

<sup>1</sup> ЗАО НеоХим, г. Москва  
<sup>2</sup> НИЦ «Курчатовский институт» - ИРЕА

# Проблемы получения мелкодисперсных порошков для оксидной керамики

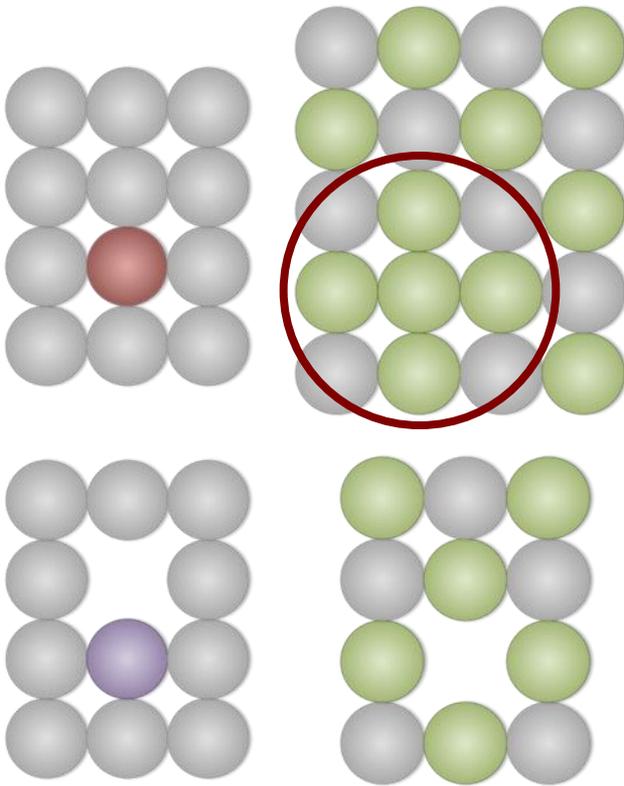
к.х.н. Соколов П.С.<sup>1</sup>,  
к.х.н. Досовицкий Г.А.<sup>1,2</sup>, Досовицкий А.Е.<sup>1</sup>

Круглый стол

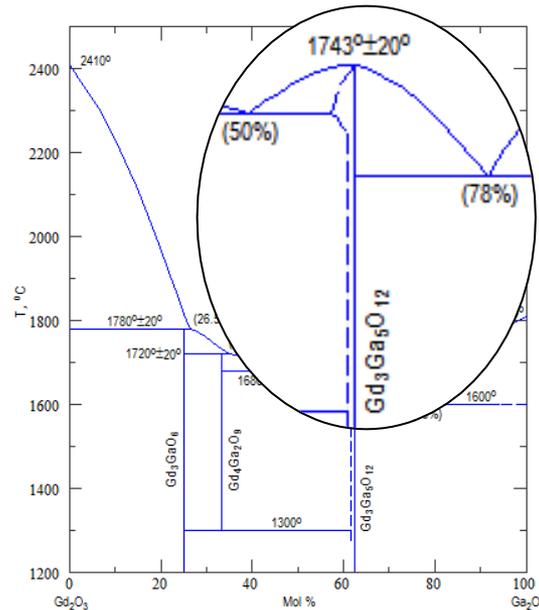
Изделия из технической керамики. Актуальные вопросы применения в промышленности. 12.09.19. Обнинск

# Основные требования к порошкам для керамических материалов

Содержание примесей

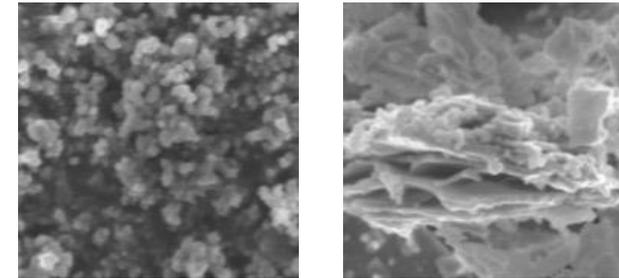


Состав основной фазы

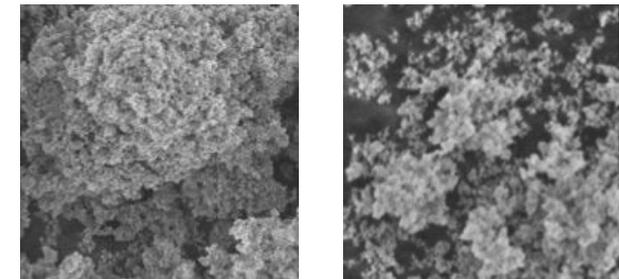


Микроструктура

Первичные частицы



Вторичные частицы

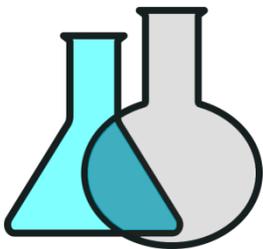


# Области применения порошков для «продвинутой» керамики

- ТОТЭ 
- Мембраны
- Биокерамика
- Пьезокерамика
- Люминофоры
- Сцинтилляторы
- Конструкционная керамика
- Сверхвысокотемпературная керамика

# ЗАО «НеоХим»

Технологические  
разработки и  
малотоннажное  
производство

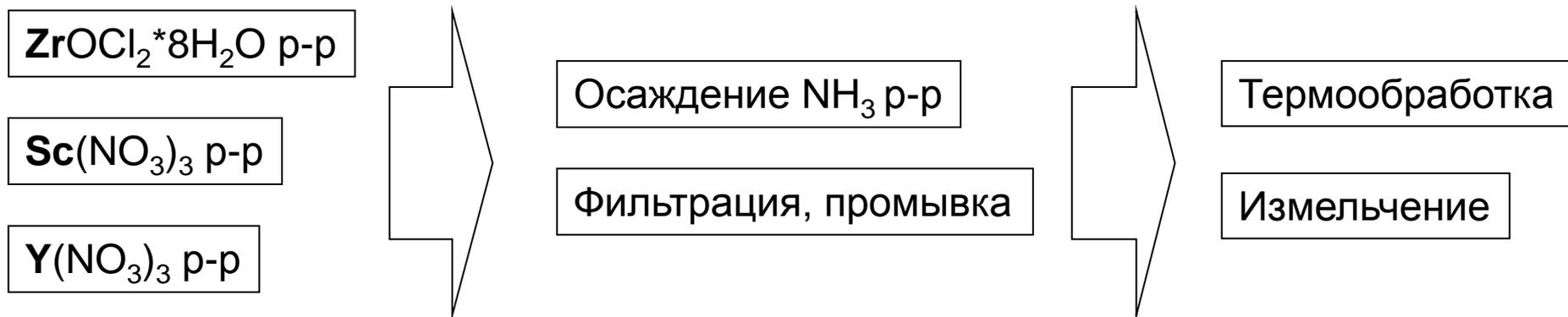


# НИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА

Исследования и  
аналитика сырья и  
материалов



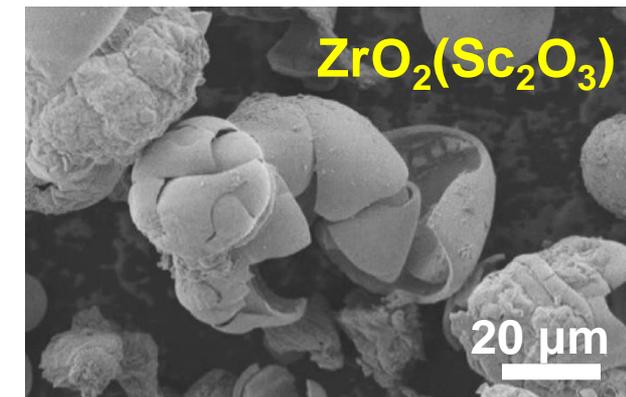
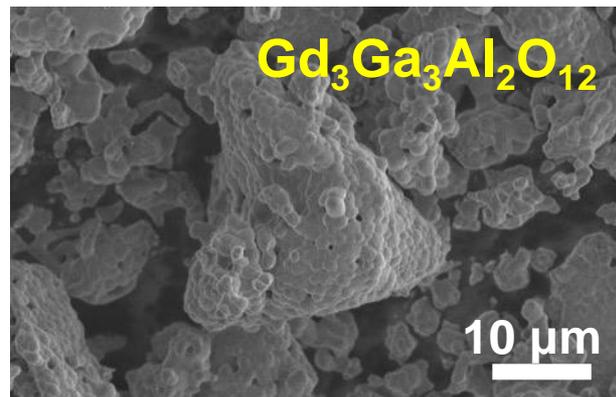
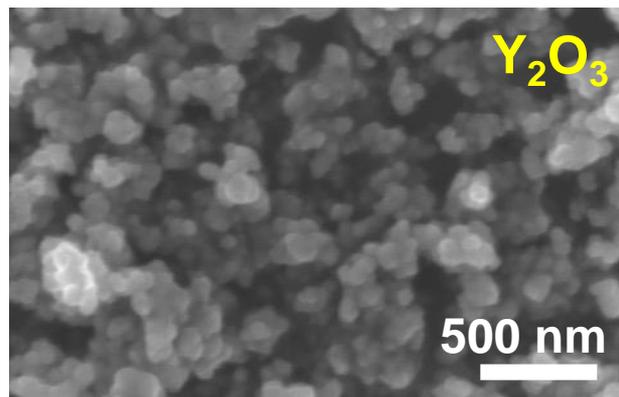
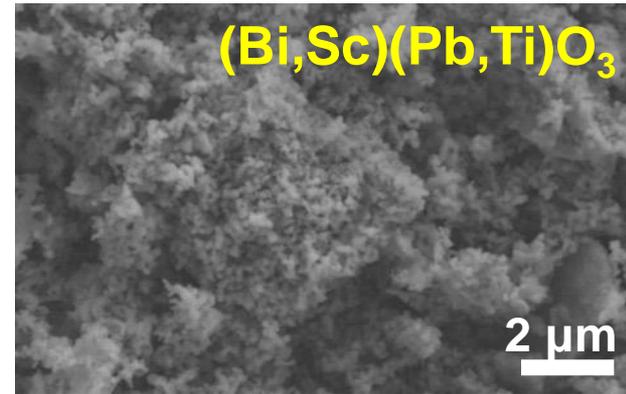
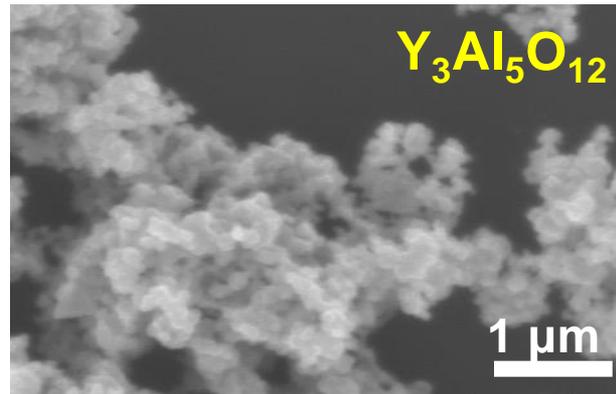
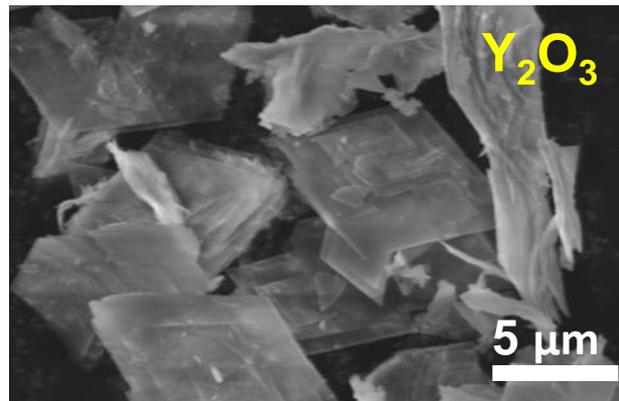
# Схема синтеза порошков оксидов



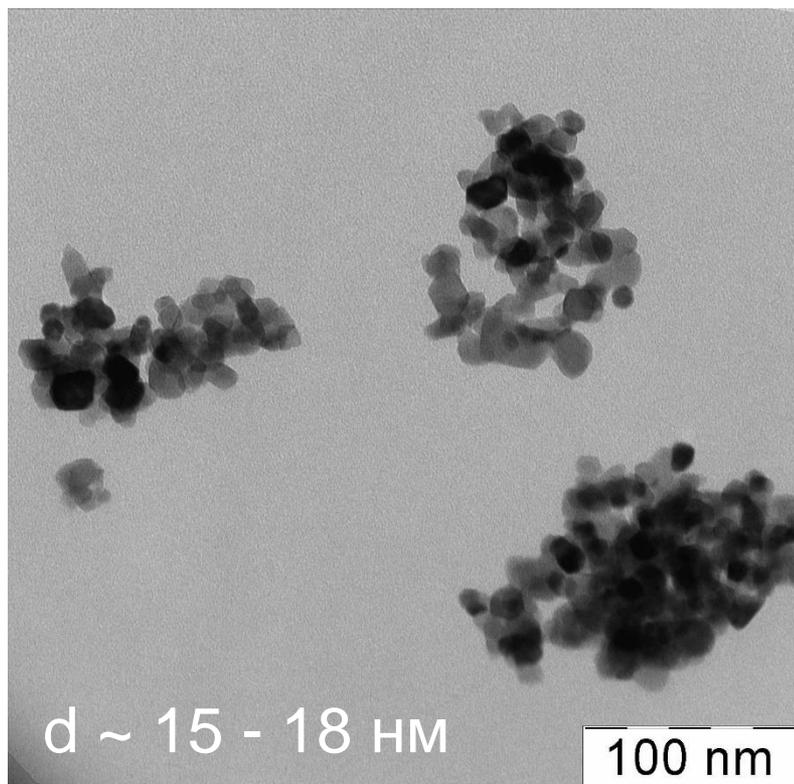
Основные преимущества метода соосаждения:

- *доступные исходные реагенты*
- *простота аппаратного оформления*
- *хорошая масштабируемость процесса*
- *приемлемая цена конечного продукта*

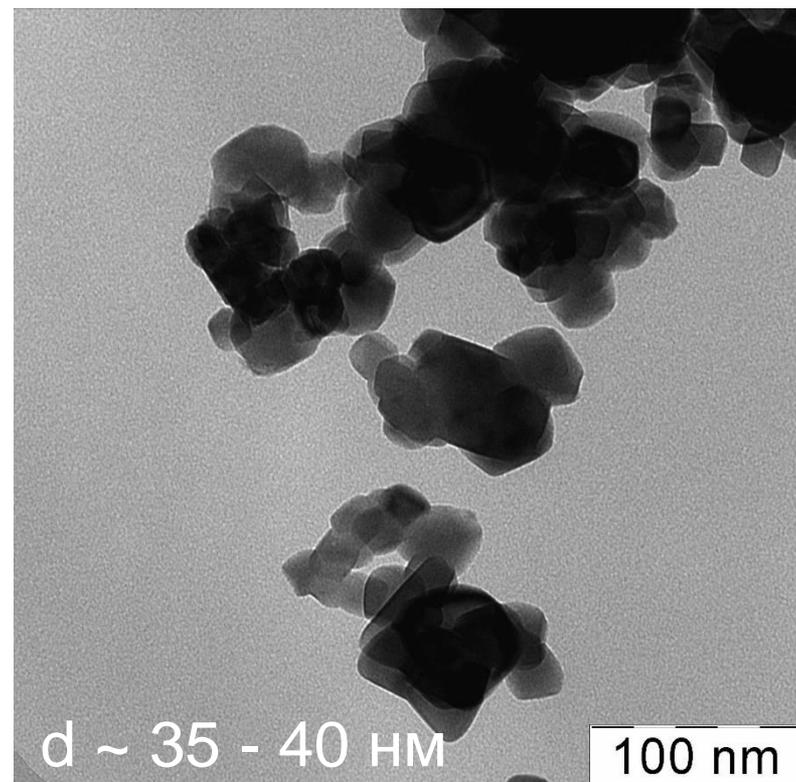
# Примеры порошков различных составов с различной морфологией, полученных методом соосаждения



Первичная микроструктура задается при соосаждении, и размер первичной частицы регулируется отжигом



800 ° С в течение 2 часов



1000 ° С в течение 2 часов



# Методы анализа порошков

## **Инструментальные:**

- *Распределение частиц по размерам (LD, DLS)*
- *Рентгенофазовый анализ*
- *Электронная микроскопия (SEM, TEM)*
- *Капиллярная сорбция азота*
- *Термоанализ*
- *Раман и ИК – спектроскопия*

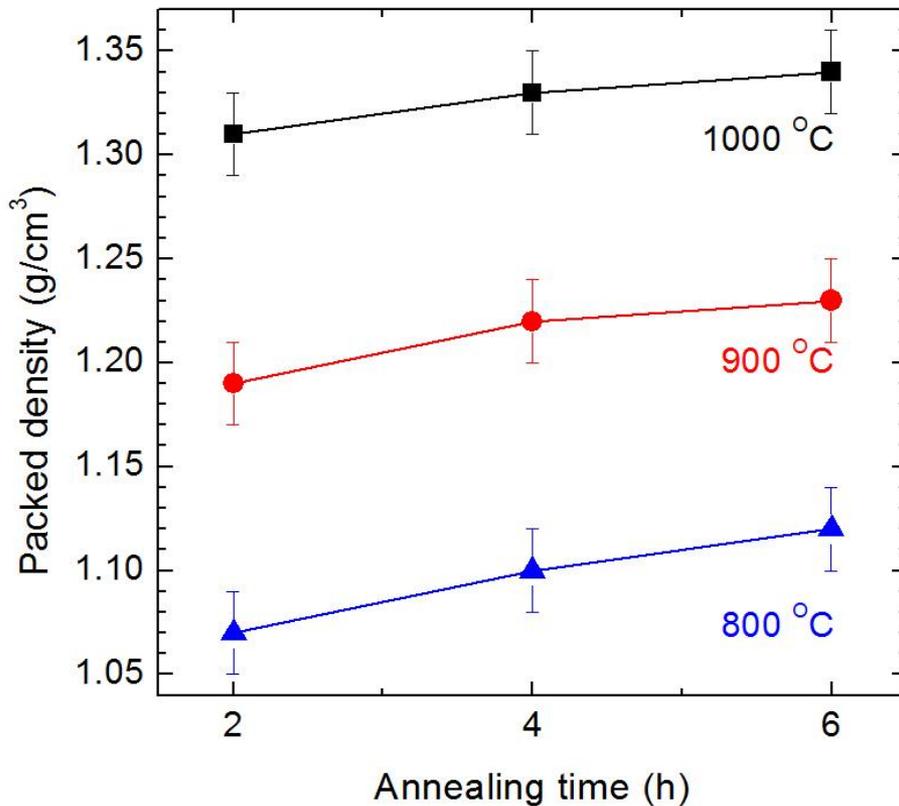
## **Не требующие сложного оборудования:**

- *Влагометрия*
- *Насыпная плотность*
- *Органолептические методы 😊*

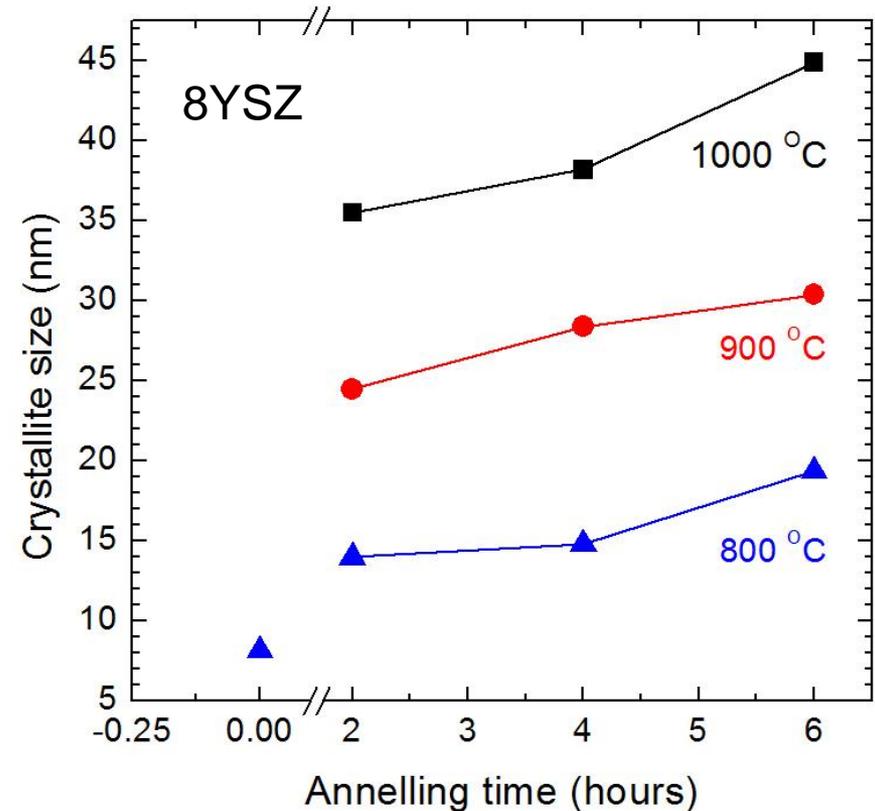
# Корреляция зависимости насыпной плотности и размеров ОКР (по РФА) от режима отжига

## Насыпная плотность

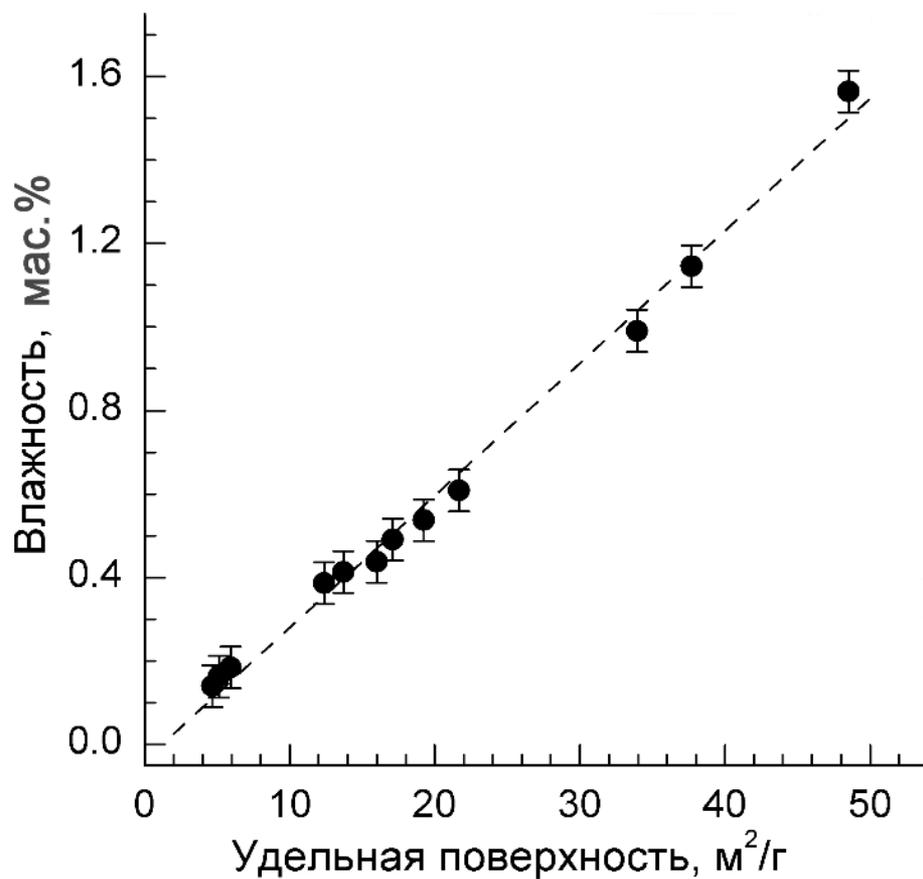
по ГОСТ 25279-93  
4YSZ milled on 25.05.2017



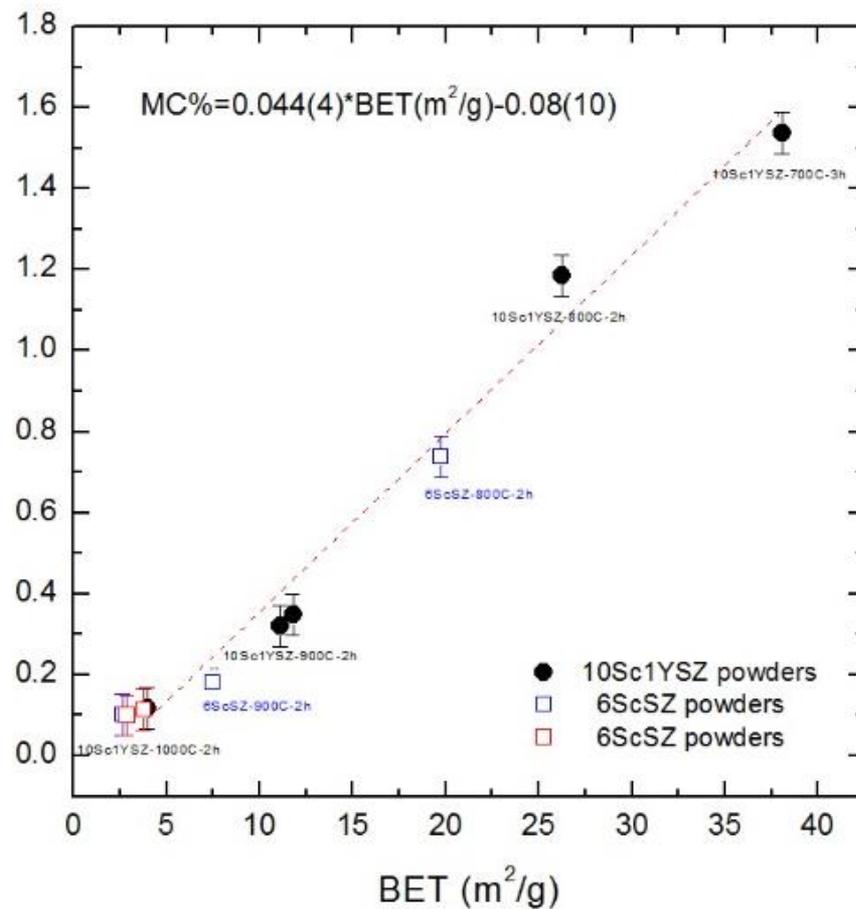
## Размер ОКР



# Корреляция влажность *versus* удельная поверхность (BET)

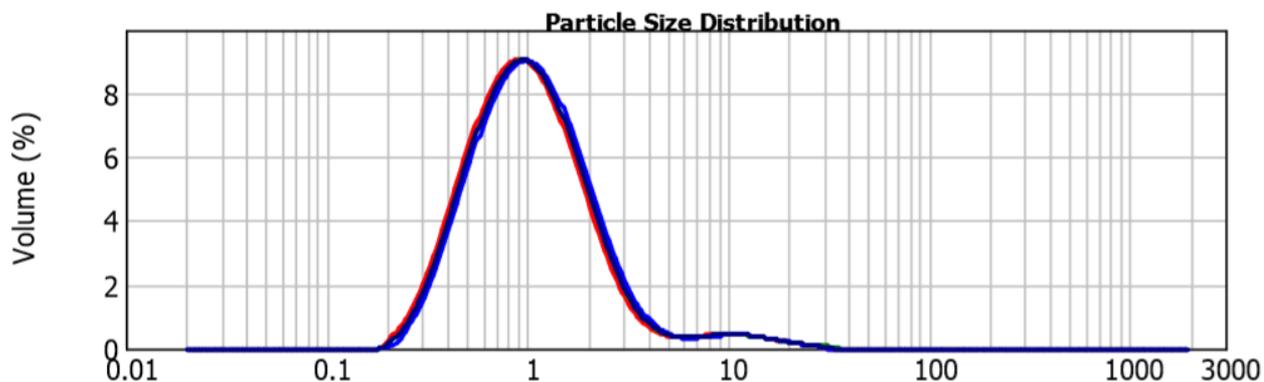
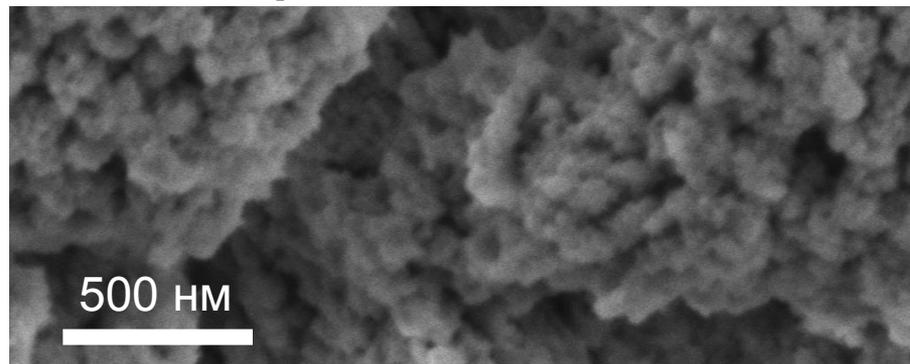
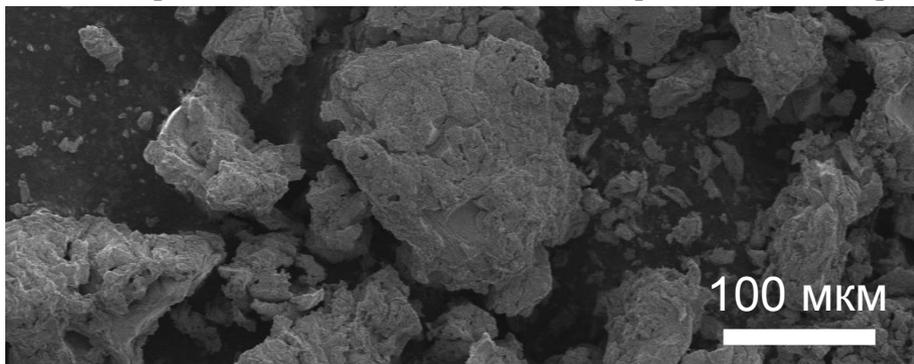


**8YSZ**

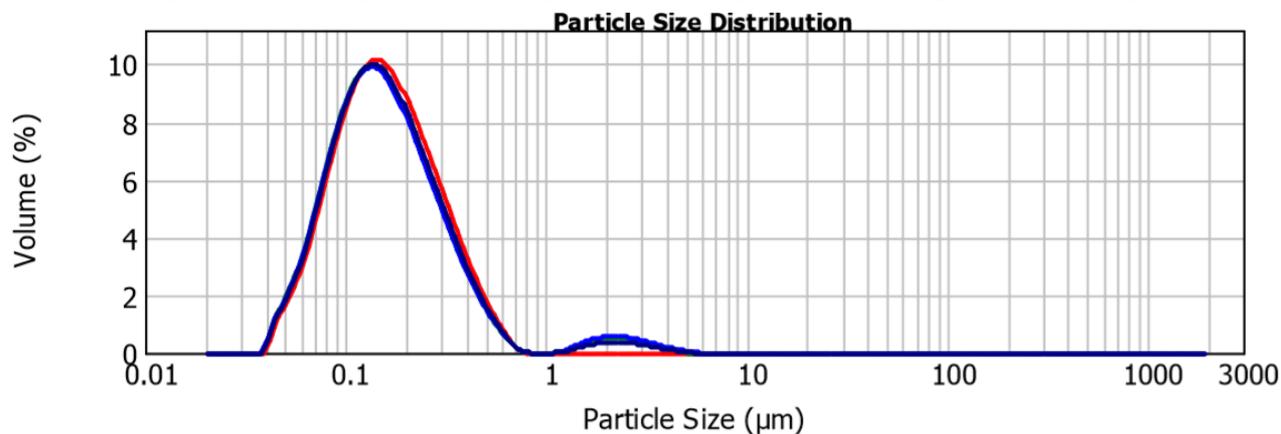


**10Sc1YSZ**

# Распределение частиц по размерам определяется размерами вторичных частиц

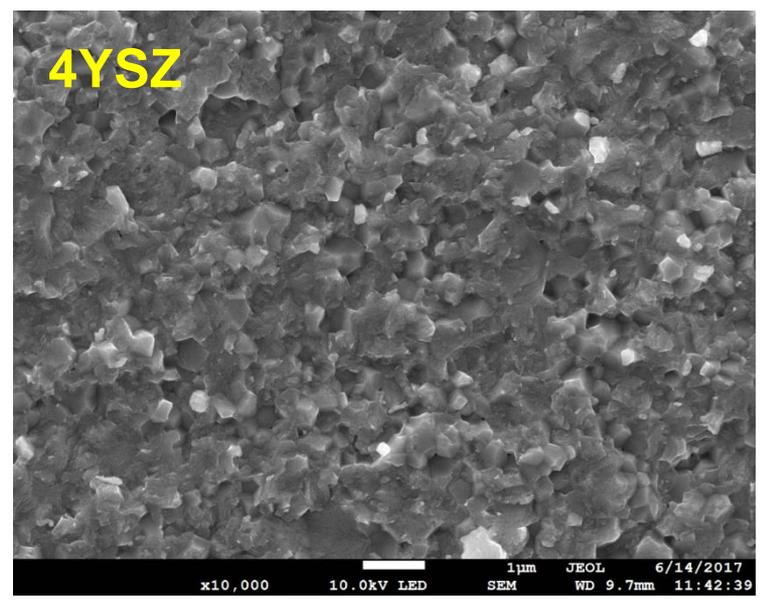
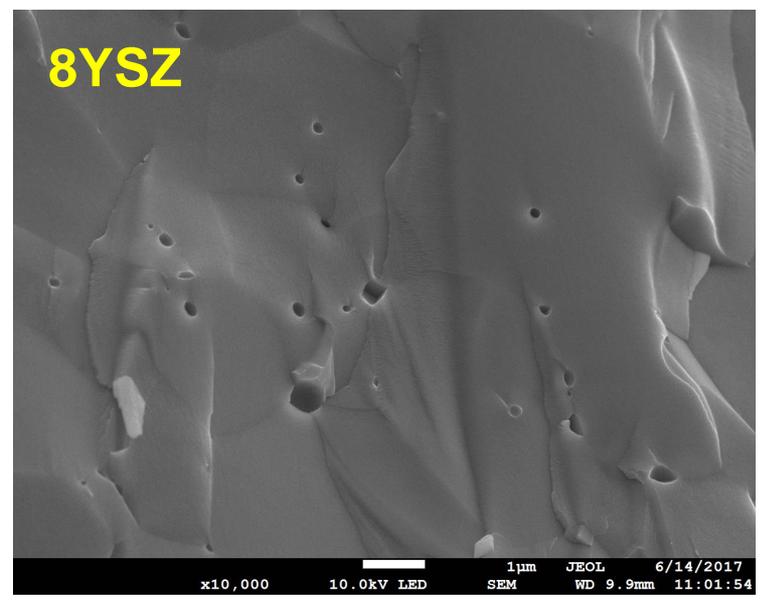
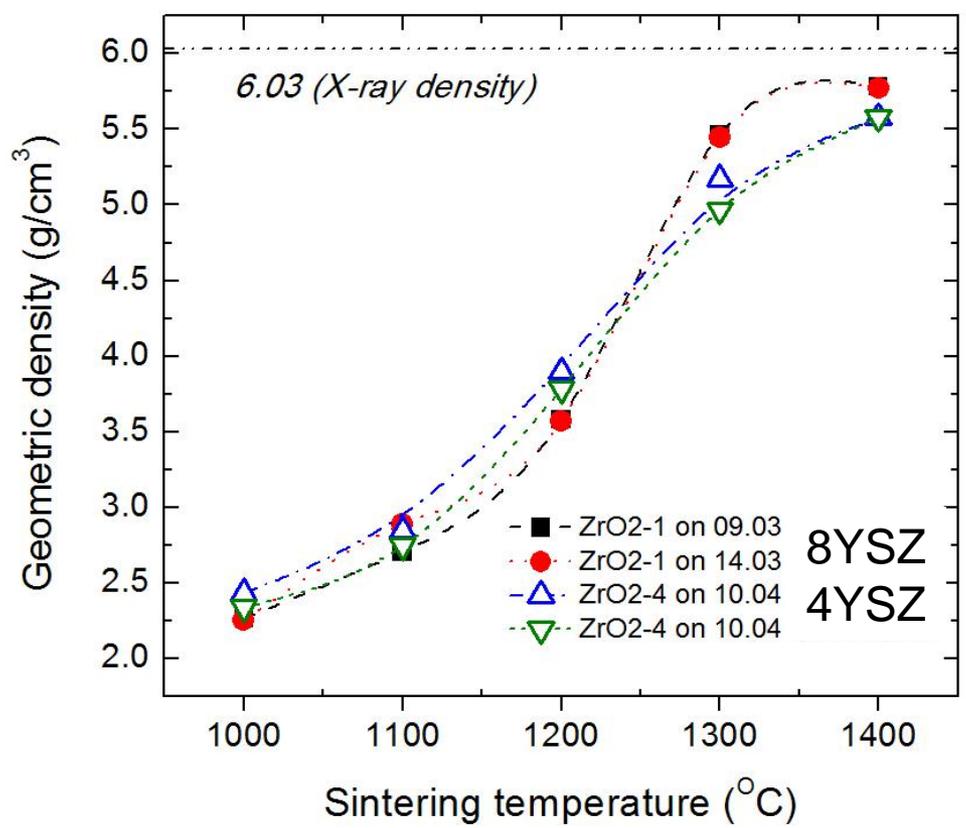


Помол бисером  
2,0 мм



Помол бисером  
0,2 мм

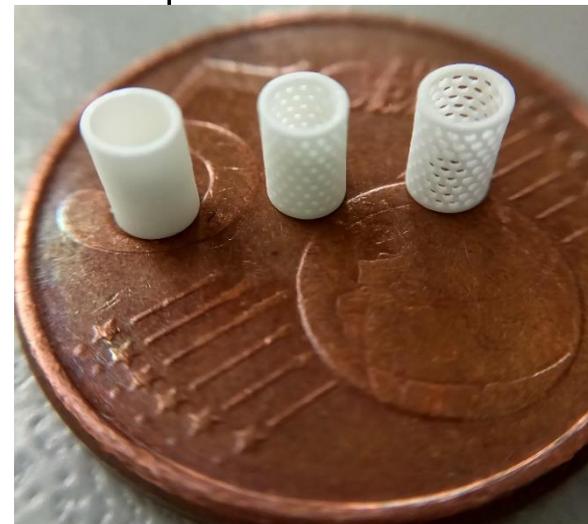
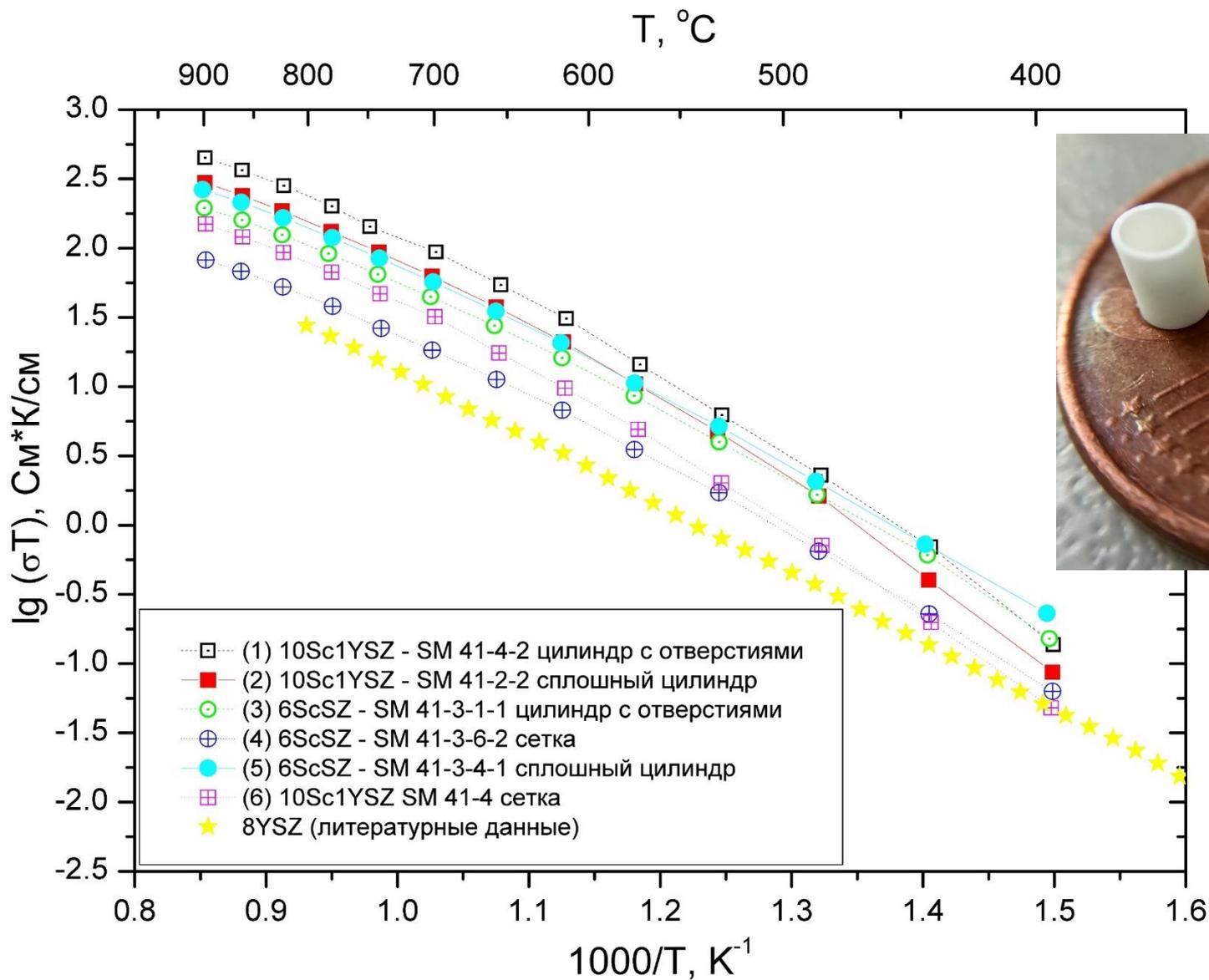
# Модельное спекание



Сколы керамики после спекания при 1450 ° C, 2

Часа →

# Электропроводящие свойства керамики



# Ассортимент материалов для ТОТЭ – порошки с различными требованиями по микроструктуре и гранулометрическому составу

**Твердые электролиты / функциональные слои /  
несущие элементы:**

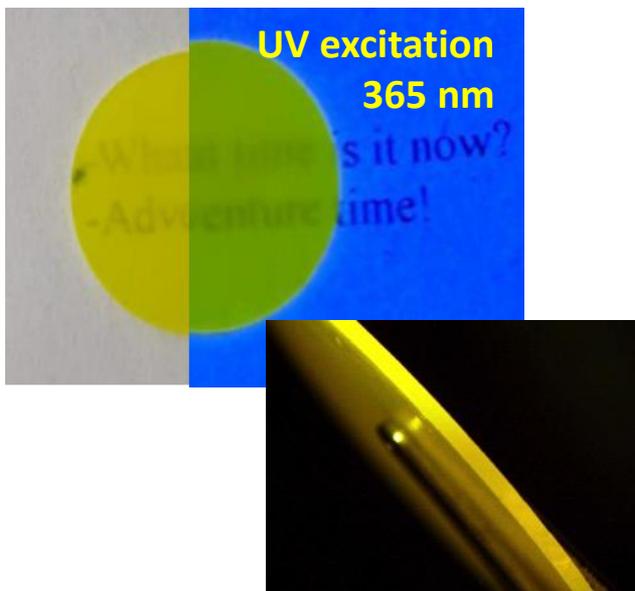


**Электроды:**

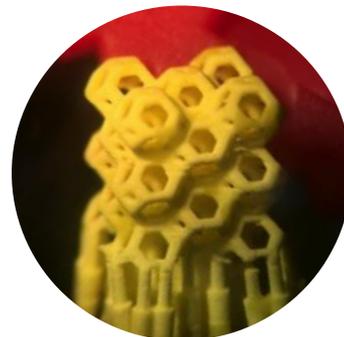


# Сцинтилляционная керамика – возможно, детекторный материал нового поколения

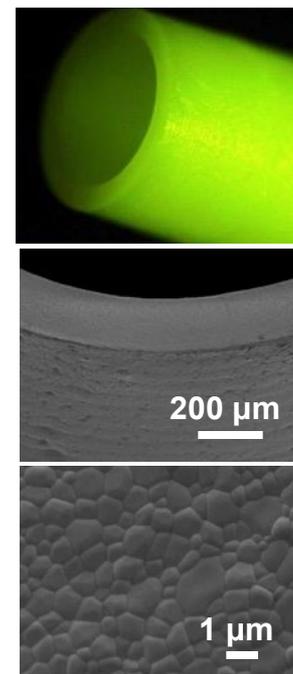
**Транслюцентная керамика** – потенциально дешевый материал



**3D printing** – сложные геометрии с мелкими деталями и внутренними каналами

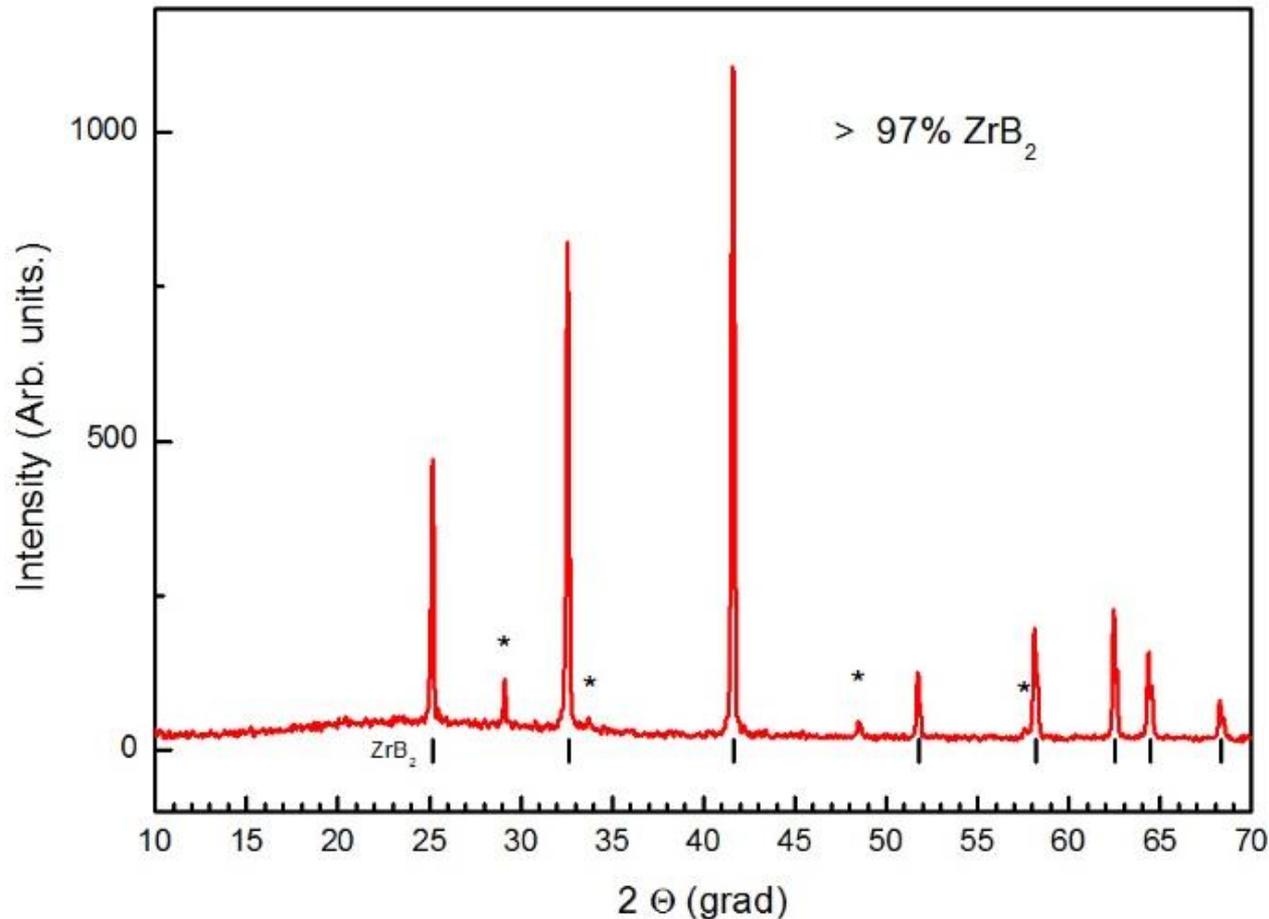


Структура Кельвина – распространенная модель для 3D-печати керамики



Разрабатываемая в ИРЕА сцинтилляционная керамика догоняет по характеристикам монокристаллические материалы, и имеет потенциал для дальнейшего улучшения

# Синтез порошков $ZrB_2$ : первые результаты



Примеси:  $ZrO_2$ , следовые количества  $ZrC$

# Заключение

- ЗАО «Неохим» может получать порошки простых и сложных оксидов под потребности Заказчика.
- Пример – порошки YSZ и SSZ:
  - Размер первичных частиц менее 100 нм
  - Медианный размер агрегатов ~1,0 мкм, применение специальных условий помола позволяет спуститься до 0,2 мкм.
  - Порошки поставленные потребителям в целом показали возможность создания шликеров с подходящими свойствами (реология, наполнение) и хорошую склонность к спеканию
- Выпуску порошка под специальные задачи предшествует разработка
- Наилучших результатов можно добиться координируя разработки производителя и потребителя порошка

# Спасибо за внимание!!!

## Контакты:

Петр Сергеевич Соколов

ИРЕА



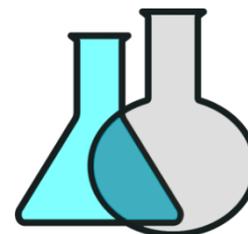
+7-903-283-20-09

[sokolov.petr@gmail.com](mailto:sokolov.petr@gmail.com)

[sokolov\\_ps@irea.org.ru](mailto:sokolov_ps@irea.org.ru)

Алексей Ефимович  
Досовицкий

Неохим



+7-985-768-26-60

[dossov@com2com.ru](mailto:dossov@com2com.ru)