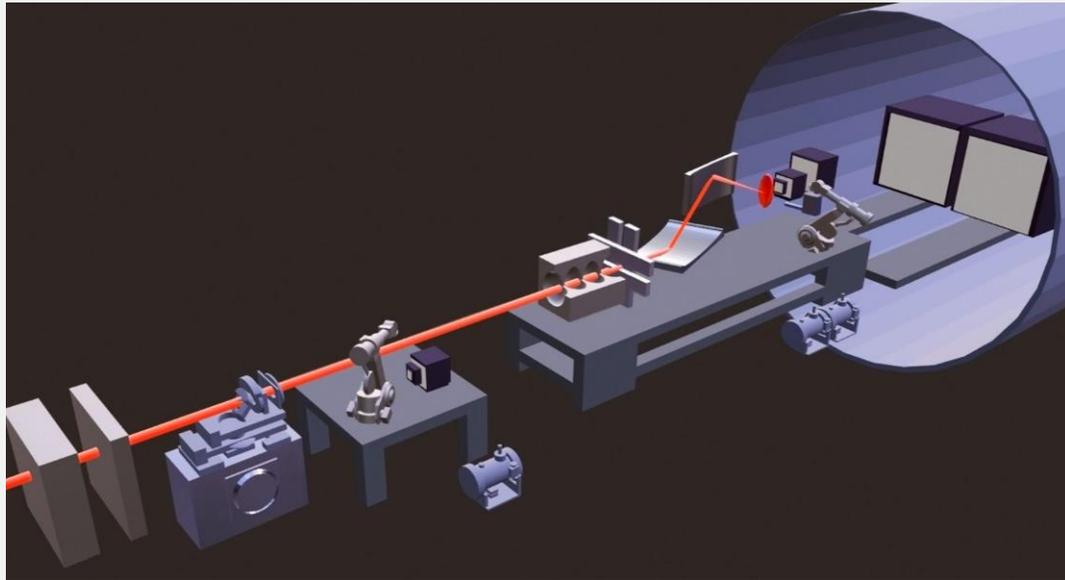
Перемещение, м



НАУЧНЫЕ СТАНЦИИ НГТУ НЭТИ В ЦКП «СКИФ»

2 проекта станций НГТУ-НЭТИ в СКИФ

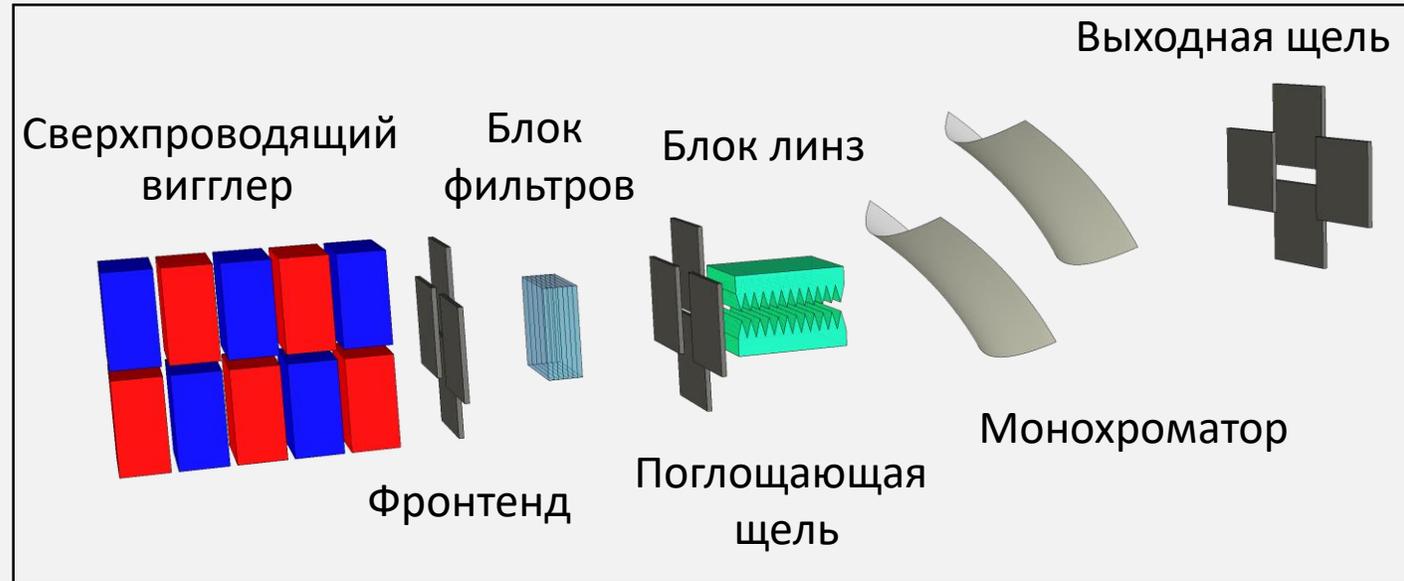
Ондуляторная станция «Материя»



КЛЮЧЕВЫЕ МЕТОДИКИ

- In situ и operando дифракция;
- In situ и operando рентгеновская визуализация;
- Малоугловое (SAXS) и ультра малоугловое рентгеновское рассеяние;
- Аномальная дифракция, тонкая структура аномальной дифракции;
- Рентгенофлуоресцентная спектроскопия;
- XAFS-спектроскопия;
- Трёхмерная дифракция;
- Темнопольная рентгеновская микроскопия.

Принципиальная схема виглерной станции «Материаловедение»



КЛЮЧЕВЫЕ МЕТОДИКИ

- Порошковая дифракция
- In situ и operando дифракция
- РФА
- Текстурный анализ
- Анализ напряжений
- Элементное картирование
- Радиография + компьютерная томография
- МУРР

НАУЧНЫЕ СТАНЦИИ НГТУ НЭТИ В ЦКП «СКИФ»

12 УНИКАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ СТАНЦИЙ 1-ОЙ ОЧЕРЕДИ

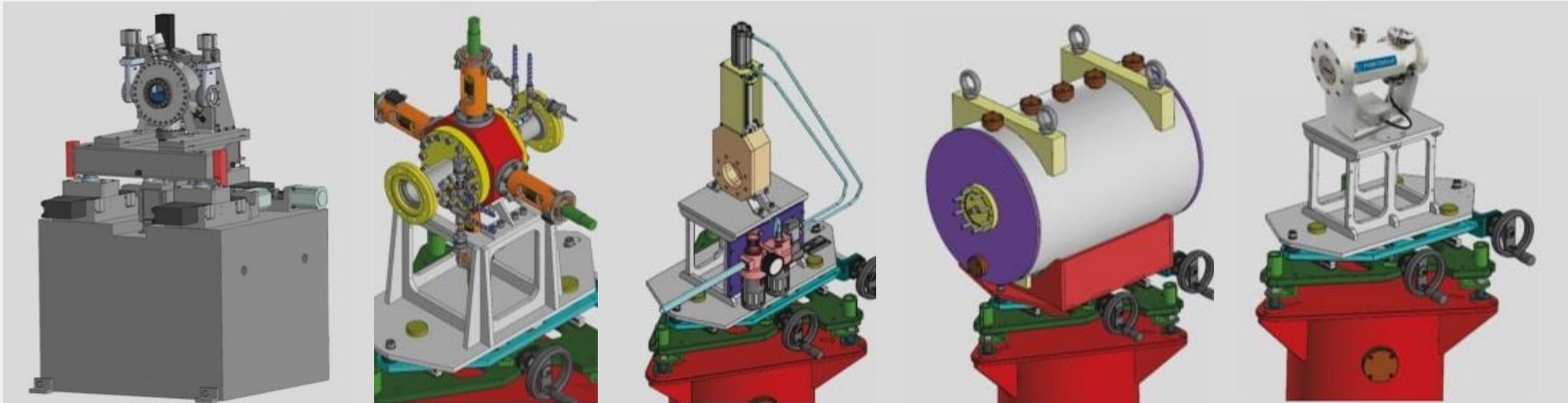
МОНОХРОМАТОР

БЛОК ЩЕЛЕЙ

ЗАТВОР ПУЧКА

КОЛЛИМАТОР

ИОНИЗАЦИОННАЯ КАМЕРА



По договорам субподряда с Томским политехническим университетом №18921 от 21.12.2022 «Разработка, изготовление, монтаж, шефмонтаж, шефналадка нестандартизированного технологического оборудования экспериментальной станции 1-1 «Микрофокус» ЦКП «СКИФ»» и договору с Институтом сильноточной электроники СО РАН №ЕП-70/2023 от 27.07.2023 «Разработка, изготовление, монтаж, шефмонтаж, шеф-наладка базовых оптических элементов Экспериментальной станции 1-2 «Структурная диагностика» ЦКП «СКИФ»»

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

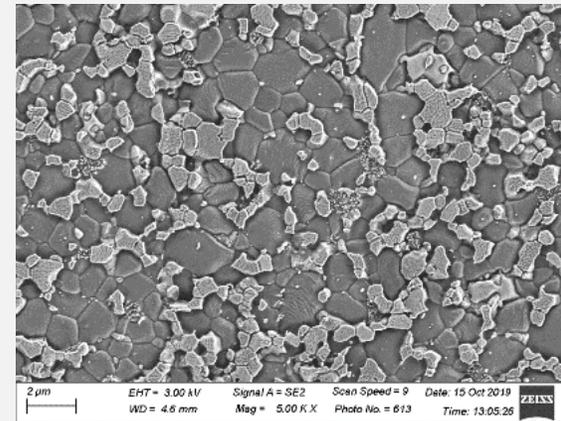
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

- Композиционный керамический материал с добавками, позволяющими получить мелкозернистое строение керамики (размер зерен 1-3 мкм);
- Технология изготовления сменных многогранных режущих пластин для токарной обработки из разработанной керамики;
- На базе Техноцентра НГТУ организовано опытное производство и изготовлены партии многогранных режущих пластин из композиционной керамики форм SNGN 120412 и CNGA 120404T (по ISO),

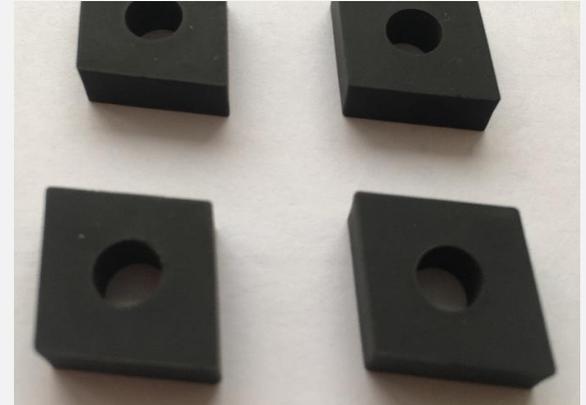
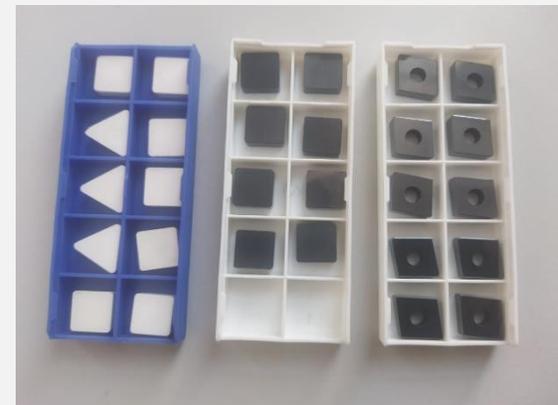
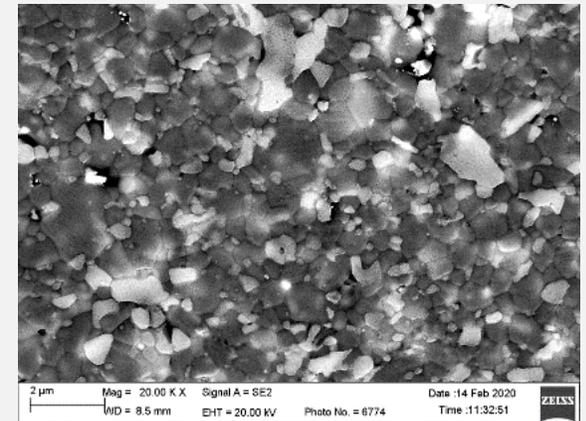
КЛЮЧЕВЫЕ ПАРТНЕРЫ

- АО «Кировградский завод твердых сплавов»
- ООО «Вириал» (г. Санкт-Петербург)
- ООО «Феррум» (г. Новосибирск)
- ООО «Норденверк» (г. Новосибирск)
- КАО «Азот» (г. Кемерово)

СТРУКТУРА КЕРАМИКИ НГТУ



СТРУКТУРА КЕРАМИКИ KYOCERA

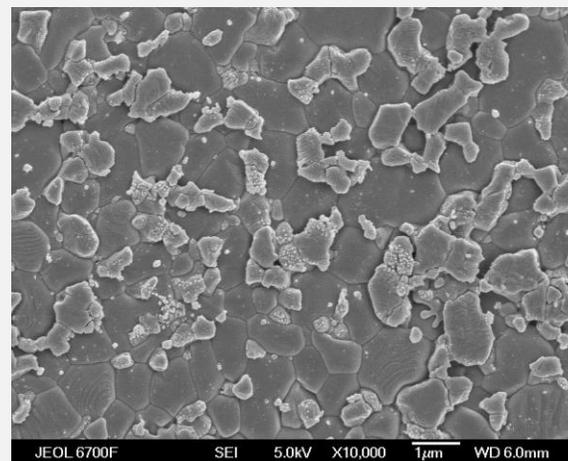


РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

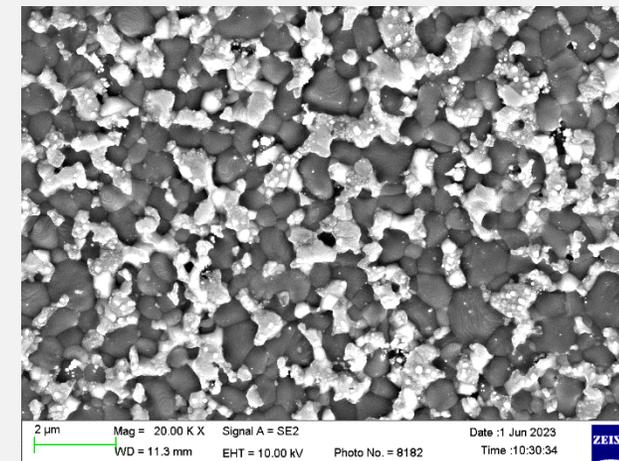
СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НГТУ

Свойства материала	Материал IN22, Iscar*	Керамика НГТУ 2022 г.	Керамика НГТУ 2023 г.
Предел прочности при изгибе, МПа	700	750	830
Твердость по Виккерсу, ГПа	24	23,0	23,4
Трещиностойкость МПа*м ^{1/2}	5	4,4	4,4
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м*К)	33,5	26,5	29

Микроструктура керамики НГТУ 2022 г. (размер зерна Al₂O₃ ≈ 2 мкм).



Микроструктура керамики НГТУ 2023 г. (размер зерна Al₂O₃ ≈ 1 мкм).



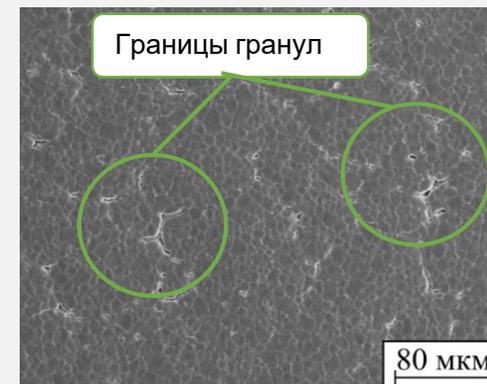
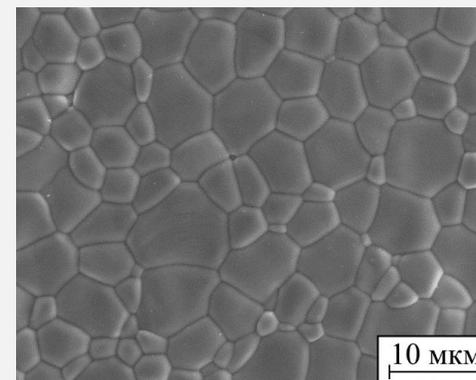
* Компания Iscar ведущий мировой производитель керамических многогранных режущих пластин

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

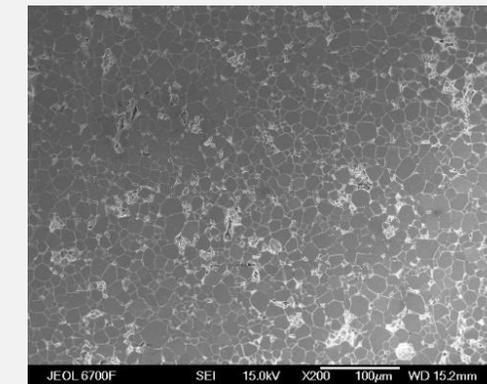
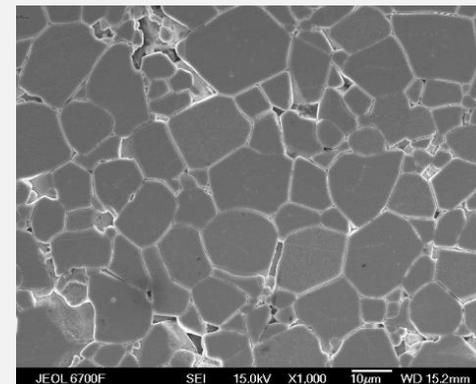
- Разработан высокоплотный марганец-цинковый ферритовый материал с однородной зеренной структурой.
- Получены лабораторные образцы кольцевых и Ш-образных магнитопроводов



СТРУКТУРА ФЕРРИТА EPCOS N87



СТРУКТУРА ФЕРРИТА НГТУ



АО «Улан-Удэнское
приборостроительное
производственное объединение»

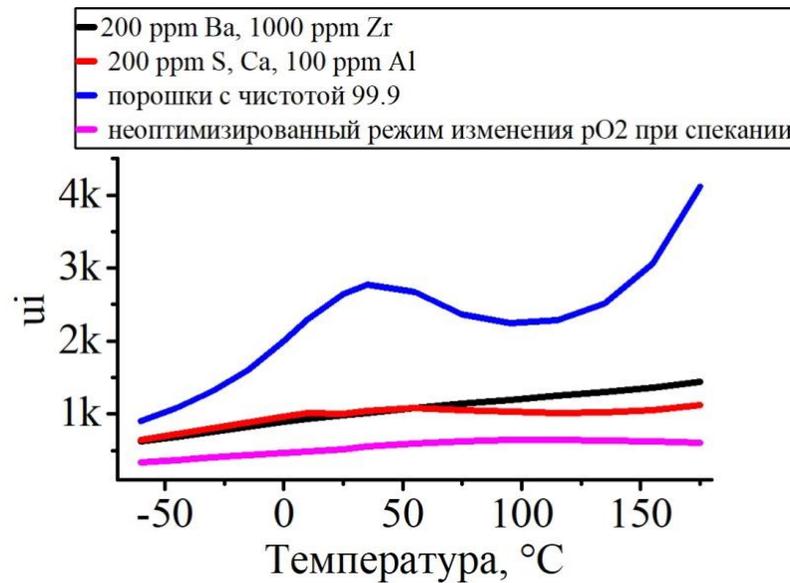
АО «ЗАСЛОН»
(г. Санкт-Петербург)

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

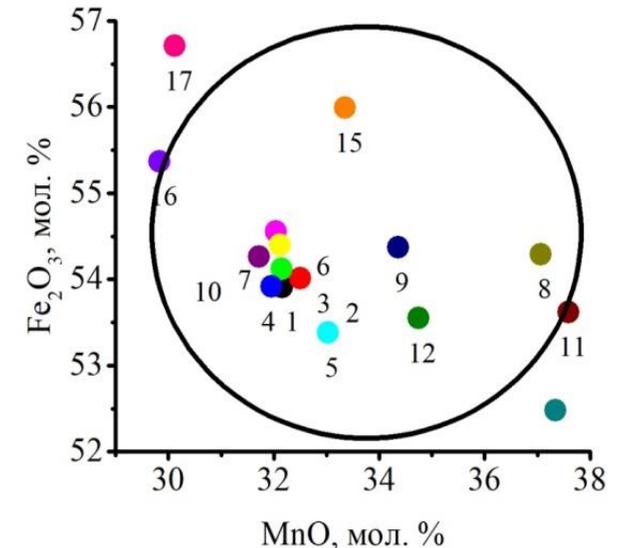
Проработанные сырьевые материалы:

- α - Fe_2O_3 квалификации «ч» (Россия);
- α - Fe_2O_3 для ферритов марки А двух партий с содержанием Fe_2O_3 99,2 и 99,6 масс. % (МЗХК, Россия);
- α - Fe_2O_3 для ферритов марки ММ-2 с содержанием Fe_2O_3 99,8 масс. % (МЗХК, Россия);
- Карбонильное железо (Россия);
- Карбонат марганца основной водный $\text{MnCO}_3 \cdot m\text{Mn}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ («УниХим», Россия), содержание кальция ~ 0,1 масс. %;
- Карбонат марганца MnCO_3 (Китай), содержание кальция ~ 0,3 масс. %;
- Mn_2O_3 квалификации «ч», (Россия), по данным рентгенофлуоресцентного анализа содержание кальция ~ 0,1, масс. %;
- Оксид цинка «ч» («Альфахим плюс», Россия), с массовой долей основного вещества 99,5 масс. %, Pb ~ 0,005 масс. %, K ~ 0,005 масс. %;
- Сульфат железа квалификации «ЧДА» (Россия);
- Сульфат марганца квалификации «ХЧ» (Россия);
- Сульфат цинка квалификации «ЧДА» (Россия).

Влияние микропримесей на магнитную проницаемость



Экспериментально проработанные составы



Результат:

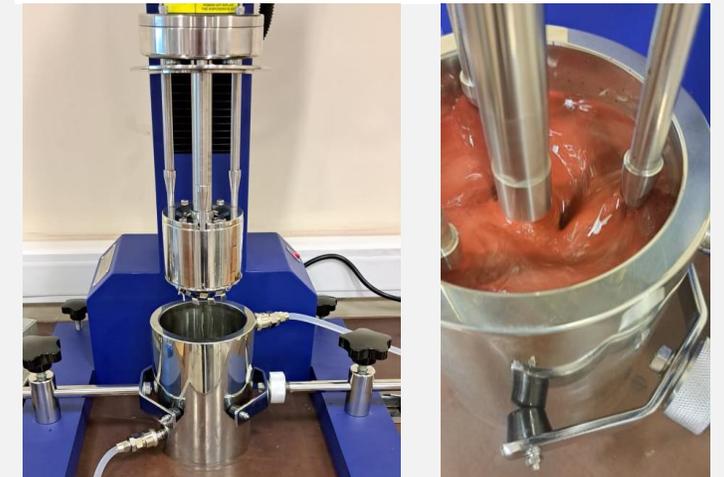
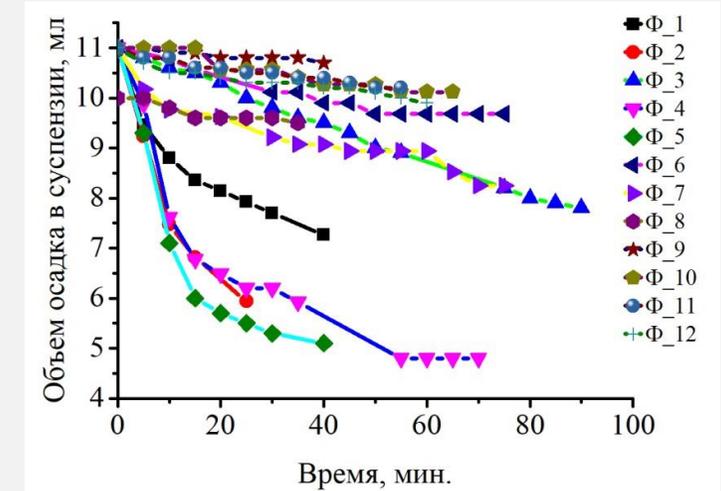
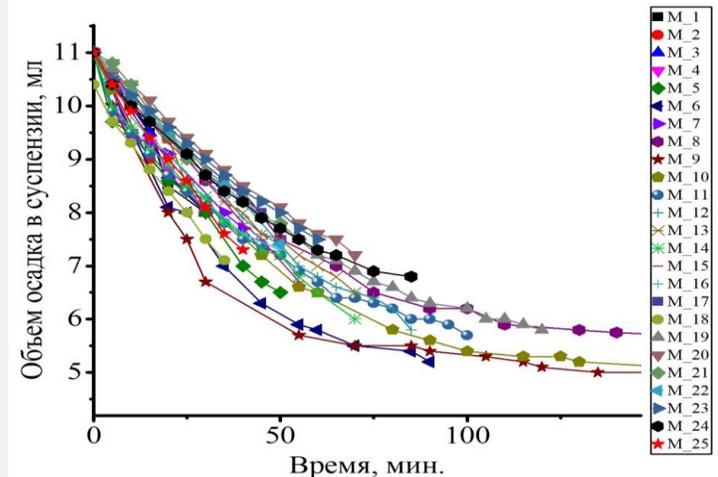
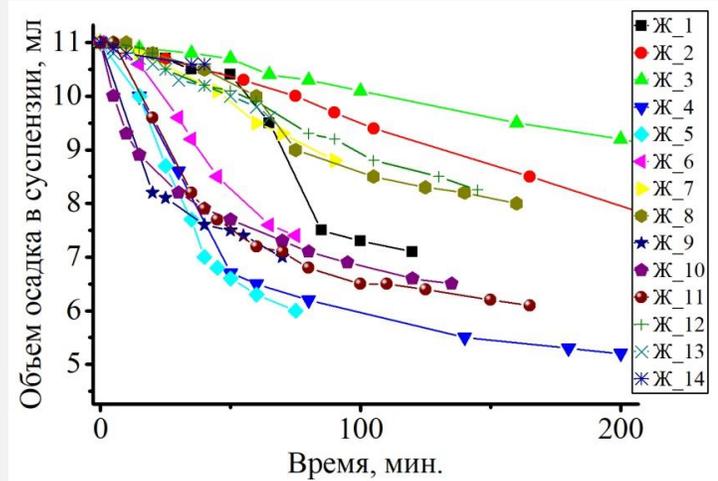
- Подобраны сырьевые материалы для производства ферритов;
- Отработан химический состав и режимы подготовки сырья.

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Проработано 10 типов диспергаторов. Исследования проводились как с использованием классических шаровых мельниц, так и с современным уникальным атритором корзиночного типа (мельющие тела ZrO₂, коррозионностойкие стали AISI 304 и 95X18)

Результат:

- Отработаны режимы смешивания с применением атритора;
- Подобраны диспергаторы и мельющие тела для этапов смешивания и помола



РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Свойство	Ерcos N87	Ферроприбор 2500НМС	Феррит НГТУ (технология до июня 2023)	Феррит НГТУ (технология июнь- ноябрь 2023)
Начальная магнитная проницаемость при 25 °С	1650-2750	1700-2200	<u>1700-2700</u>	<u>1200-1400</u>
Начальная магнитная проницаемость при 100 °С	3800	3300	<u>2500</u>	<u>1600</u>
В _m при 25 °С (при Н 1200 А/м, f – 10 кГц), мТ	460-490	460	<u>500</u>	<u>480</u>
Плотность, г/см ³	4,8	4,7-4,8	<u>4,9</u>	<u>4,8</u>
Ps при 10 kHz, 100 мТ, 25 °С (Вт/кг)	2,13-2,8	3.5	<u>3.3</u>	<u>3,04</u>
Ps при 100 kHz, 60 мТ, 25 °С (Вт/кг)	7,92-9,68	12,8	<u>43</u>	<u>10,1</u>
Ps при 300 kHz, 100 мТ, 25 °С (Вт/кг)	123,3-150,7	183	<u>320</u>	<u>152</u>
Ps при 500 kHz, 100 мТ, 25 °С (Вт/кг)	297-363	382	<u>687</u>	<u>368</u>

ДОСТИГНУТЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПО СТРАТЕГИЧЕСКОМУ ПРОЕКТУ ЗА 2023 ГОД

— Количество индексируемых в базе данных WoS Core Collection публикаций за 2023 год (план 8) – 8 (+1 в печати)

— Количество индексируемых в базе данных Scopus публикаций типов «Article», «Review» за 2023 год (план 10) – 12 (+ 1 в печати)

— Объем средств поступивших в НГТУ от выполнения СП-2 (план 81 000 тыс. руб.) – 90 126 тыс. руб. (123 026 тыс. руб.)

— Количество лиц, привлечённых для выполнения работ по стратегическому проекту – 28 чел, из них студентов, магистрантов, аспирантов – 16 чел.

ПЛАНЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

●
ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
И ИЗГОТОВЛЕНИЮ МОНОХРОМАТОРОВ,
ПОДВИЖЕК
И ЭЛЕМЕНТОВ ПРЕЦИЗИОННОЙ
МЕХАНИКИ (по договору с ТПУ)

●
РАЗРАБОТКА КЕРАМИЧЕСКОГО
МАТЕРИАЛА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ
ЗАГОТОВОК ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПАР
ТРЕНИЯ (заказчик АО «ТВЭЛ» входит в ГК
«Росатом»)

●
ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПРОЕКТИРОВАНИЮ
И ИЗГОТОВЛЕНИЮ БАЗОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ
ЭЛЕМЕНТОВ
(по договору с Институтом сильноточной
электроники СО РАН)

●
РАЗРАБОТКА ОКСИДНО-НИТРИДНОЙ
РЕЖУЩЕЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ Al_2O_3-TiN
ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕДИ, СПЛАВОВ НА
ОСНОВЕ НИКЕЛЯ (заказчик ПАО ОДК-Кузнецов)
И НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ
(заказчик ПАО «НЗХК» входит в состав
топливной компании Росатома «ТВЭЛ»)

●
УЧАСТИЕ В КОНКУРСЕ ВЫСТУПИТЬ
ИНТЕГРАТОРОМ ПО МОНТАЖУ
МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКОЙ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ СТАНЦИИ
ВТОРОЙ ОЧЕРЕДИ (2024-2025 гг.)
(Ориентировочный объем 1,6 млрд руб.)

●
ДОРАБОТКА МАТЕРИАЛА И
МАСШТАБИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПО ПОЛУЧЕНИЮ МАГНИТО-МЯГКИХ
ФЕРРИТОВ
УЧАСТИЕ В КОНКУРСЕ ПО
ПОСТАНОВЛЕНИЮ 1252 ПРАВИТЕЛЬСТВА
РФ СОВМЕСТНО С УЛАН-УДЭНСКИМ
ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫМ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОБЪЕДИНЕНИЕМ
(Ориентировочный объем запрашиваемой
субсидии составит около 500 млн. руб.)