



Выпускная квалификационная работа  
на соискание степени бакалавра



Тема научно-исследовательской работы:  
**Применение нанопорошков при получении  
керамических материалов**

Черепанова А., НИ ТПУ ИФВТ

Научный руководитель: Хабас Т.А., д.т.н., профессор

2016

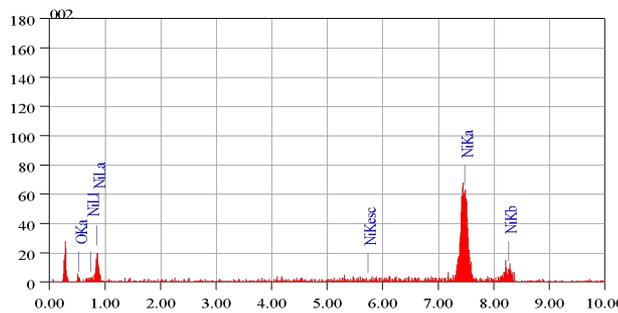
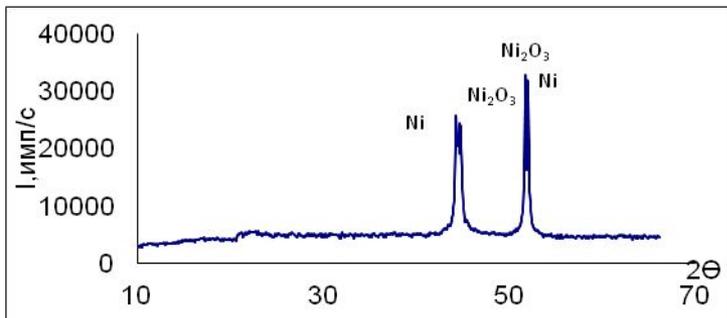
# Объекты исследования. Цели и задачи

- **Цель:** изучение возможности использования нанопорошков металлов для создания керамических красителей.
- **Объекты исследования:** оксидно-металлические смеси на основе бессвинцовой фритты.
- **Задачи:**
  - изучить строение и состав используемых нанопорошков при помощи современных методов исследования: рентгенофазового анализа и электронной микроскопии;
  - изучить влияние содержания нанопорошков во фритте на насыщенность и цвет керамического изделия;
  - сравнить цветовые характеристики пигментов, полученных при обжиге в воздушной и вакуумной средах;
  - Изучить состав окрашенных керамических материалов .

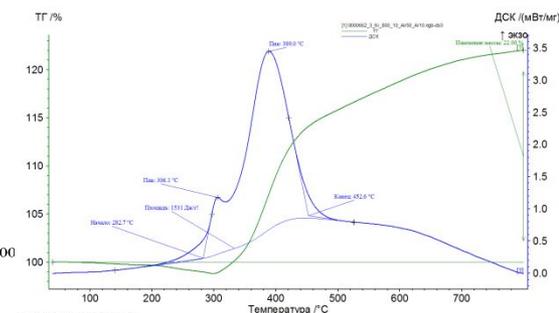


# Исследование нанопорошков

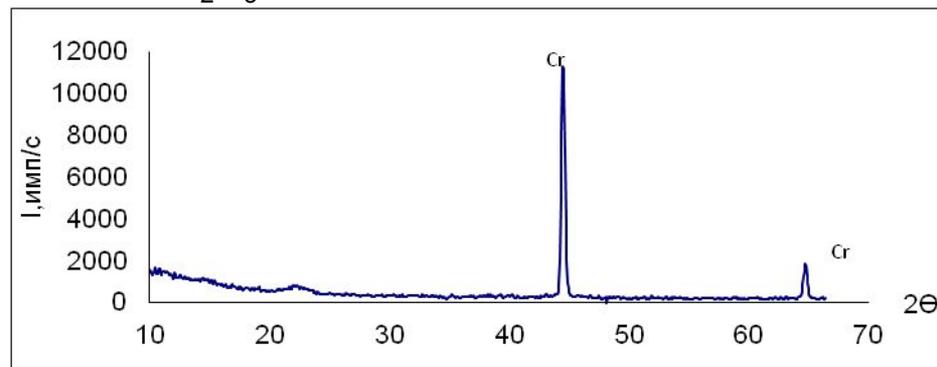
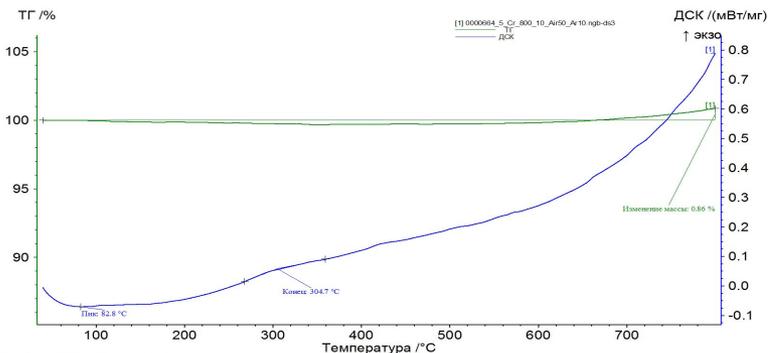
## Нанопорошок никеля



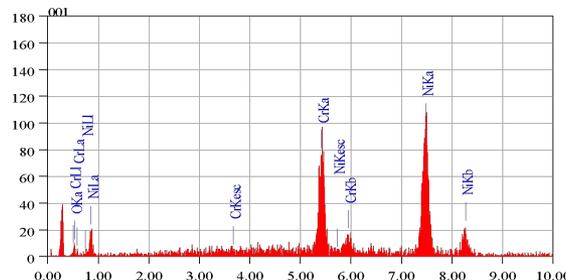
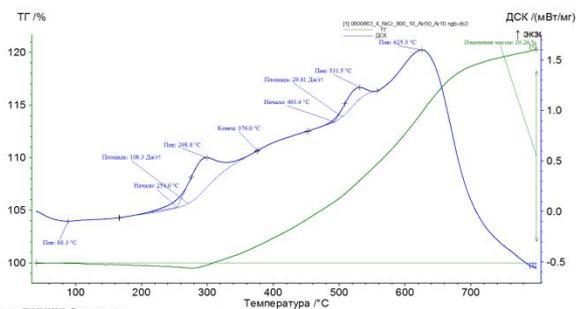
Ni 98,8 % O 1,2%  
95,9 % Ni и 4,1%  $\text{Ni}_2\text{O}_3$ .



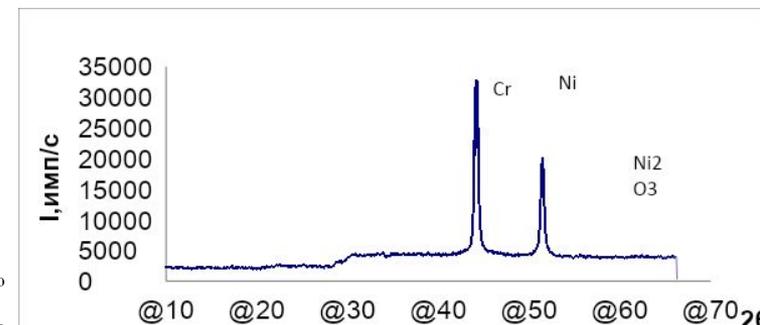
## Нанопорошок хрома



## Нанопорошок нихрома



Ni 75,4 %, Cr 22,9% и O 1,7%.



# Композиционный состав металл-оксидных смесей

Таблица 1. Химический состав бессвинцовой фритты

SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	ZrO	BaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Ca <sub>3</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	ZnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Всего
35,02	16,48	8,10	4,41	2,05	25,95	1,49	6,50	100

Таблица 2. Приготовление смесей



Шифр	Добавки к бессвинцовой фритте, %
СВ 1-3	1, 2, 5 нанопорошок Fe
СВ 4-6	1, 2, 5 нанопорошок Cu
СВ 7-9	1, 2, 5 нанопорошок Ni
СВ 10	5 нанопорошок Cr
СВ 11-13	1, 2, 5 нанопорошок Mo
СВ 14-16	1, 2, 5 нанопорошок NiCr
СВ 17-19	1, 2, 5 нанопорошок ZrO <sub>2</sub>
СВ 20-22	1, 2, 5 нанопорошок Al

# Окраска композиций после термообработки

✓ В зависимости от концентрации



Железо



Никель



Медь

✓ В зависимости от вида термообработки



Никель



Медь



Нихром

# Окраска композиций после термообработки

✓ В зависимости от срока получения нанопорошков



24 месяца

Медь

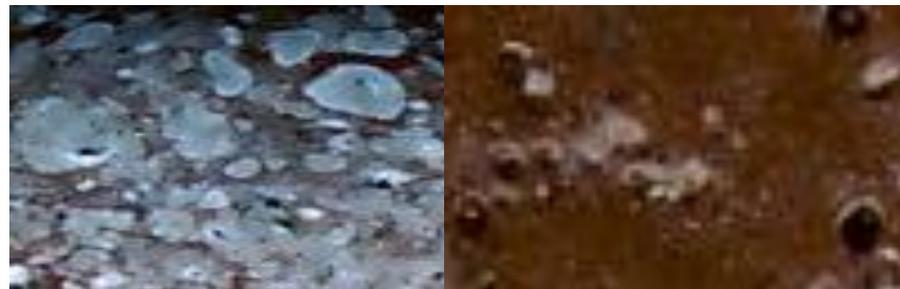
2 месяца



24 месяца

Никель

2 месяца

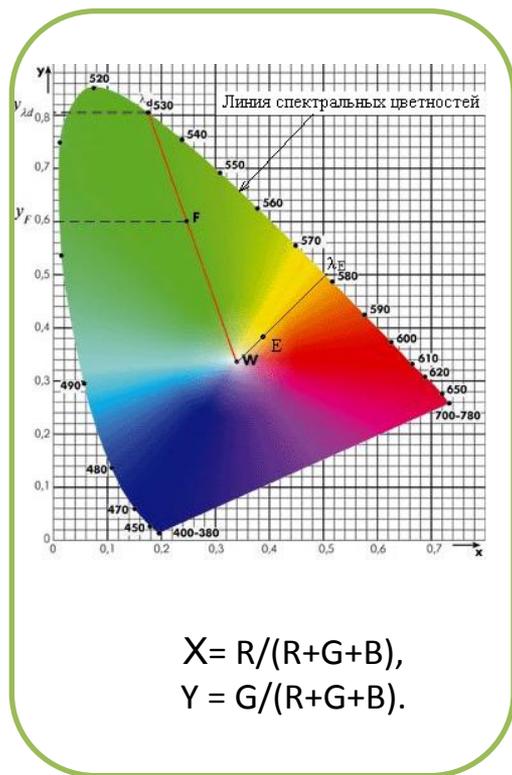


24 месяца

Железо

2 месяца

# Характеристика цветности образцов



Шифр	Состав и температура обжига, °С	Соотношение RGB	$\lambda$ , нм	Образец цвета
CB3	Fe 5% + бессвинц. фритта, 940	35,4-33,9-34,7	593	
CB6	Cu 5% + бессвинц. фритта, 940	26,9-40,7-22,4	518	
CB9	Ni 5% + бессвинц. фритта, 940	39-27,9-31,1	500	
CB10	Cr 5% + бессвинц. фритта, 940	29,7-35,1-35,2	519	
CB13	Mo 5% + бессвинц. фритта	36-33,9-30,1	594	
CB16	NiCr 5% + бессвинц. фритта, 940	44,4-43,8-11,8	580	
CB19	ZrO <sub>2</sub> 5% + бессвинц. фритта, 940	34,1-33,7-32,2	589	
CB22	Al 5% + бессвинц. фритта, 940	29,8-36,1-34,1	527	

# Опыт применения полученных пигментов для декорирования керамики

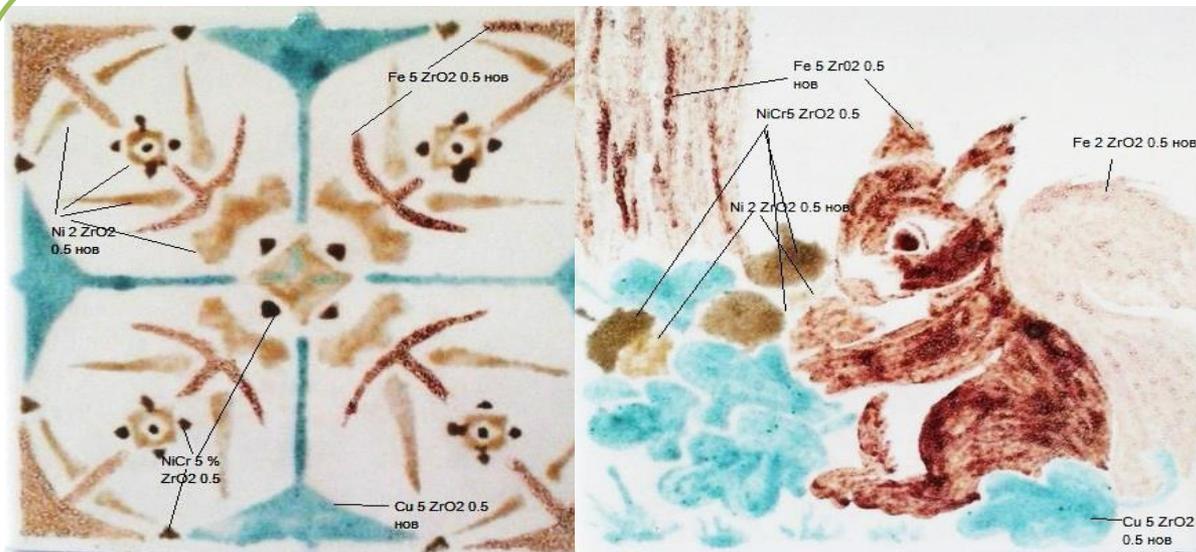


Рис. Надглазурная роспись



Рис. Подглазурная роспись

# Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

## Высокий уровень

конкурентоспособности проекта

определен, исходя из следующих

факторов:

- Отсутствие предложения на рынке
- Скорость реакции получения пигментов
- Создание особого декоративного эффекта
- Большая палитра оттенков

Стоимость НИ, с учетом расходов  
на:

- Сырье, материалы
- Специальное оборудование
- Основная заработная плата
- Отчисления на социальные нужды
- Накладные расходы

Составила 244,8 тыс. руб.

# Выводы

- Введение металлических нанопорошков Ni, Cr, Cu, NiCr, Fe, Mo, Al обеспечивает окраску стекольной фритты и, следовательно, нанопорошки могут применяться для получения керамических красок.
- Замечено, что старые и новые нанопорошки металлов d-группы дают разные цветовые оттенки. Это связано с наличием оксидной пленки разной толщины. Старые нанопорошки в основном дают окраску за счет оксидов (до мас.12%), а новые (до мас. 7% оксидов) более реакционноспособные - образуют различные соединения в виде силикатов или боратов металлов.
- Окраска металлостекольной композиции зависит от вида термической обработки. Образцы, обожженные на воздухе, имеют более светлую и ровную окраску за счет более полного окисления. Обжиг в вакууме способствует сохранению части порошка в металлическом виде и созданию нового декоративного эффекта.
- Полученные пигменты опробованы при декорировании керамики на воздухе в виде подглазурной и надглазурной росписи. Краски устойчивы при обжиге до температуры 1050°C.

# Список публикаций

- Черепанова А.И. Применение нанопорошков для окрашивания керамических поверхностей // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л. П. Кулева в 2 т. Томск, 2014. – Томск: ТПУ,2014 – Т.1 – С. 114 – 116
- Cherepanova A. I. The influence of a type of a metal component on glaze coloring // Химия и химическая технология в XXI веке: материалы XV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени профессора Л. П. Кулева в 2 т. Томск, 2014. – Томск: ТПУ,2014 – Т.2 С. 192-195
- Черепанова А.И. О влиянии вида металлического компонента на окраску глазури //Функциональные материалы: разработка, исследование, применение: сборник тезисов докладов III Всероссийского конкурса научных докладов студентов, Томск, 2015. – Томск: ТПУ, 2015
- Черепанова А.И. Никельсодержащие металлические нанопрошки в качестве высокодисперсных пигментов для керамических красок // Высокие технологии в современной науке и технике: международная научно-практическая конференция, Томск ,2015. – Томск: ТПУ, 2015

