



**Омский  
государственный  
университет**  
им. Ф.М. Достоевского

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Омский государственный университет  
им. Ф.М. Достоевского»

Физический факультет

Кафедра общей и экспериментальной физики

**Исследование синтеза сверхпроводящей керамики SmBCO**

Выполнила:  
студентка 1 курса гр. ФРМ-301-О-07  
Жувакина Ксения Алексеевна

# Целью данной работы является синтез качественной ВТСП SmBCO керамики.

Для этого решались следующие задачи:



Изучение метода получения керамического ВТСП



Изучения установки для синтеза ВТСП



Проведение экспериментов по синтезу SmBCO керамики

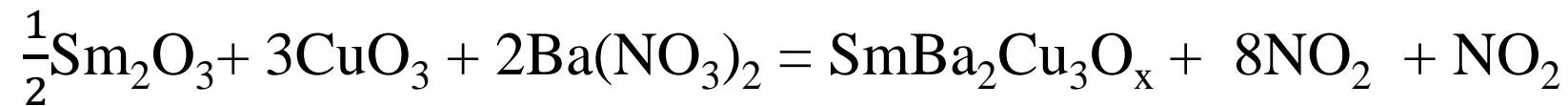


Измерение сверхпроводящих параметров

# Получение поликристаллической керамики Sm-123

Для успешного проведения синтеза сверхпроводящей керамики необходимо тщательное выполнение следующего алгоритма:

- ❑ Берем чистые, высушенные реактивы: CuO, Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.
- ❑ Рассчитываем по реакции, приведенной ниже, количество необходимых для синтеза реагентов CuO, Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> :



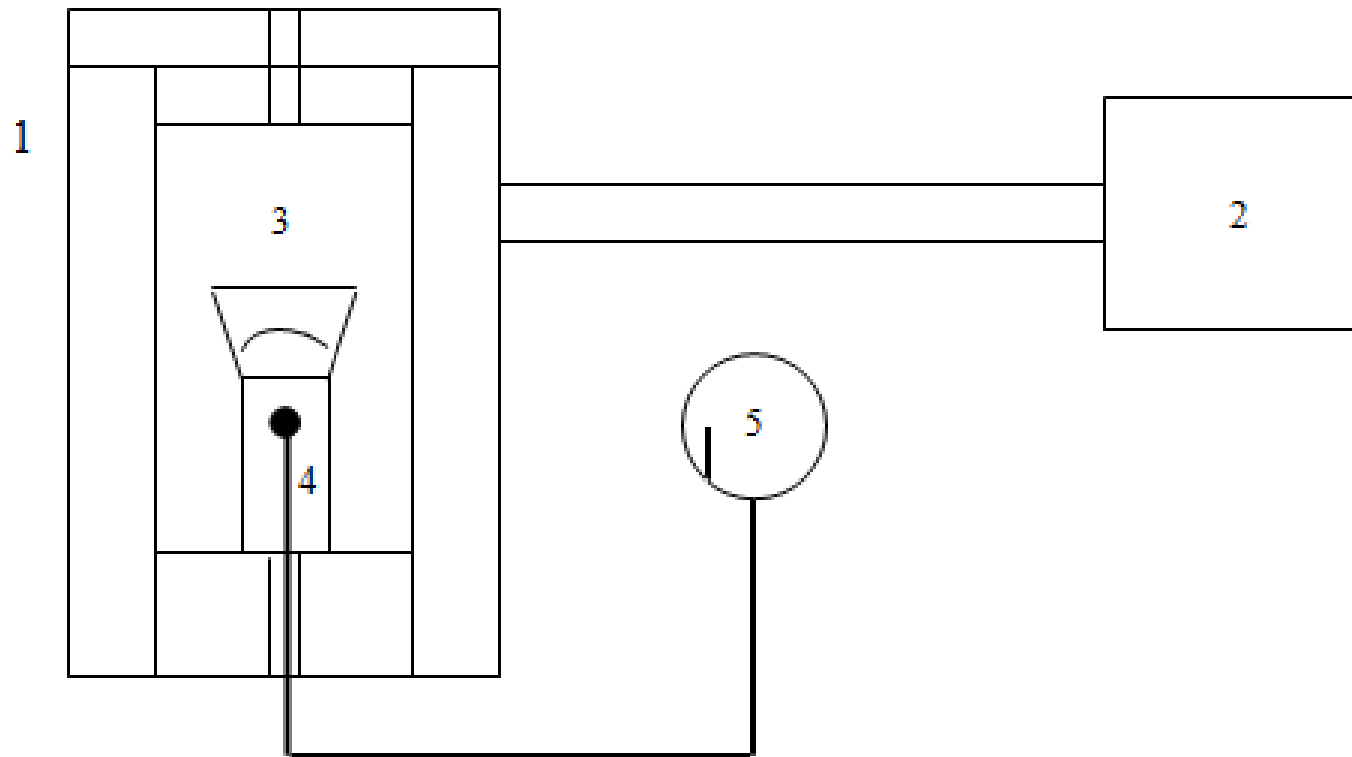
## Получение поликристаллической керамики Sm-123

- ❑ Взвешиваем навески на электронных весах с точностью 0,01 г и смешиваем их в агатовой ступке.
- ❑ Помещаем полученную порошкообразную смесь в чистый серебряный тигель и поставим его в муфельную печь (рис.1).



**Рис. 1.** Серебряный тигель.

Схема установки синтеза приведена на рисунке 2.



**Рис. 2.** Схема установки для синтеза керамики  $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ :  
1 – печь с регулируемым нагревом,  
2 – источник питания,  
3 – тигель с шихтой,  
4 – хромель-алюмелевая термопара,  
5 – милливольтметр.

## Получение поликристаллической керамики Sm-123

- ❑ Производим нагревание печи до 880 – 890 °С со скоростью 50-80°С/час и выдерживаем при этой температуре 2 - 4 часа.
- ❑ Потом выключаем печь и даем ей остыть до комнатной температуры.
- ❑ Достаем спек из тигеля, производим размол и просеивание через сито.

# Получение поликристаллической керамики Sm-123

- Подготавливаем пресс-форму, предварительно почистив ее спиртом, и насыпаем в нее синтезированный порошок в количестве, необходимом для получения образца толщиной 5 - 8 мм.



Рис.3. Прессованный образец.



# Получение поликристаллической керамики Sm-123

- ❑ Помещаем образец в печь и производим нагрев до  $920\text{ }^{\circ}\text{C}$  со скоростью  $80 - 100\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{час}$  с выдержкой при этой температуре 12 часа, после чего оставляем печь остывать до комнатной температуры.
- ❑ Извлекаем образец керамики и изучаем его физические свойства.
- ❑ Исследуем образец на явление левитации – зависание магнита над сверхпроводящей керамикой (рис.4).

# Получение поликристаллической керамики Sm-123



**Рис. 4.** Явление левитации.

**Рис. 5. Образцы №1 и №2 Sm-123.**

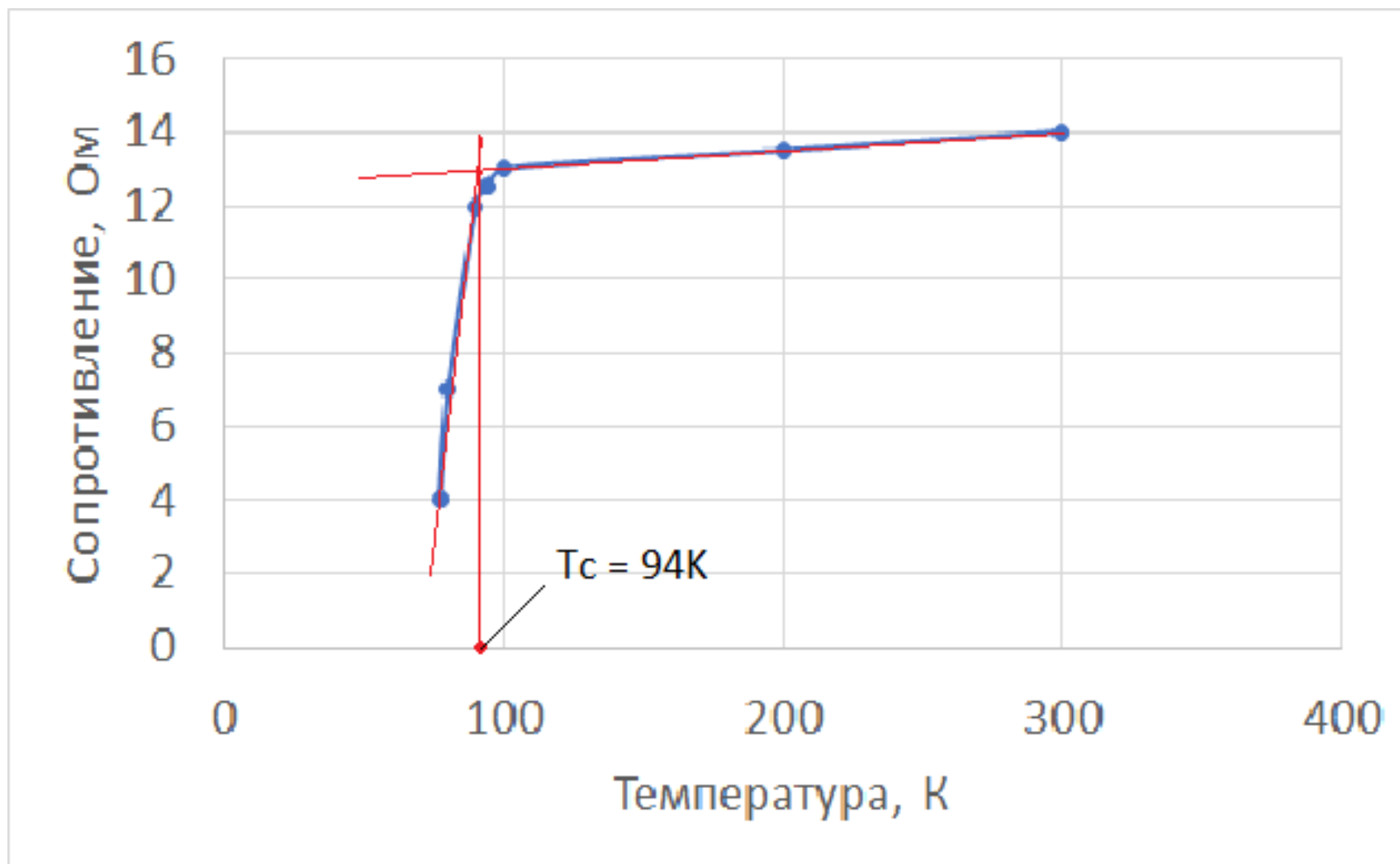


**№1**



**№2**

Рис. 6. График перехода в СП состояние образца №1.





**Рис. 7.** Микрофотография поверхности образца №1 Sm-123.

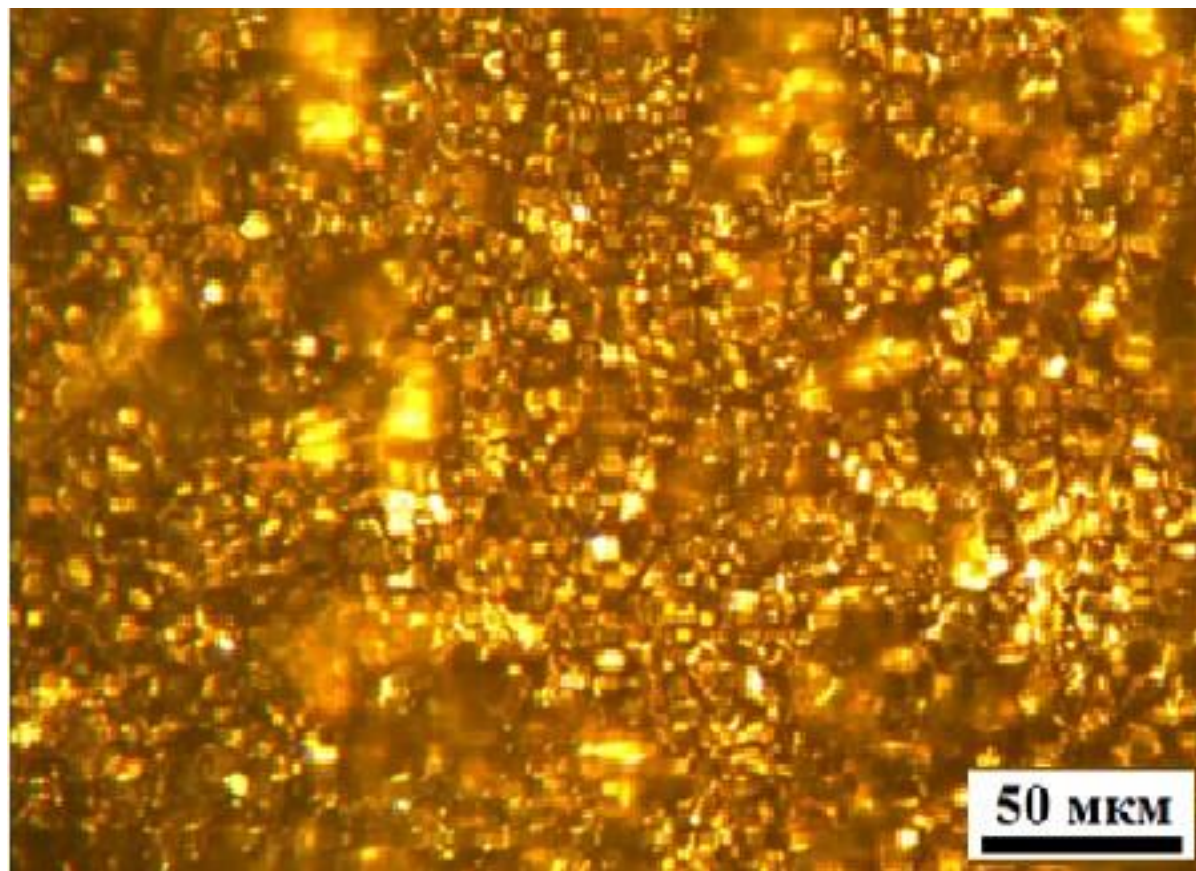
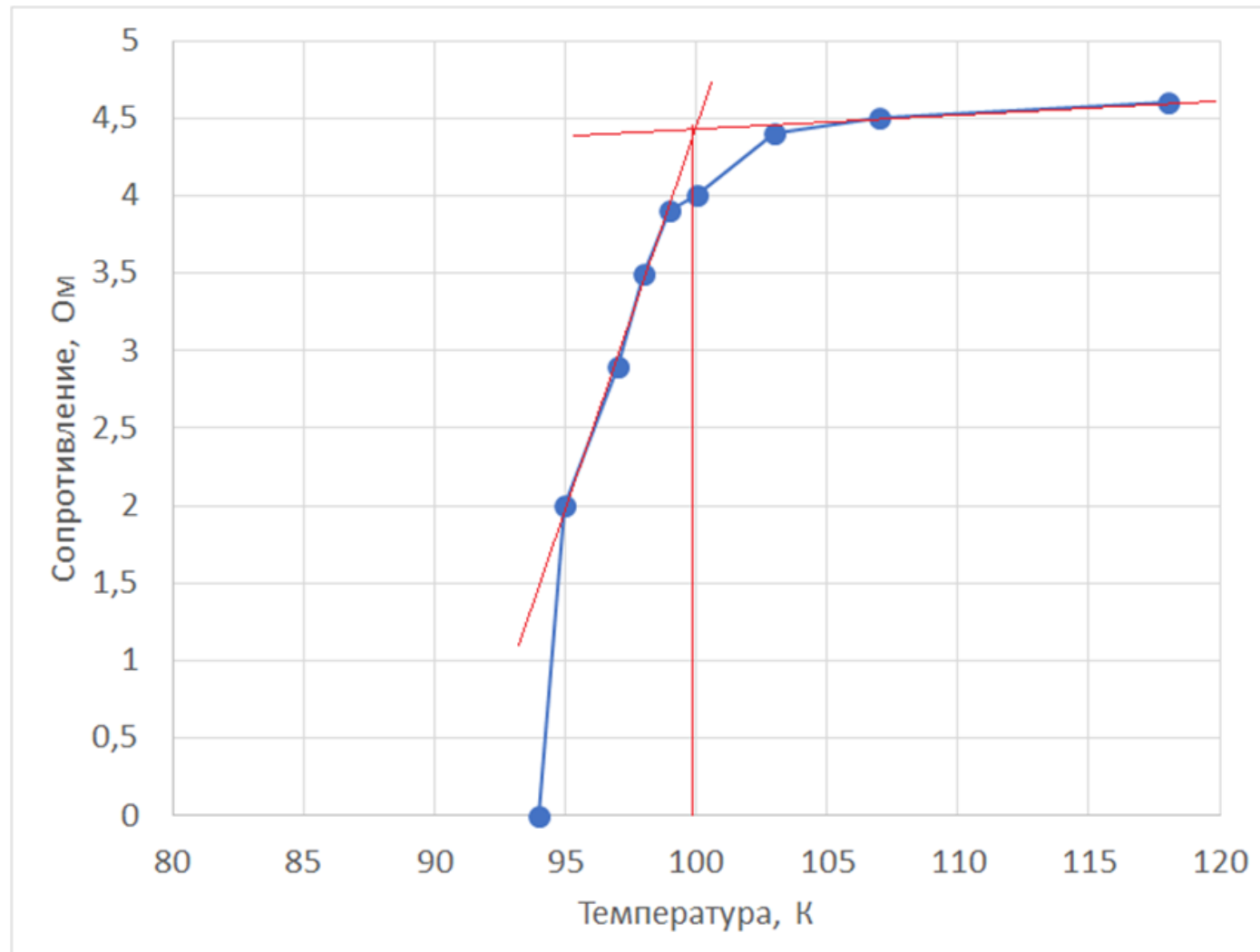


Рис. 8. График перехода в СП состояние образца №2.



**Рис. 9.** Микрофотография поверхности образца №2 Sm-123.

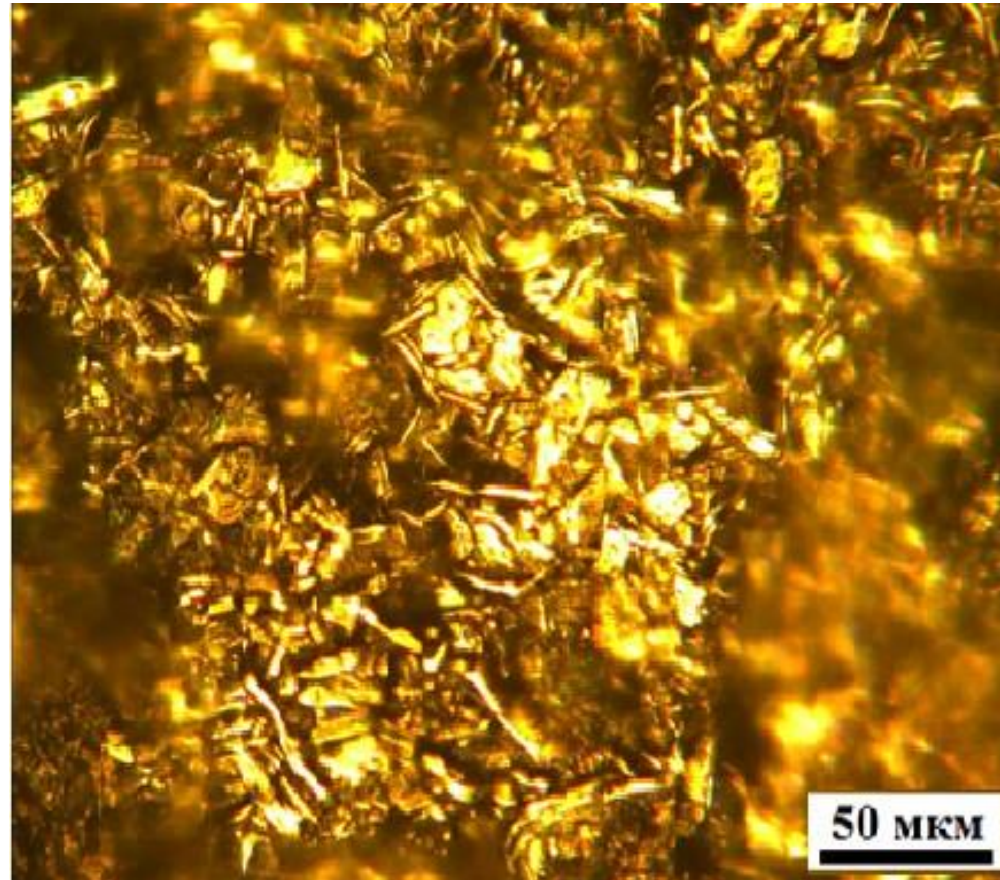
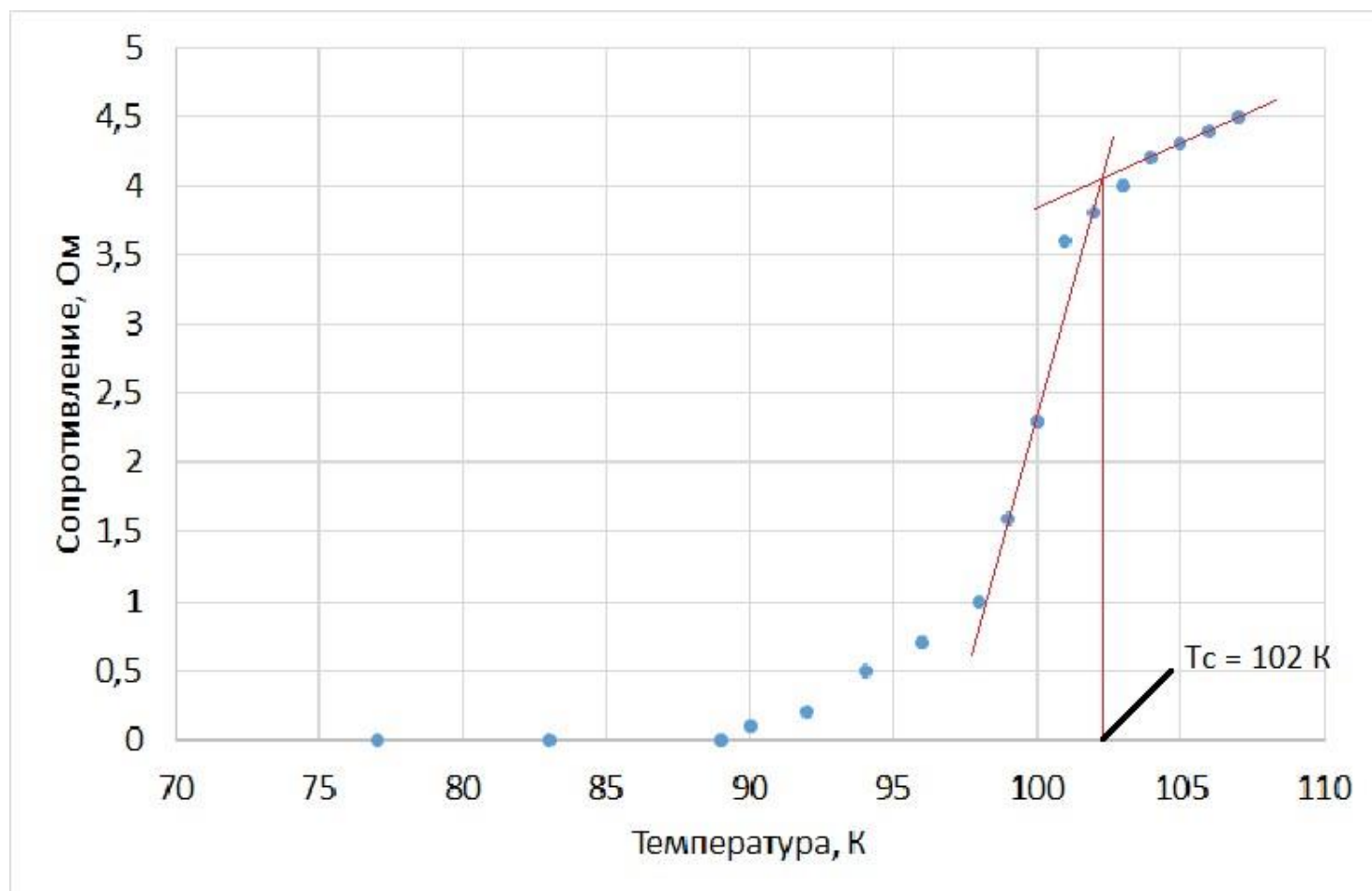
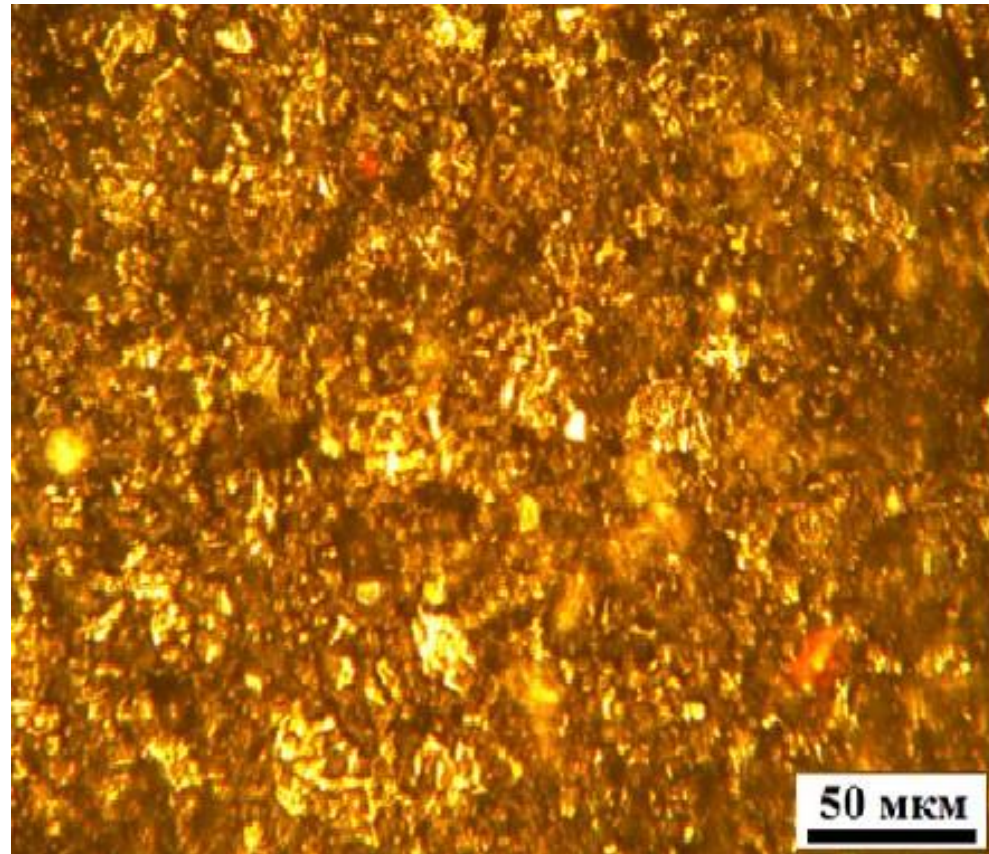


Рис. 10. График перехода в СП состояние образца №3.





**Рис. 11.** Микрофотография поверхности образца №3 Sm-123.



# Заключение.

В результате выполнения работы:

- ❑ Проведены эксперименты по синтезу SmBCO керамики.
- ❑ Найден режим отжига, при котором получается качественная поликристаллическая керамика с высокой критической температурой перехода  $T_c$ .

По результатам исследований можно сделать выводы:

- ❑ Оптимальным на данный момент является режим отжига для образца №2, так как данный режим позволяет получить керамику с высоким  $T_c$  и минимальной шириной перехода.
- ❑ Для формирования кристаллитов размером 40 мкм и более, необходимо увеличить длительность отжига в диапазоне температур 890 - 920 °С, что позволит уменьшить ширину сверхпроводящего перехода.

## Список литературы.

1. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике // М.: Наука. – 1990. – 624 с.
2. Шмидт В. В. Введение в физику сверхпроводников // М.: МЦНМО. – 2000. – 32 с.
3. Храмов Ю.А. История физики // Киев: Феникс. – 2006.
4. Баранов М.И. Антология выдающихся достижений в науке и технике. Часть 10. Открытие и изучение сверхпроводимости материалов // Электротехника и электромеханика. – 2012. - №5. – С. 3-12.
5. S. Mohan, In: C. N. R. Rao, ed. Chemistry of High Temperature Superconductors. World Scientific, Singapore. – 1991.
6. Аксаев Э.Е., Гершензон Е.М. Перспективы применения высокотемпературных сверхпроводников для создания электронных болометров // Письма в ЖТФ. – 1989. – Т. 15. – Вып. 14. – С. 88-93.
7. A. Tsukada, I. G. Chen, R. H. Hammond, and M. R. Beasley, IEEE Transactions on Applied Superconductivity 19, 3383 (2009).
8. M. Murakami, S. I. Yoo, T. Higuchi, N. Sakai, M. Watabiki, N. Koshizuka, and S. Tanaka, Physica C 463-235, 2781 (1994).
9. B. Batlogg, C. W. Chu, W. K. Chu, D. U. Gubser and K. A. Muller, ed. Proceedings of the 10th Anniversary HTSy Workshop on Physics, Materials and Applications. World Scientific, Singapore. – 1996.
10. Паринов И.А. Микроструктура и свойства высокотемпературных сверхпроводников // Ростов на Дону: изд-во РГУ. – 2004. – 416 с.
11. Panek D., Prando G., Ali Mansoori G. Superconductors: Past, Present and Future // Energy Sources. – 1988. – Vol. 10. – Pp. 159-172.

Спасибо за внимание