ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
НАПРАВЛЕНИЕ 03.03.02 ФИЗИКА

Структура и диэлектрический отклик керамик ЦТСЛ

Щеглова Анастасия
Игоревна

Руководитель:

к.ф.-м.н., доцент,
Кислова Инна Леонидовна

Актуальность

Сегнетоэлектрическая керамика цирконата-титаната свинца имеет большое практическое применение. Известно, что ее свойства можно значительно варьировать как меня соотношение Ti/Zr, так и введением различных примесей.

В частности, примесь La делает данный материал оптически прозрачным, что позволяет использовать его в электрооптических приборах.

Цели и задачи

Цель: исследование структуры и диэлектрических свойств сегнетоэлектрической керамики цирконата-титаната свинца-лантана (ЦТСЛ) различного состава.

Задачи:

- изучить структуру всех образцов с помощью СЭМ;
- исследовать характеристики петель диэлектрического гистерезиса;
- исследовать влияния внешних воздействий на изменение диэлектрических свойств образцов;
- исследовать температурную зависимость диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь при изменении концентрации La в составе.

Образцы

Соединение ЦТСЛ – $(Pb_xLa_{1-x})(Zr_yTi_{1-y})O_3$

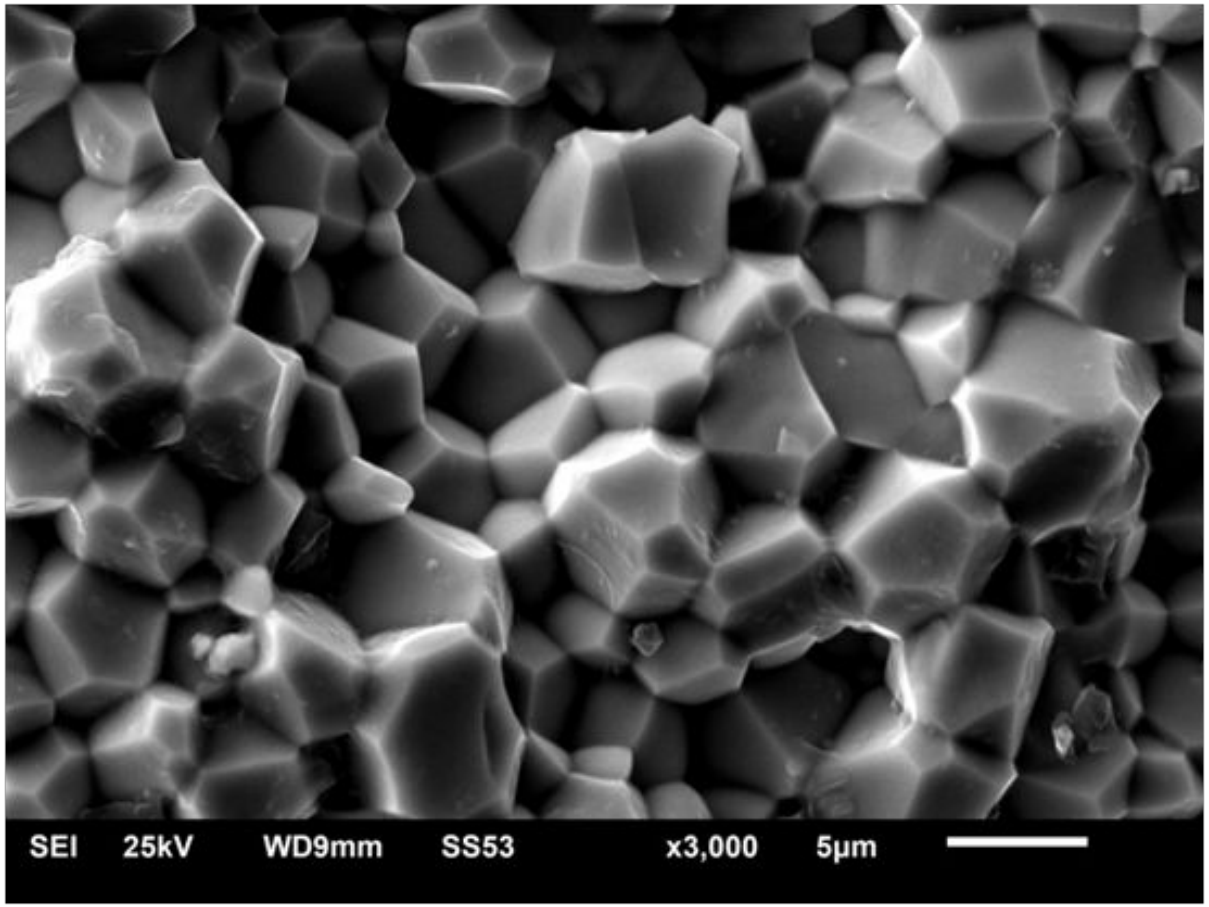
Описывается соотношениями La:Zr:Ti как x/y/z, где x, y, z – концентрации элементов La, Zr и Ti.

Образец	Толщина, мм	Площадь, мм^2	Размеры зерен, мкм
5/40/60	1.060	22.3	2.4
7/65/35	0.365	8.5	4.7
8/70/30	0.446	16.2	5.6
9.75/65/35	0.609	11.5	9.8
12/40/60	0.578	7.8	9.4

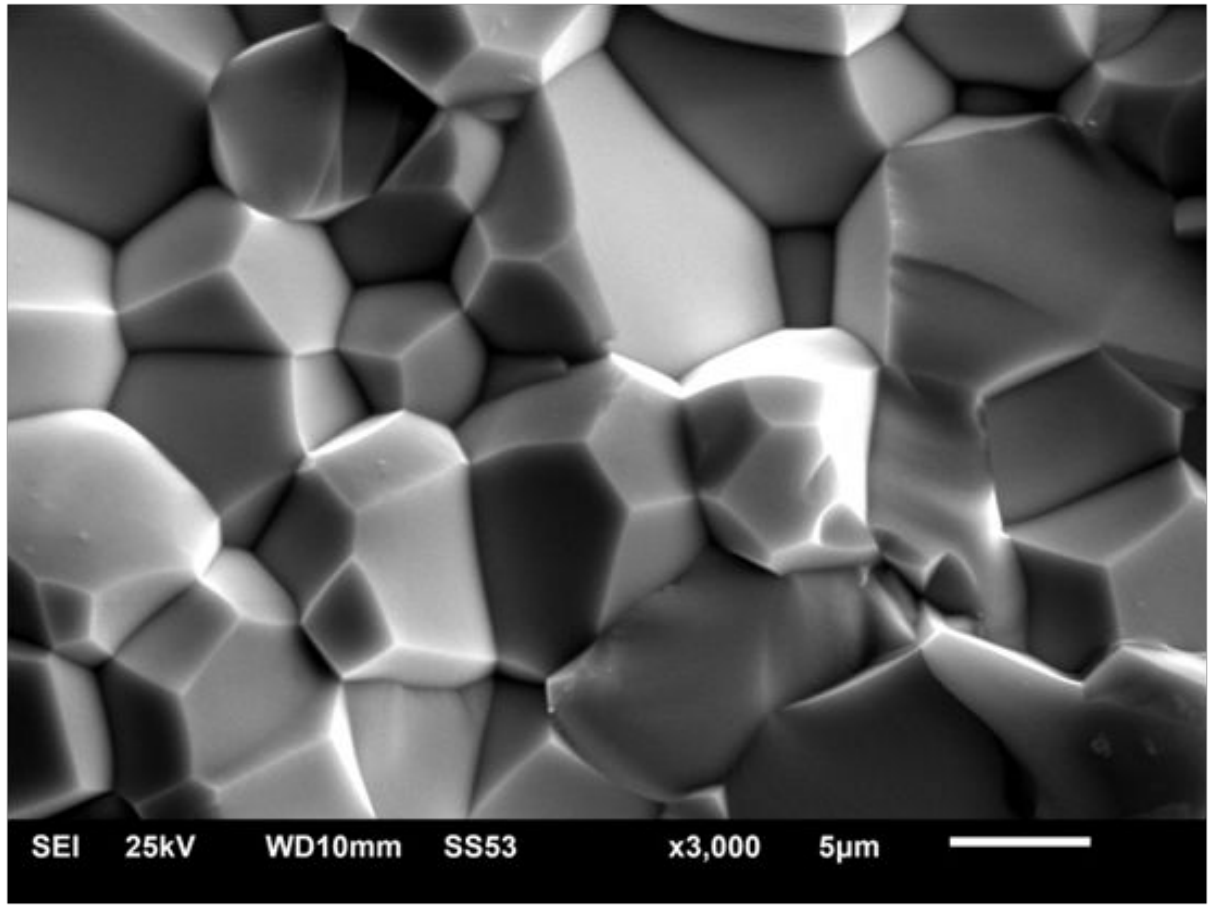
Экспериментальные установки

- сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6610LV и полупроводниковая энергодисперсионная приставка INCA (Oxford) для изучения структуры образцов;
- исследования петель гистерезиса на установке с использованием схемы Сойера-Тауэра;
- пироотклик изучен динамическим методом исследования;
- исследования диэлектрических характеристик проводились с помощью измерителя иммитанса Е7-20.

Результаты

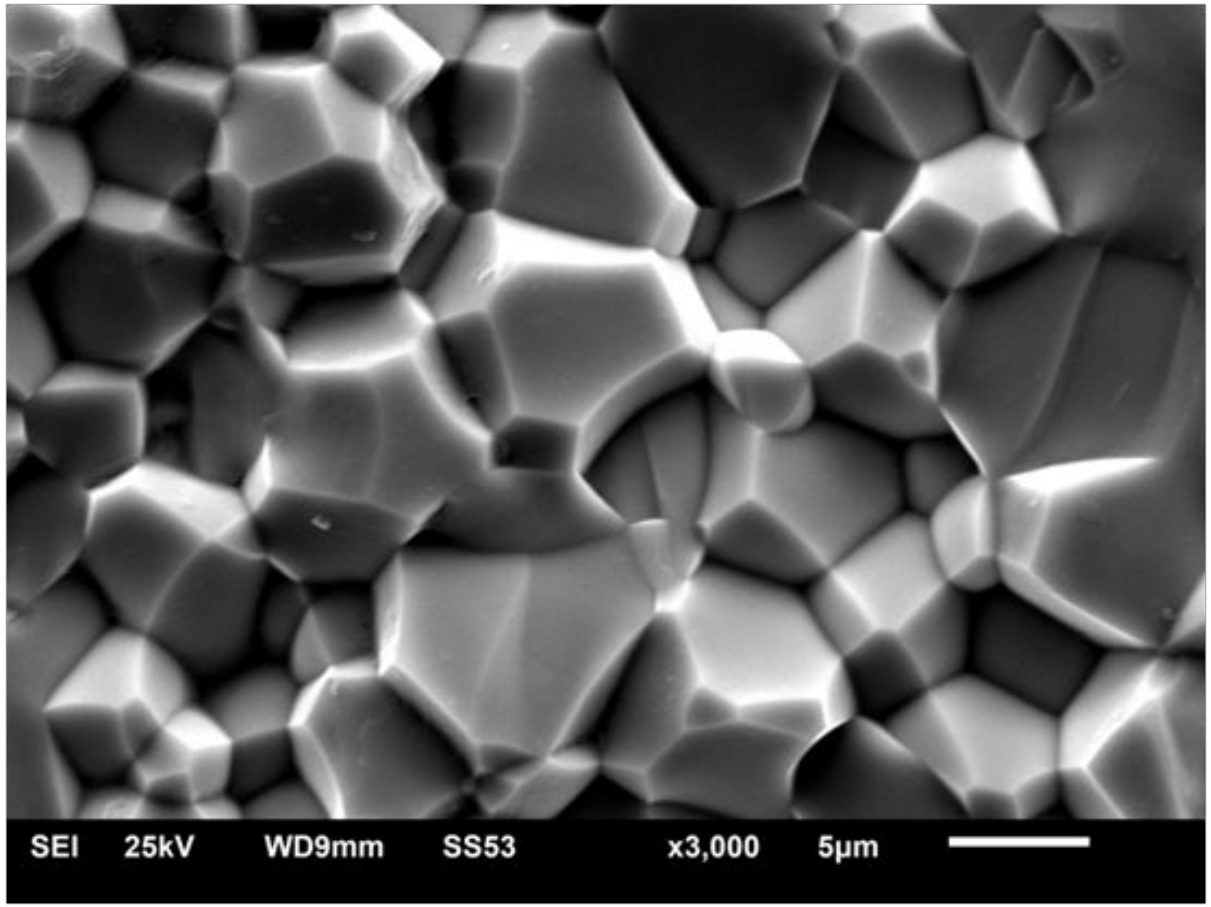


ЦТСЛ-7

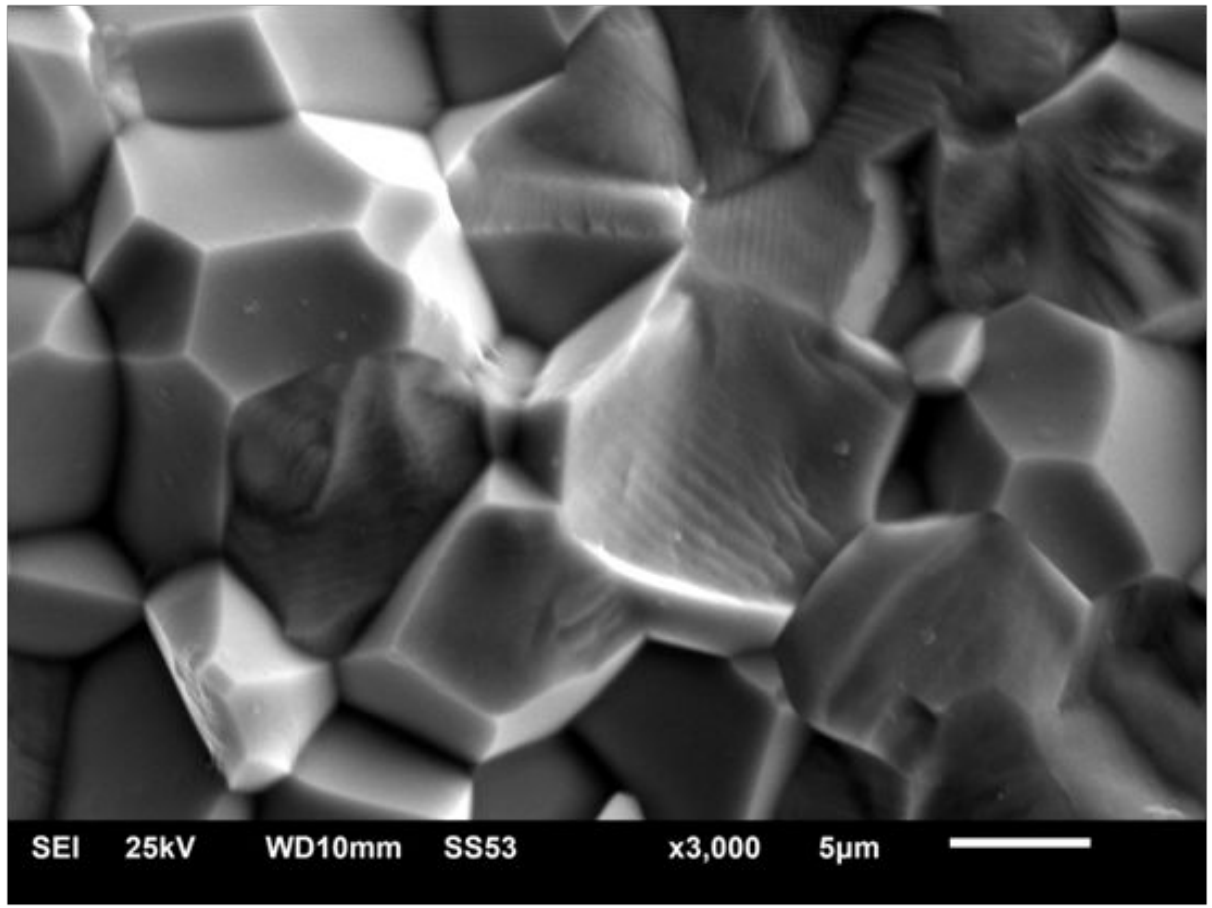


ЦТСЛ-8

Результаты



ЦТСЛ-9.75

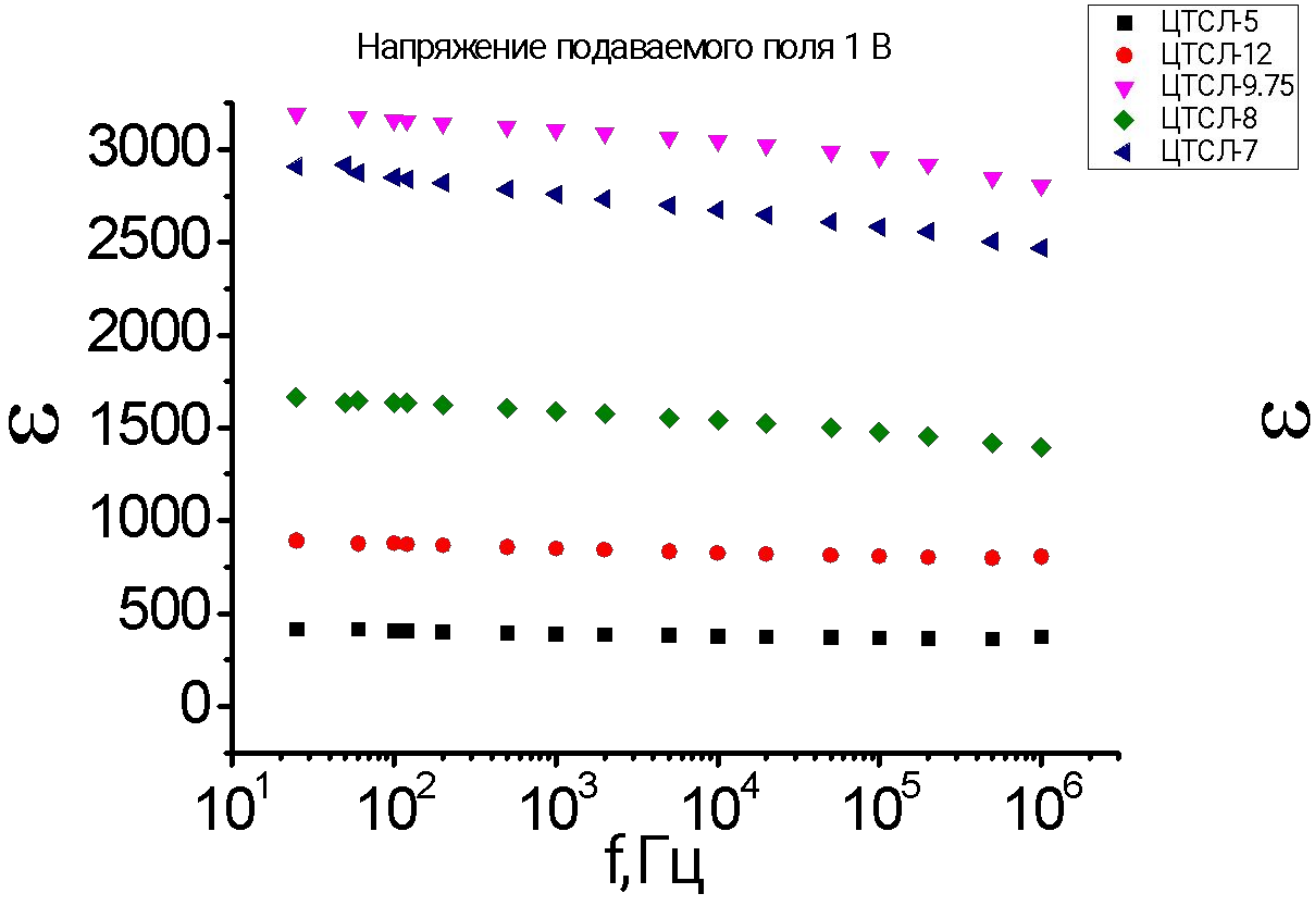


ЦТСЛ-12

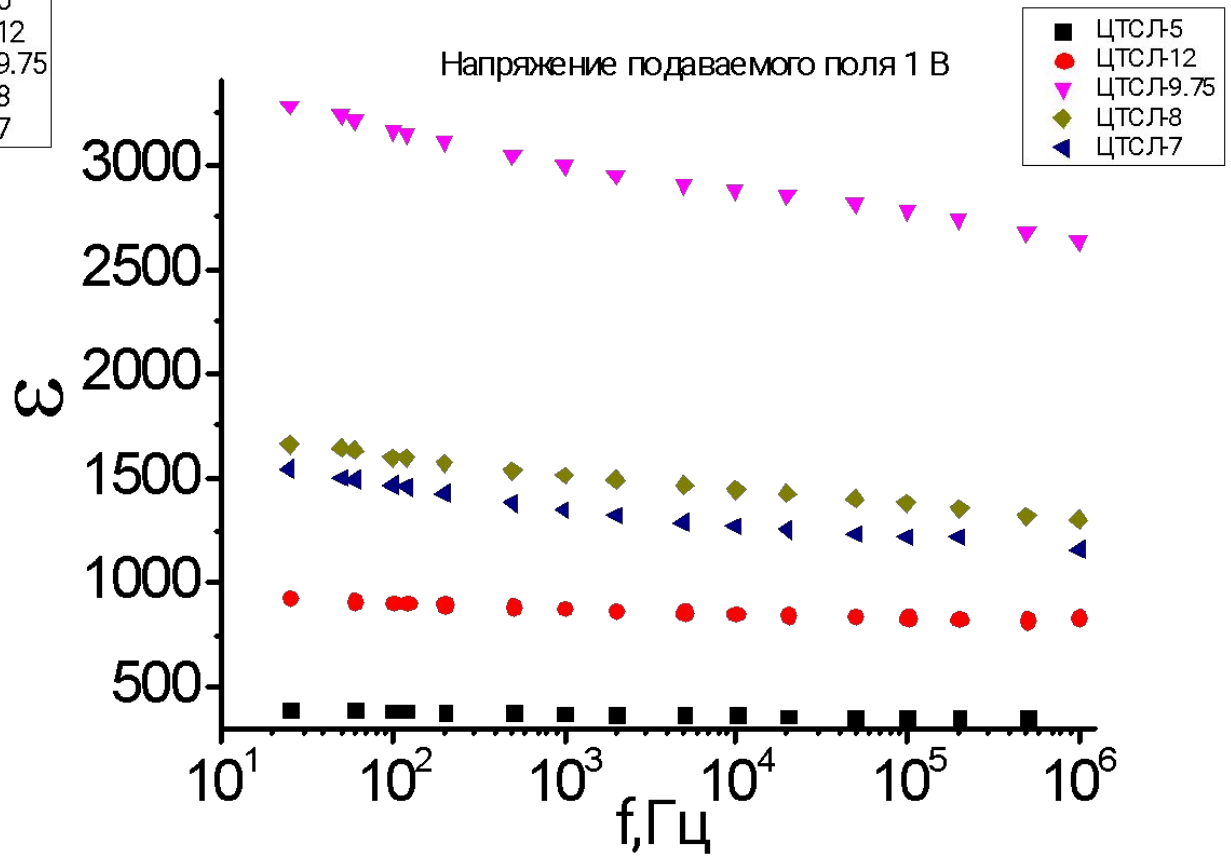
Результаты

Образец	Атомные проценты образцов (%)				
	Ti	Zr	La	Pb	O
5/40/60	13.68	14.06	1.38	19.47	51.41
8/70/30	6.19	18.04	1.73	16.82	57.23
7/65/35	7.60	18.93	1.61	18.00	53.86
9.75/65/35	6.31	15.05	1.94	15.23	61.48
12/40/60	10.11	8.85	2.12	13.72	65.21

Результаты

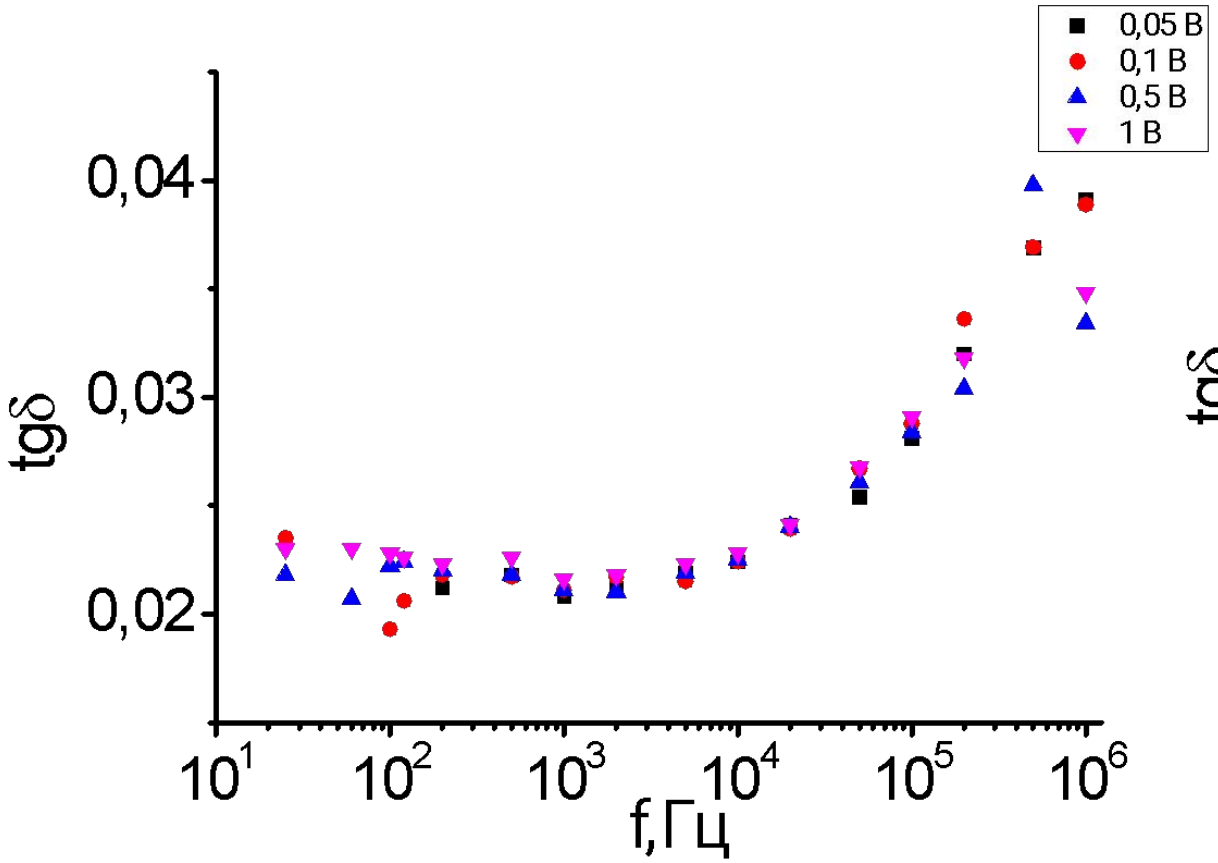


Частотная зависимость диэлектрической проницаемости для образцов ЦТСЛ до воздействия переменным полем

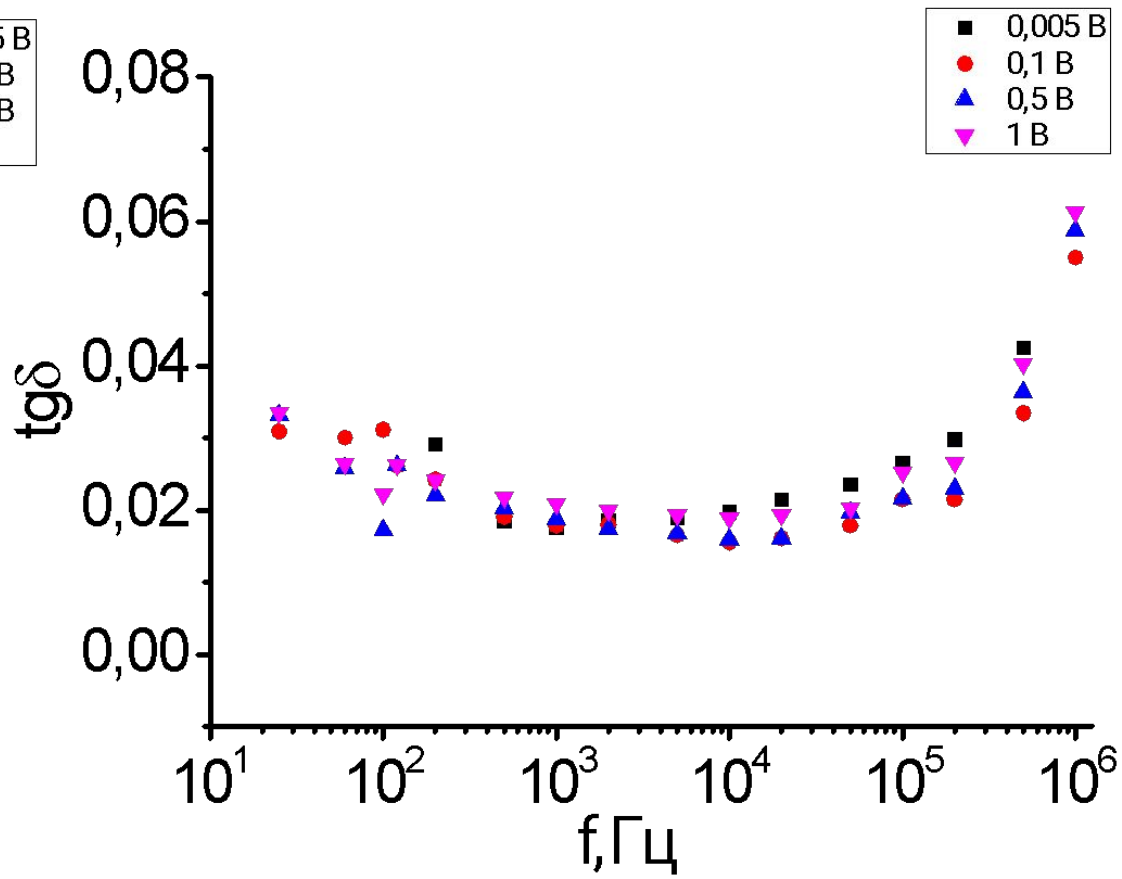


Частотная зависимость диэлектрической проницаемости для образцов ЦТСЛ после воздействия переменным полем

Результаты

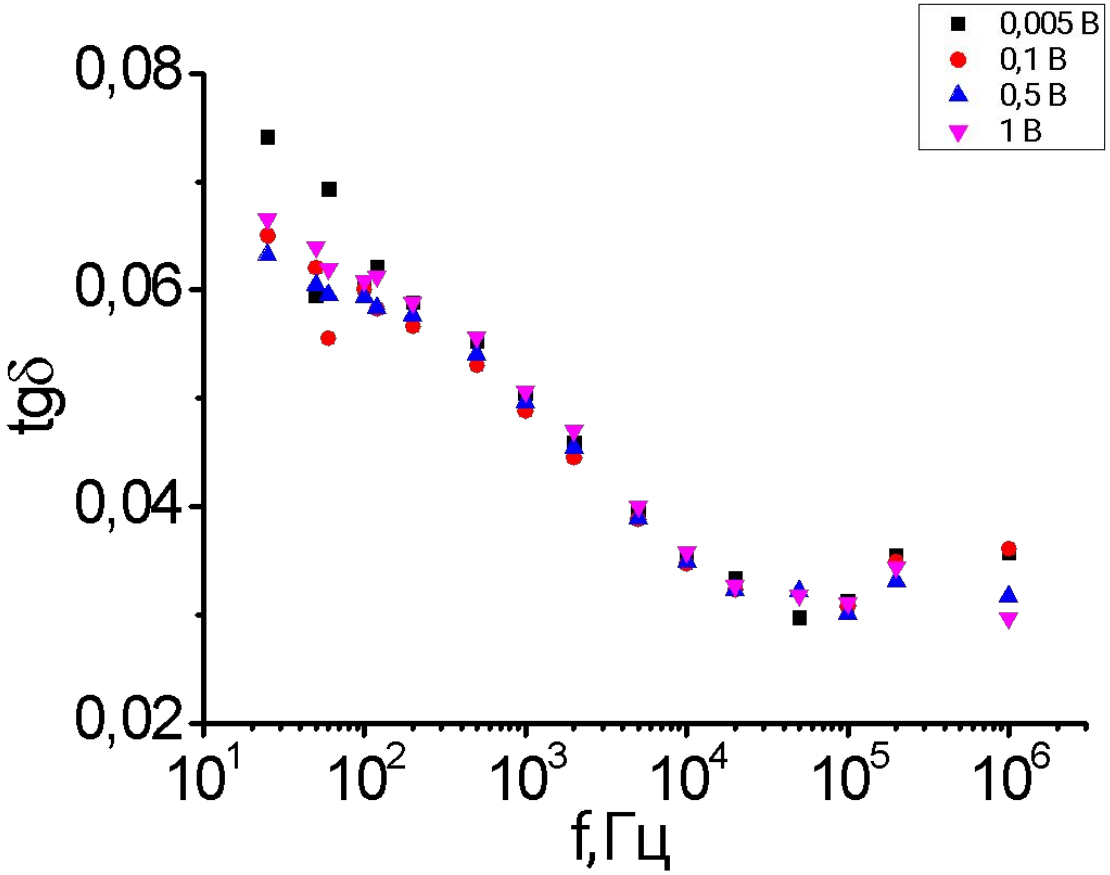


Дисперсионная зависимость tg δ при комнатной температуре для образца ЦТСЛ-7 при различных измерительных напряжениях до воздействия переменным полем.

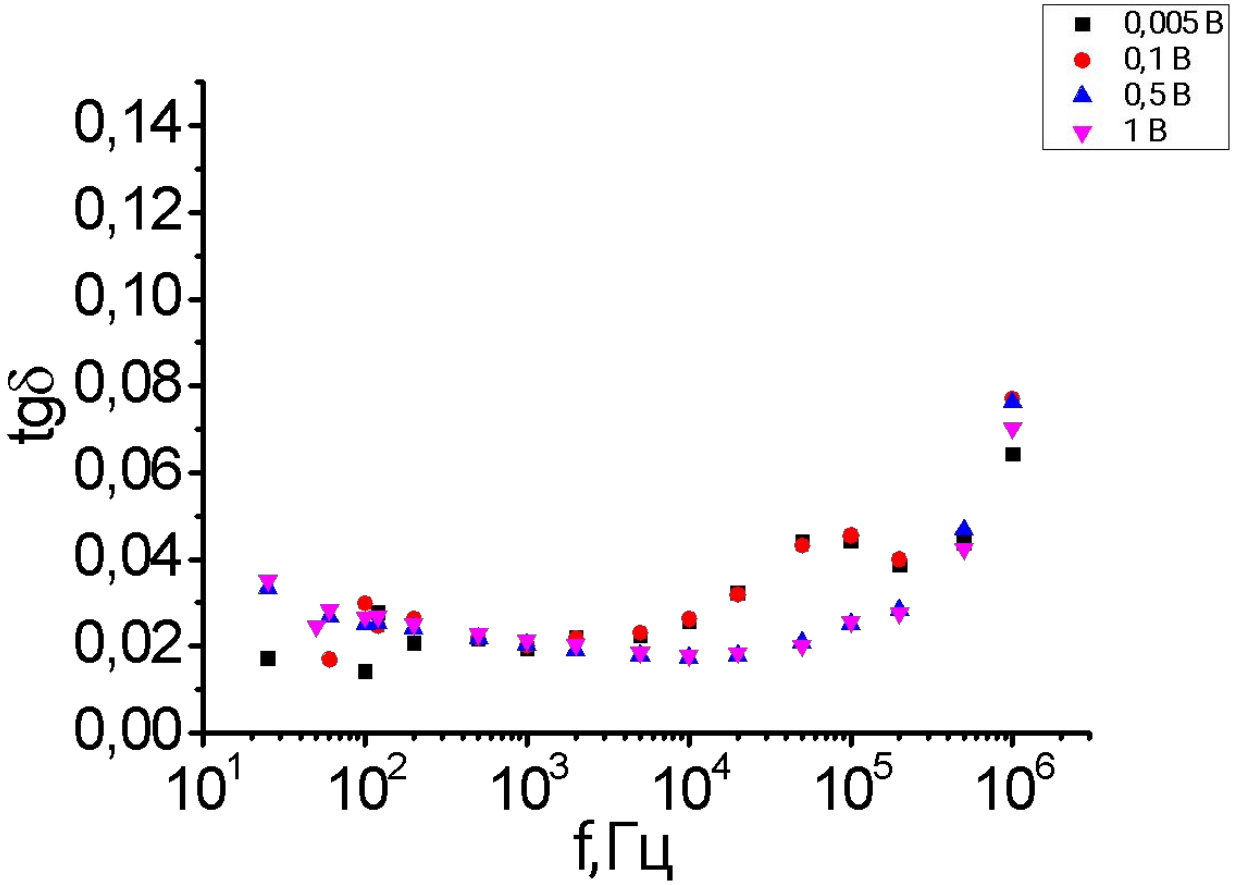


Дисперсионная зависимость tg δ при комнатной температуре для образца ЦТСЛ-12 при различных измерительных напряжениях до воздействия переменным полем.

Результаты

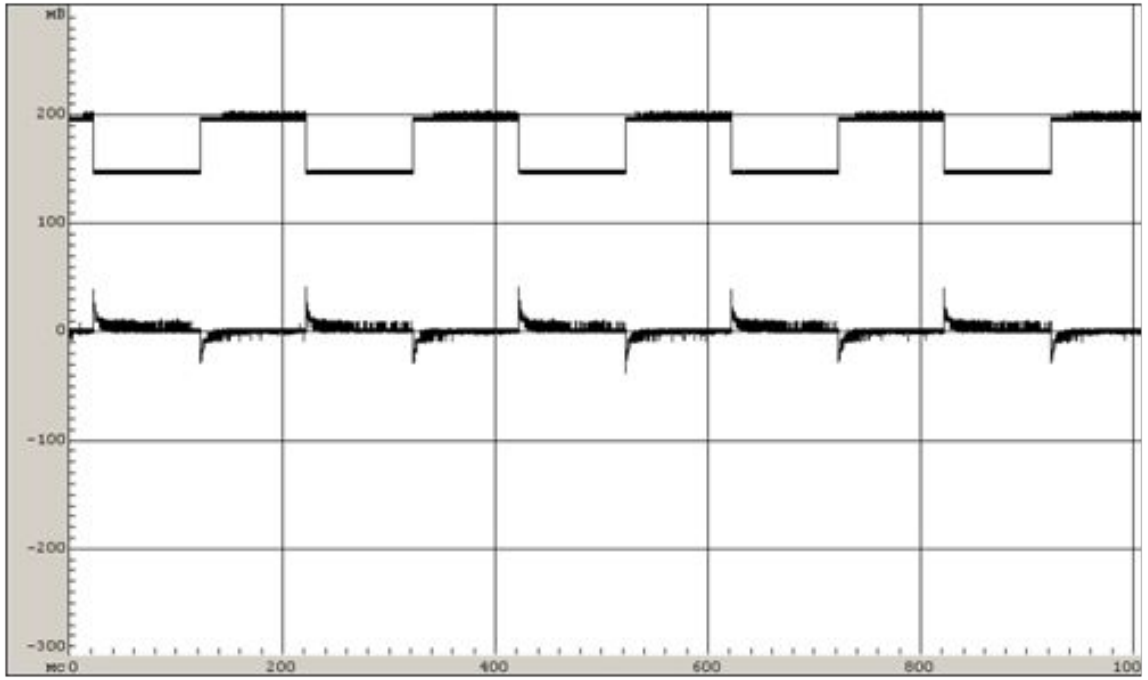


Дисперсионная зависимость tg δ при комнатной температуре для образца ЦТСЛ-7 при различных измерительных напряжениях после воздействия переменным полем.

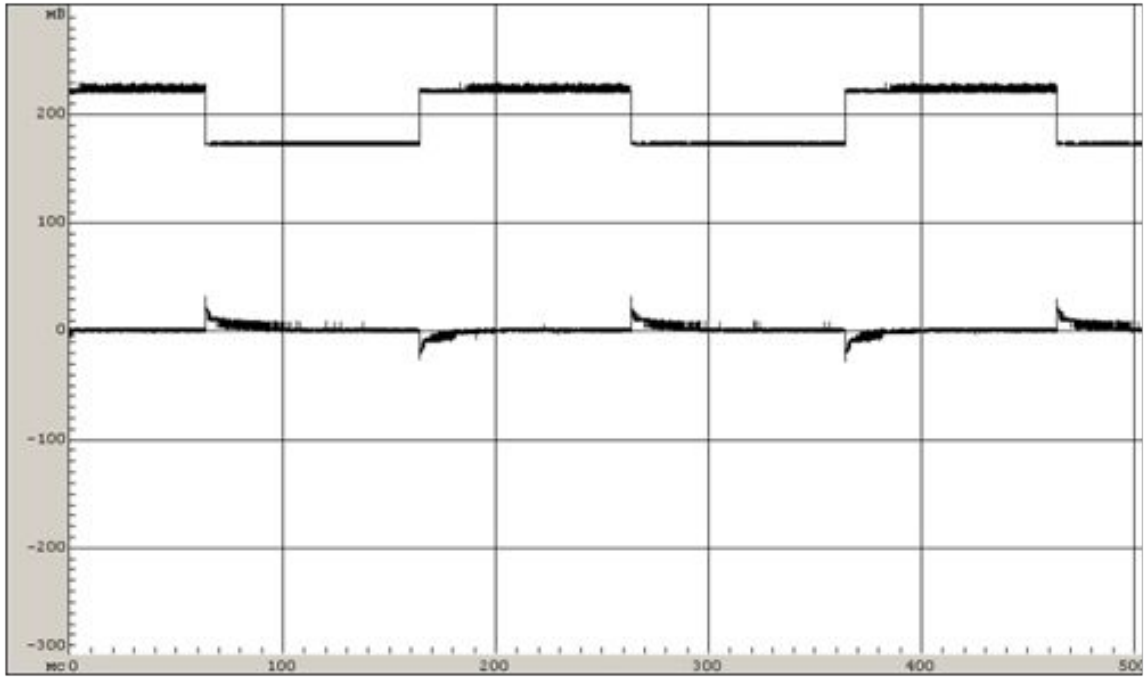


Дисперсионная зависимость tg δ при комнатной температуре для образца ЦТСЛ-12 при различных измерительных напряжениях после воздействия переменным полем.

Результаты

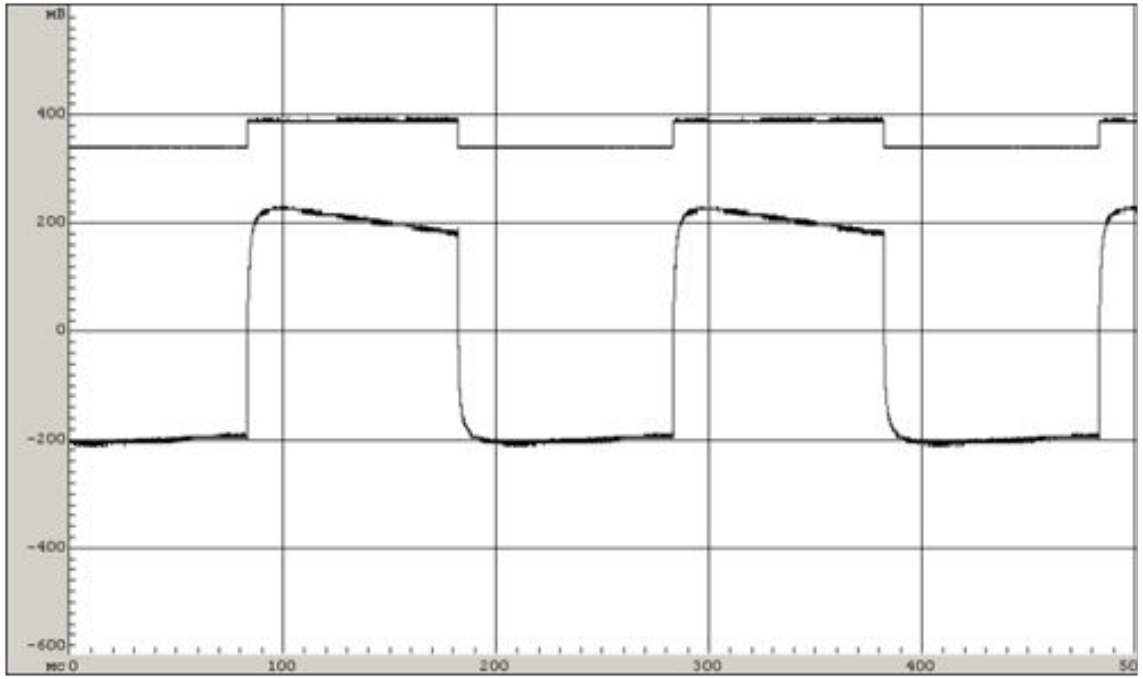


ЦТСЛ-8



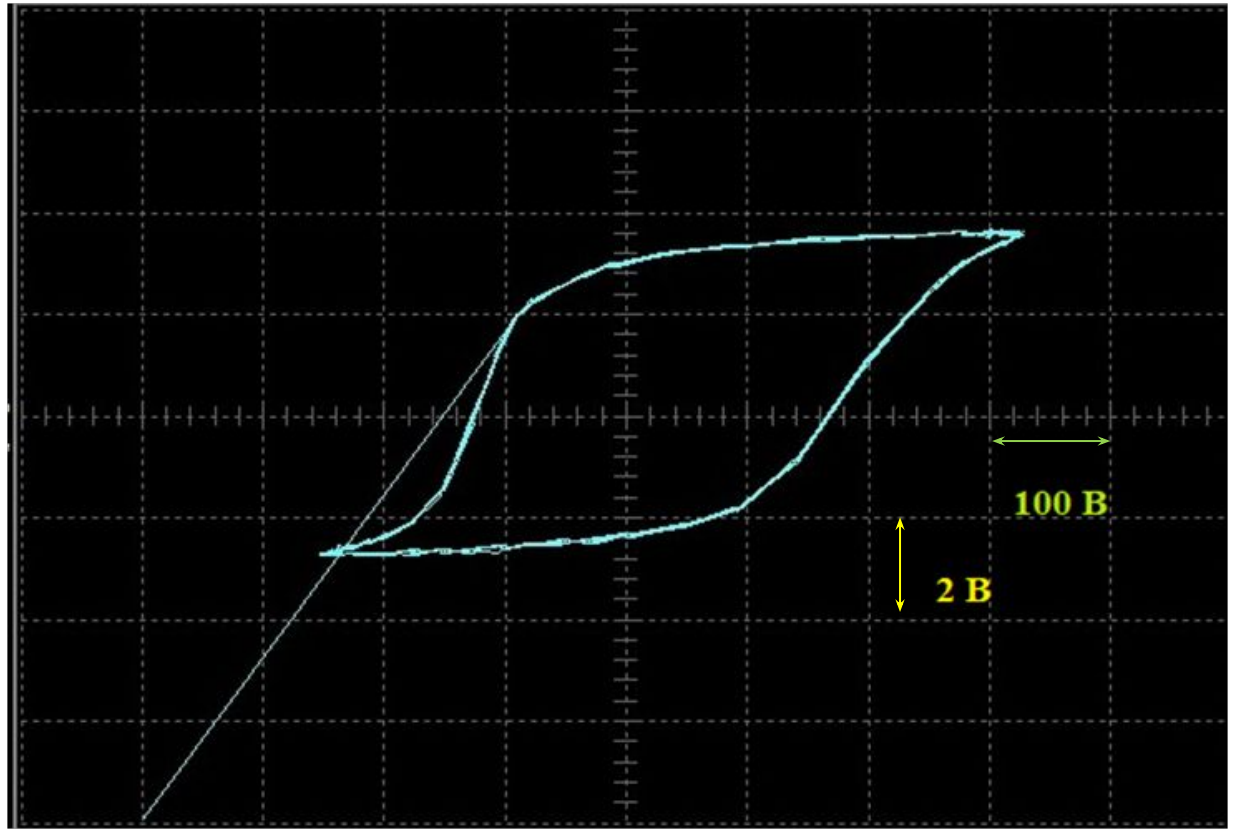
ЦТСЛ-12

Результаты



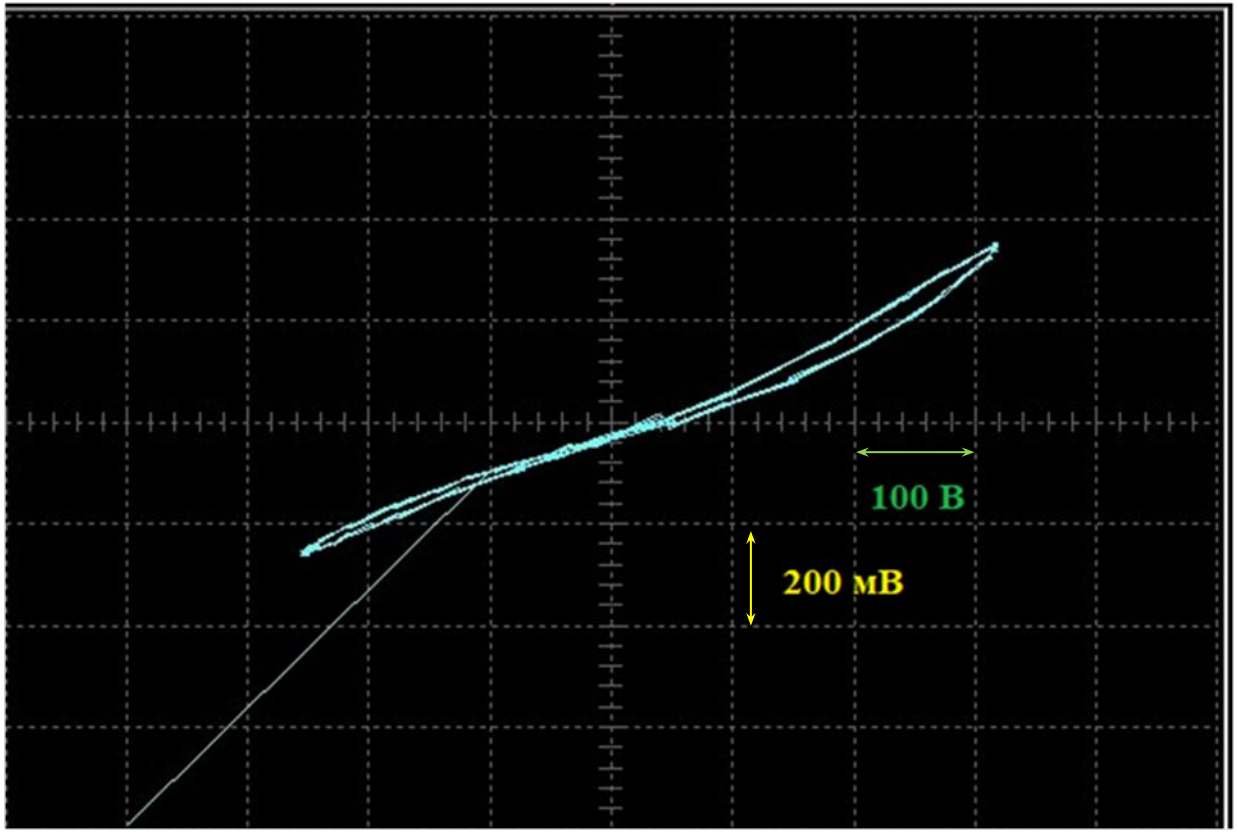
Пироотклик образца ЦТСЛ-7 с обеих сторон

Результаты

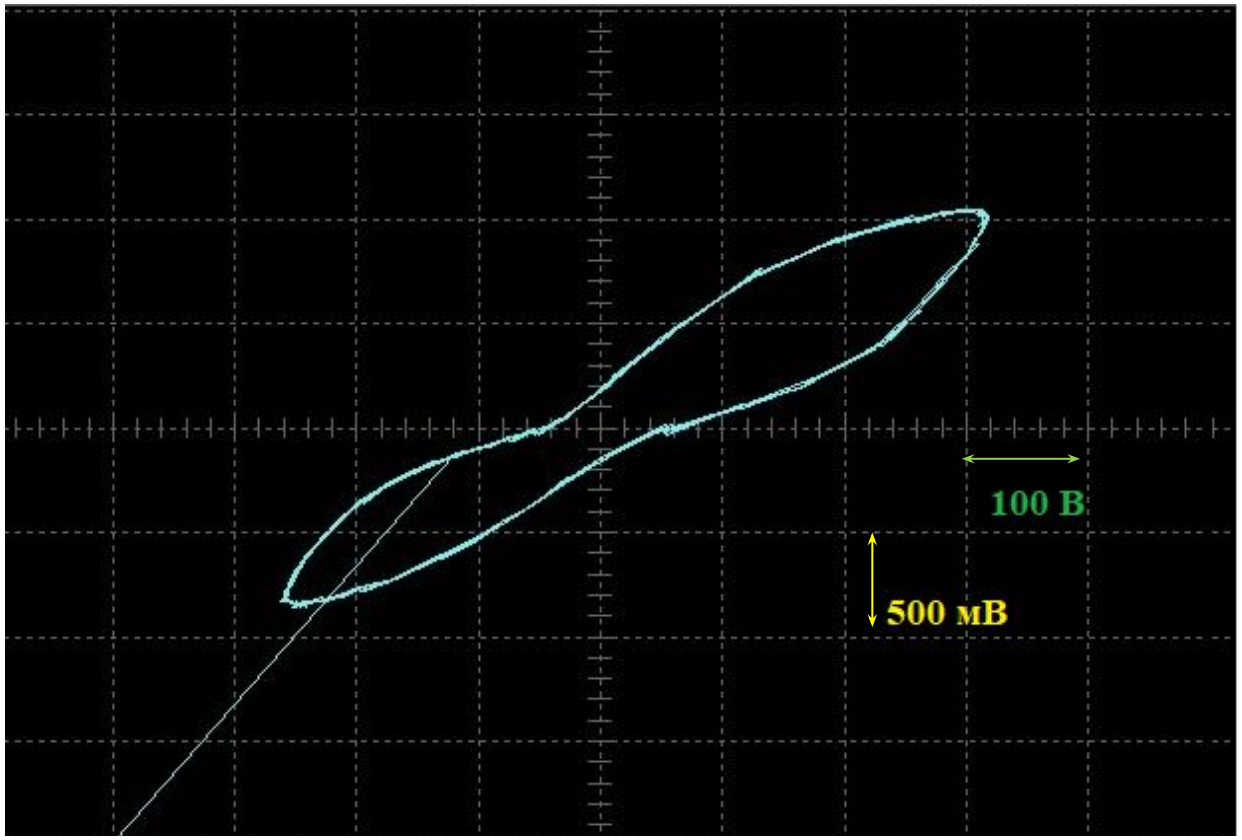


Наблюдаемая петля диэлектрического гистерезиса для образца ЦТСЛ-7.

Результаты

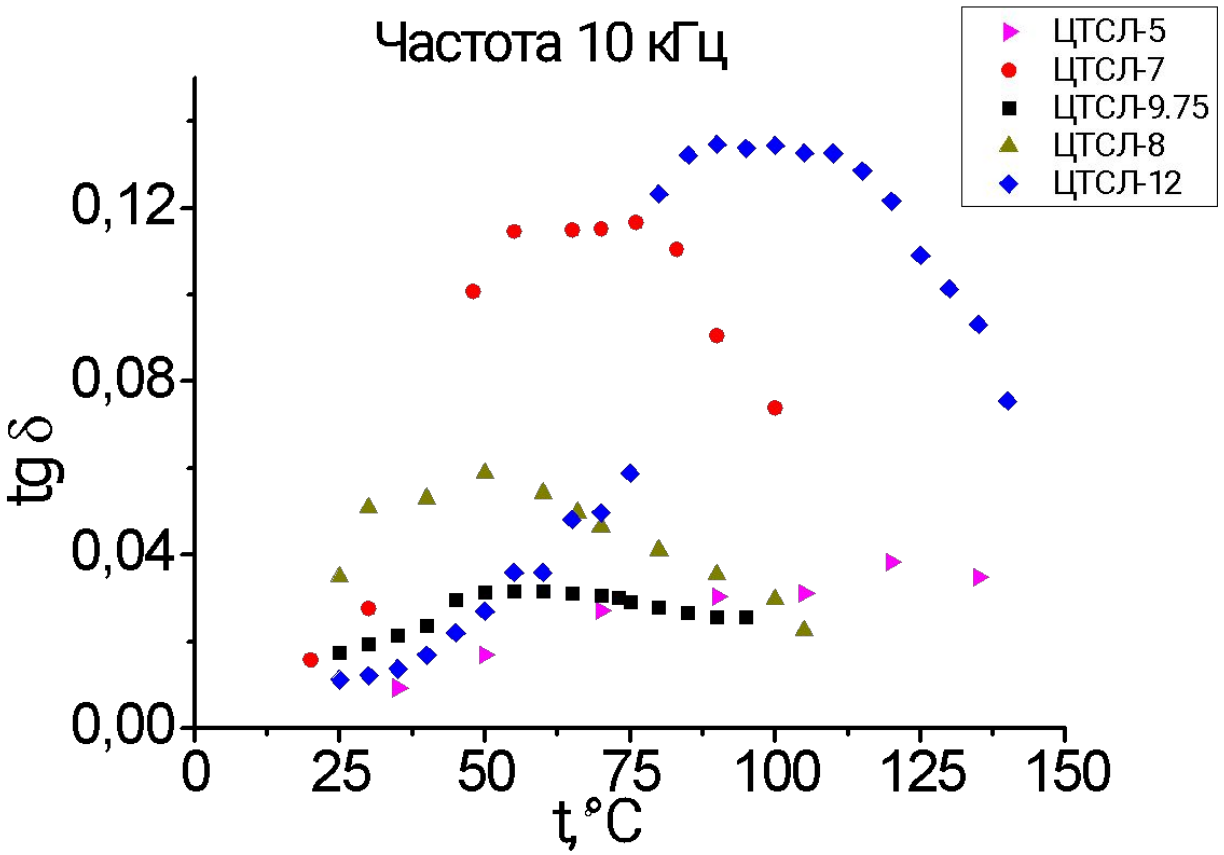


Наблюдаемая петля диэлектрического гистерезиса для образца ЦТСЛ-9.75.

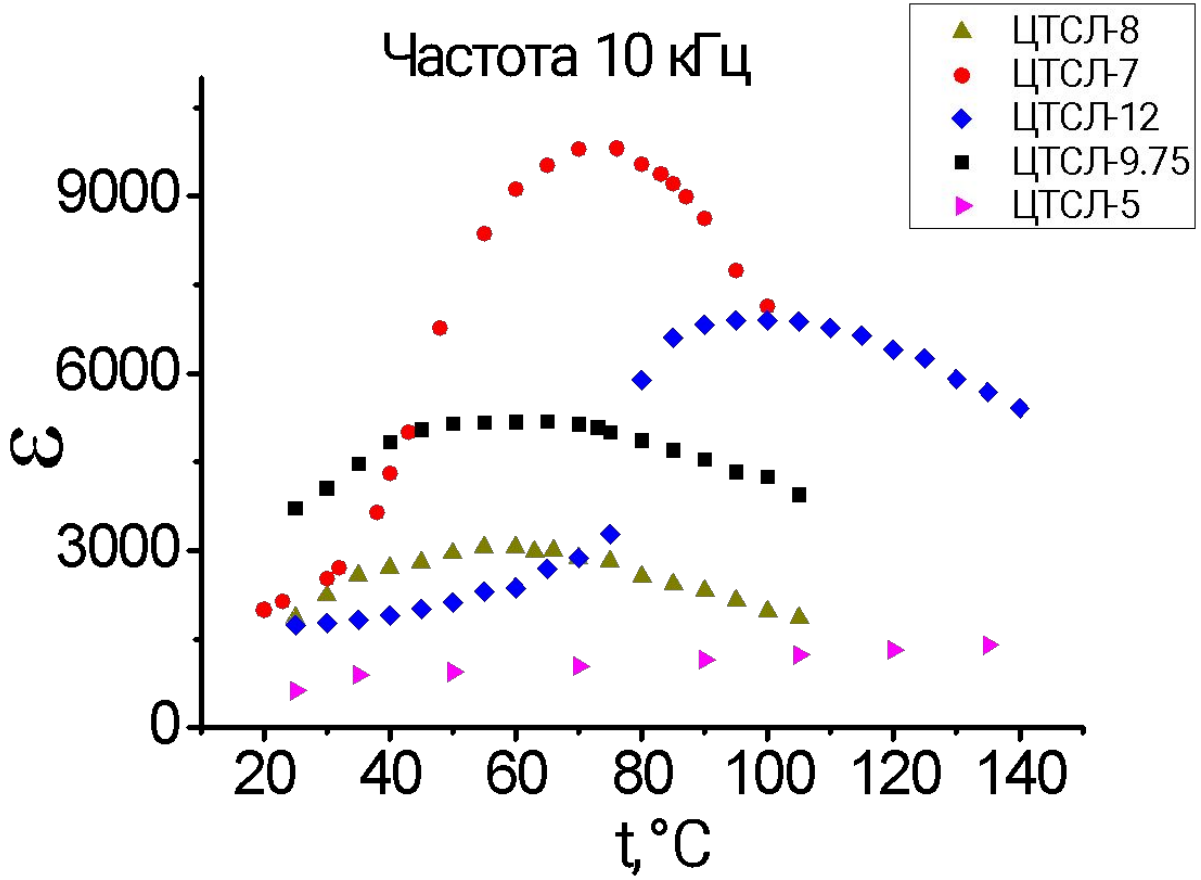


Наблюдаемая петля диэлектрического гистерезиса для образца ЦТСЛ-12.

Результаты



Температурная зависимость тангенса угла диэлектрических потерь для образцов ЦТСЛ



Температурная зависимость диэлектрической проницаемости для образцов ЦТСЛ

Выводы

1. Установлено, что с увеличением процентного содержания La средние размеры зерна увеличиваются.

2. Результаты исследования диэлектрического отклика показали наличие во всех образцах ЦТСЛ медленно-релаксирующей объемно-зарядовой поляризации.

3. Воздействие переменных электрических полей, превышающих коэрцитивное, приводит к формированию поляризованного состояния по всему объему в образце ЦТСЛ-7, в то время, как в образцах ЦТСЛ-8 и ЦТСЛ-12 поляризация формируется в приповерхностном слое.

Выводы

4. В образцах ЦТСЛ-5 и ЦТСЛ-12 наблюдались петли диэлектрического гистерезиса, характерные для материалов с большими диэлектрическими потерями. В этих же образцах наблюдался максимум тангенса угла диэлектрических потерь на низких частотах.

5. Установлено, что с повышением содержания La петли диэлектрического гистерезиса сужаются, то есть принимают форму, характерную для релаксорных материалов.

6. С увеличением содержания La температурный максимум диэлектрической проницаемости становится более размытым, что свидетельствует об усилении релаксорных свойств материалов.

Благодарности

Выражаем благодарность за предоставленные образцы Киселёву Дмитрию Александровичу, кандидату физико-математических наук, старшему научному сотруднику кафедры Материаловедения полупроводников и диэлектриков НИТУ «МИСиС».

Выражаем благодарность за помощь в исследовании на СЭМ Ивановой Александре Ивановне, доценту, кандидату физико-математических наук, кафедра прикладной физики ТвГУ.

Апробация результатов

Всероссийская научно-техническая конференция молодых учёных «Физика, химия и новые технологии» в рамках XXVI Каргинских чтений, Исследование структуры и диэлектрических свойств релаксора $(Pb_xLa_{1-x})(Zr_yTi_{1-y})O_3$, с. 135.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ