



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 – $(\text{Pb}_x\text{La}_{1-x})(\text{Zr}_y\text{Ti}_{1-y})\text{O}_3$

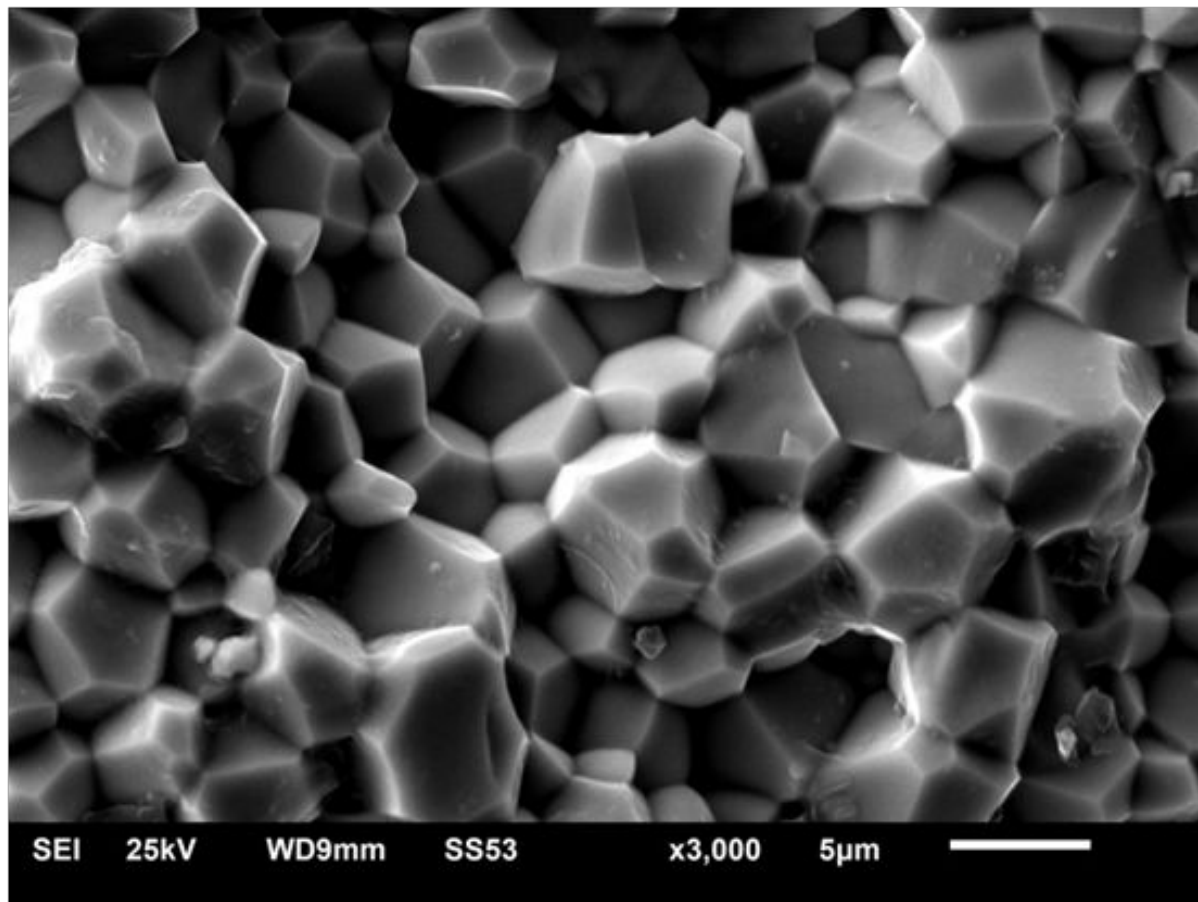
Описывается соотношениями La:Zr:Ti как x/y/z, где x, y, z – концентрации элементов La, Zr и Ti.

| 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 |

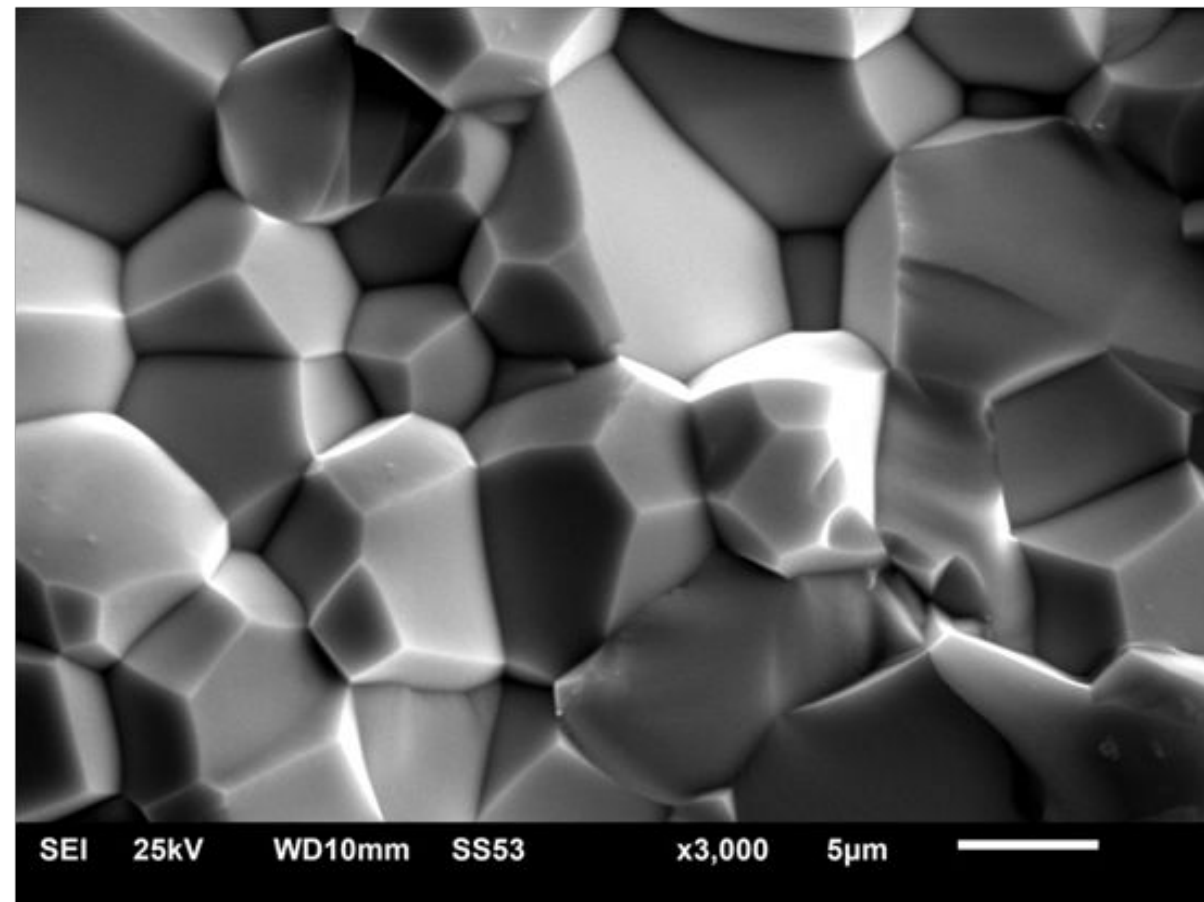
Экспериментальные установки

- сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6610LV и полупроводниковая энергодисперсионная приставка INCA (Oxford) для изучения структуры образцов;
- исследования петель гистерезиса на установке с использованием схемы Сойлера-Тауэра;
- пироотклик изучен динамическим методом исследования;
- исследования диэлектрических характеристик проводились с помощью измерителя иммитанса E7-20.

Результаты

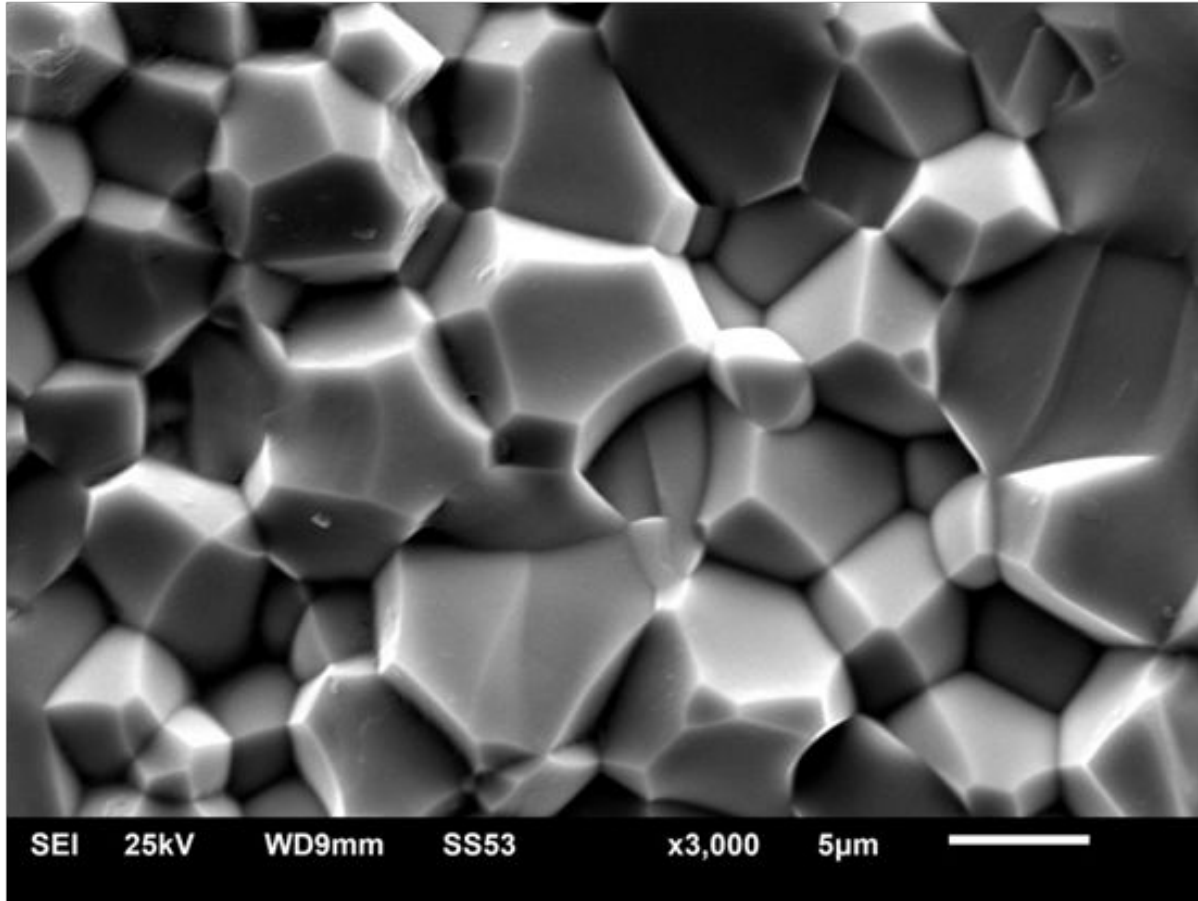


ЦТСЛ-7

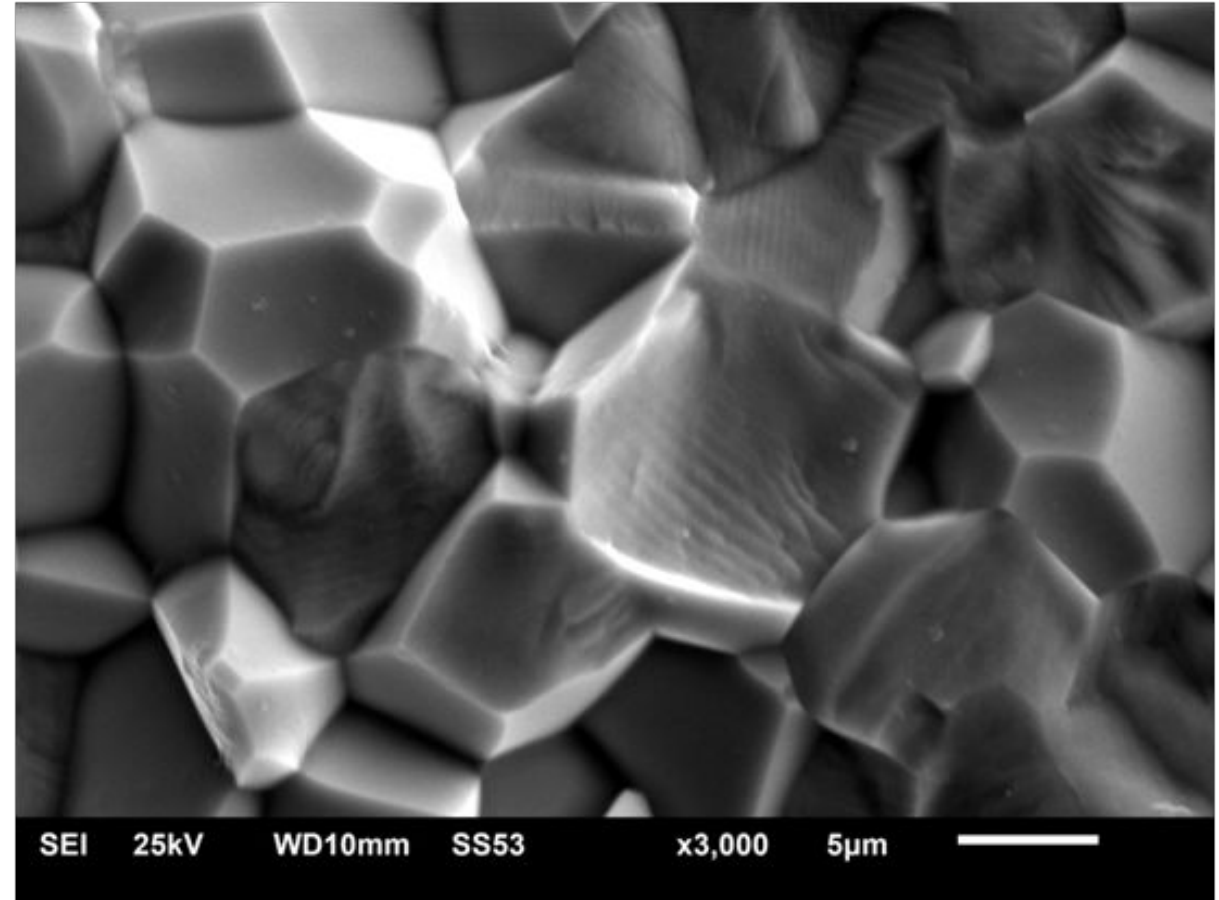


ЦТСЛ-8

Результаты



ЦТСЛ-9.75

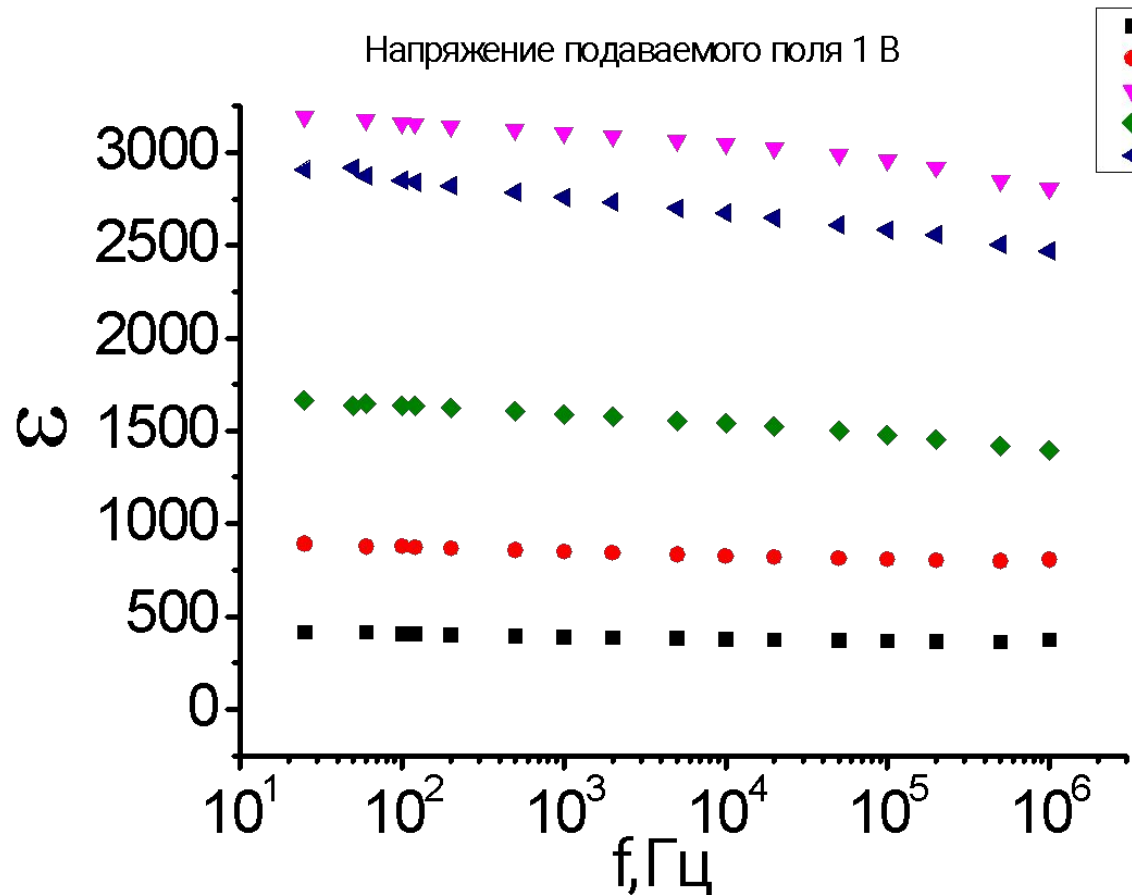


ЦТСЛ-12

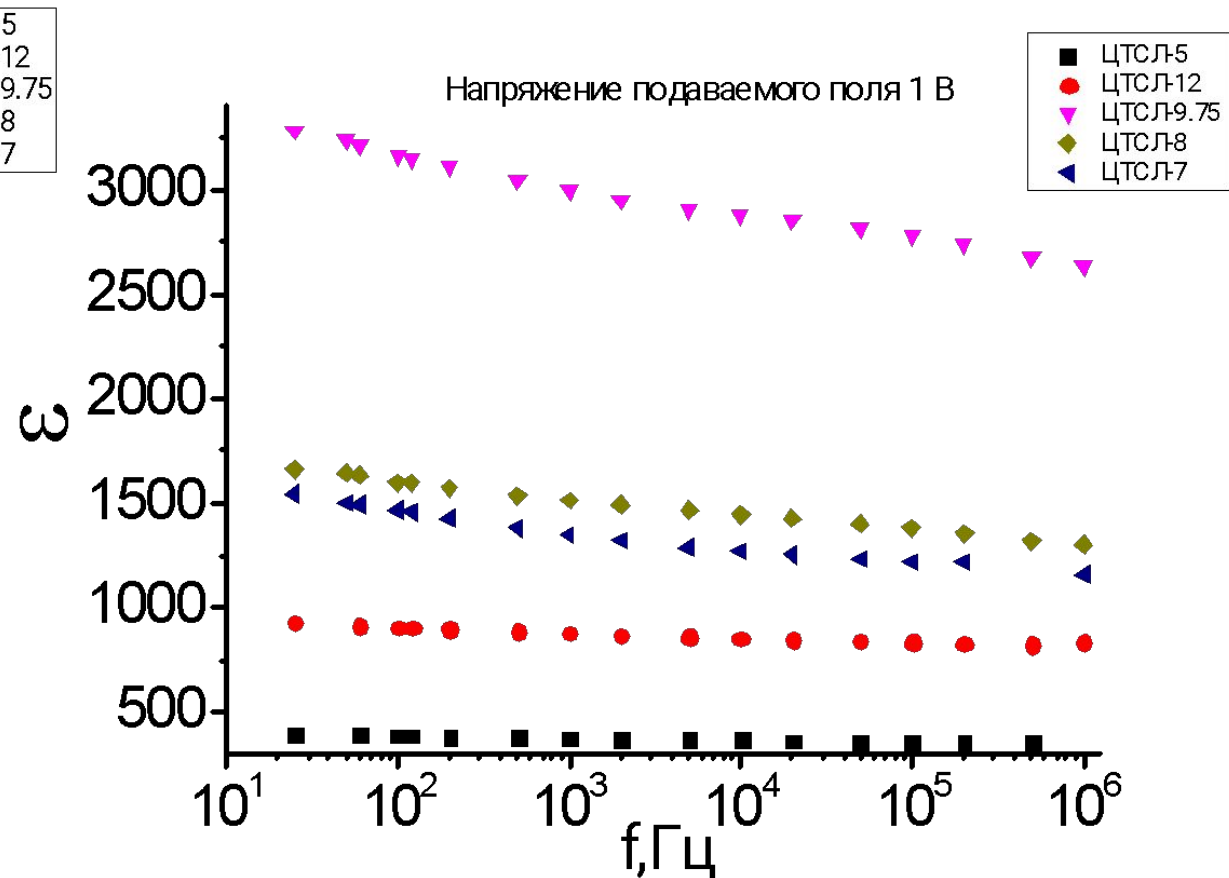
Результаты

| 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

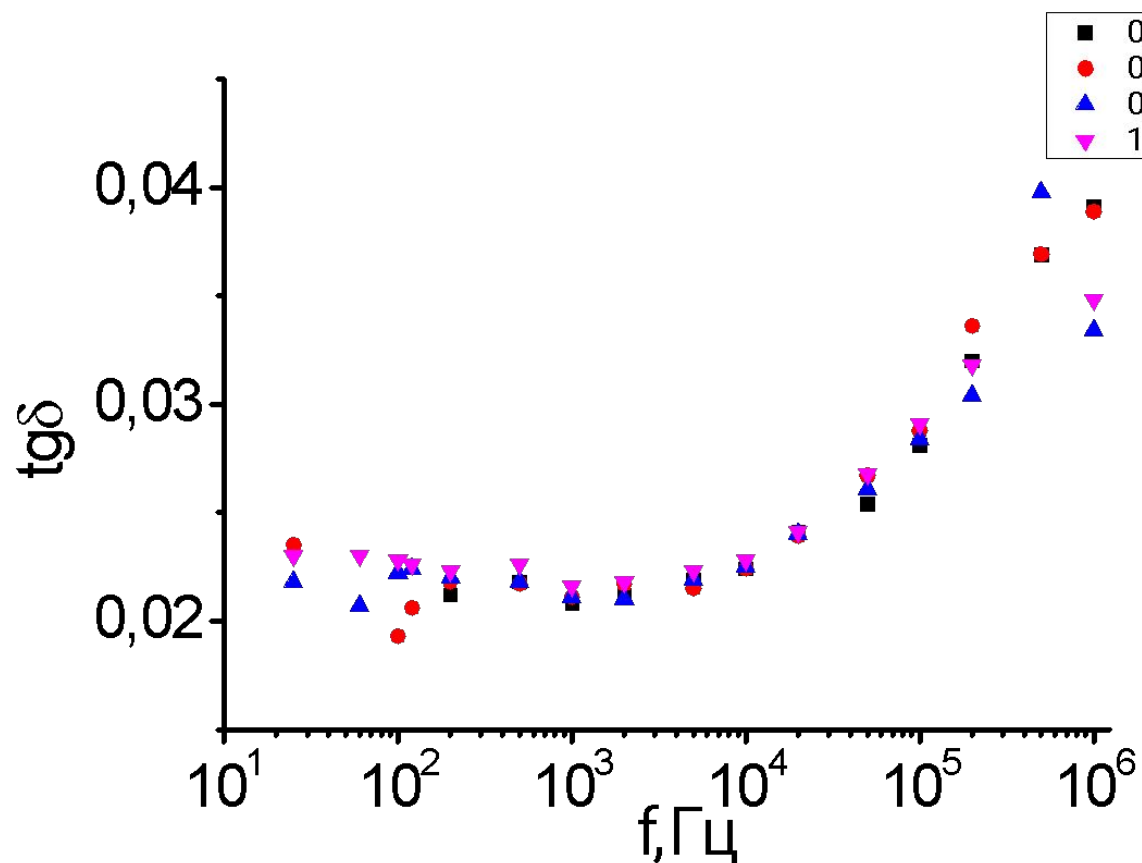


Частотная зависимость
диэлектрической проницаемости для
образцов ЦТСЛ до воздействия
переменным полем

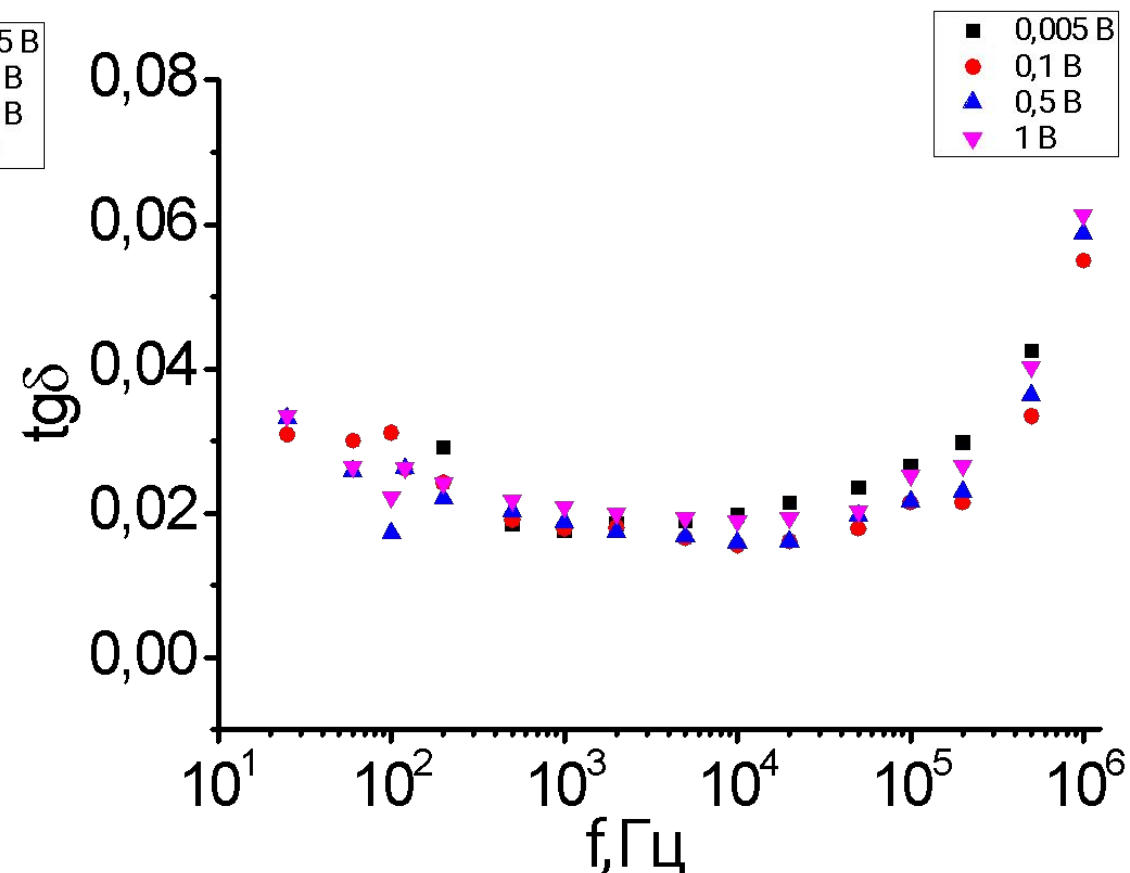


Частотная зависимость
диэлектрической проницаемости для
образцов ЦТСЛ после воздействия
переменным полем

Результаты

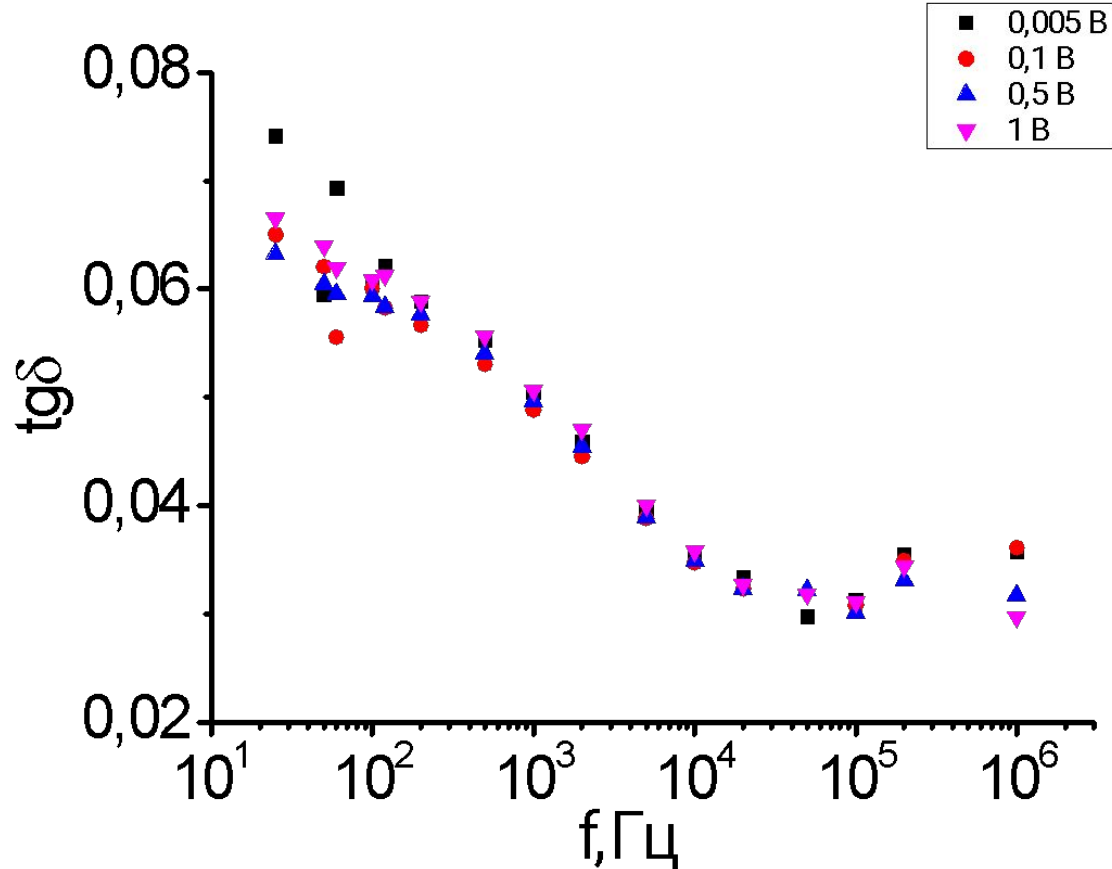


Дисперсионная зависимость $tg \delta$ при комнатной температуре для образца ЦТСЛ-7 при различных измерительных напряжениях до воздействия переменным полем.

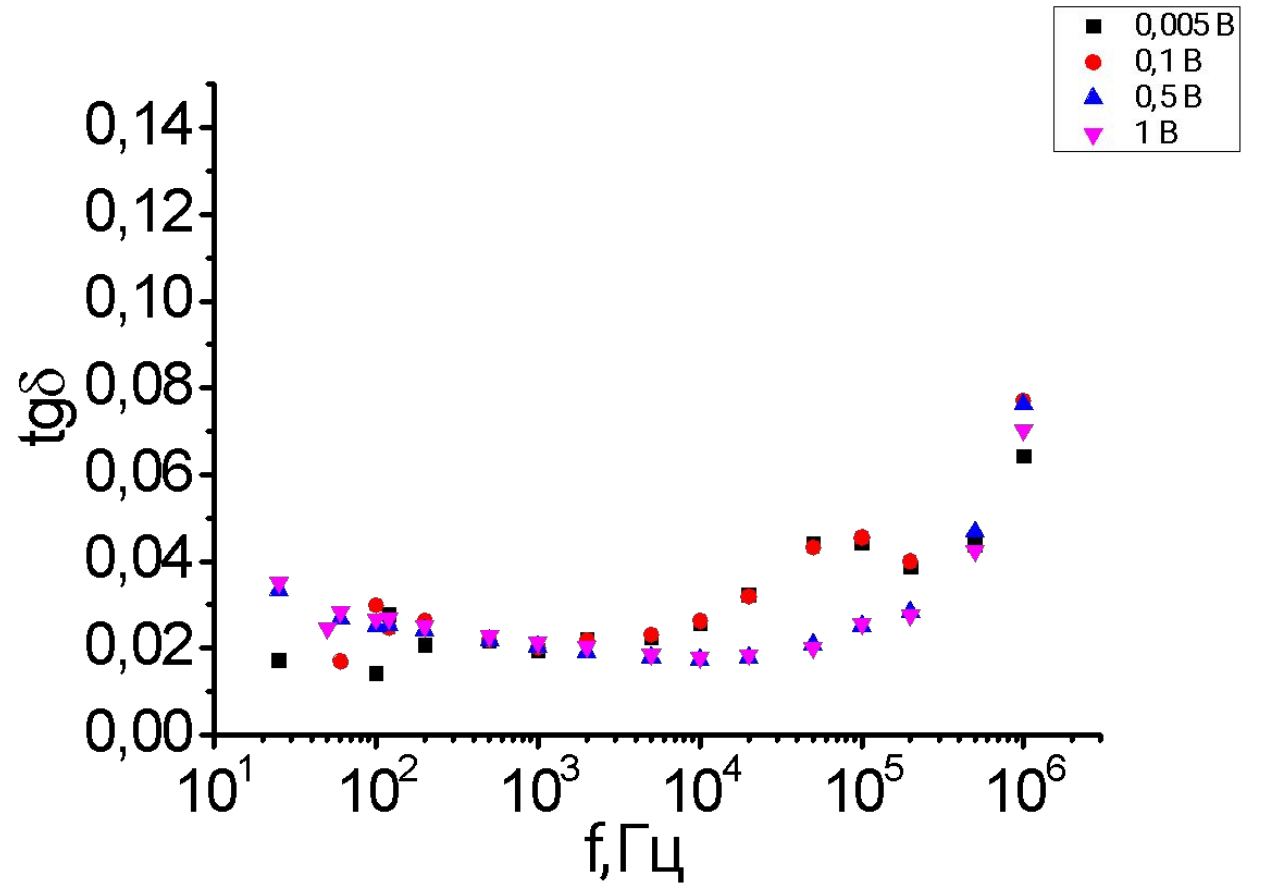


Дисперсионная зависимость $tg \delta$ при комнатной температуре для образца ЦТСЛ-12 при различных измерительных напряжениях до воздействия переменным полем.

Результаты

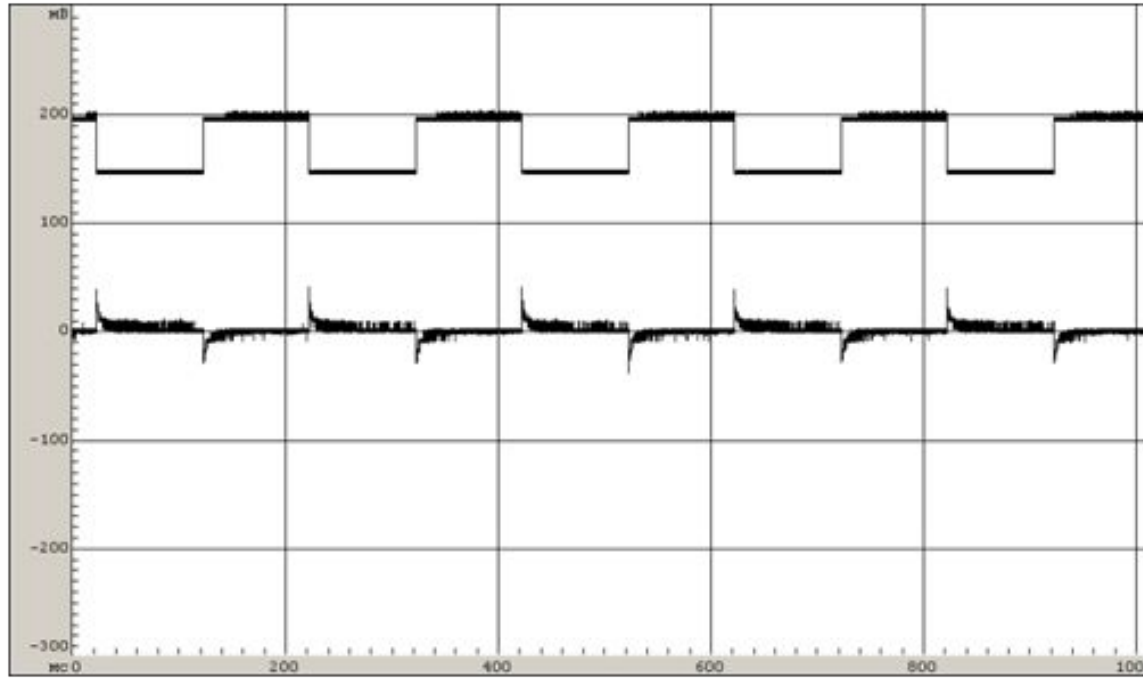


Дисперсионная зависимость $tg \delta$ при комнатной температуре для образца ЦТСЛ-7 при различных измерительных напряжениях после воздействия переменным полем.

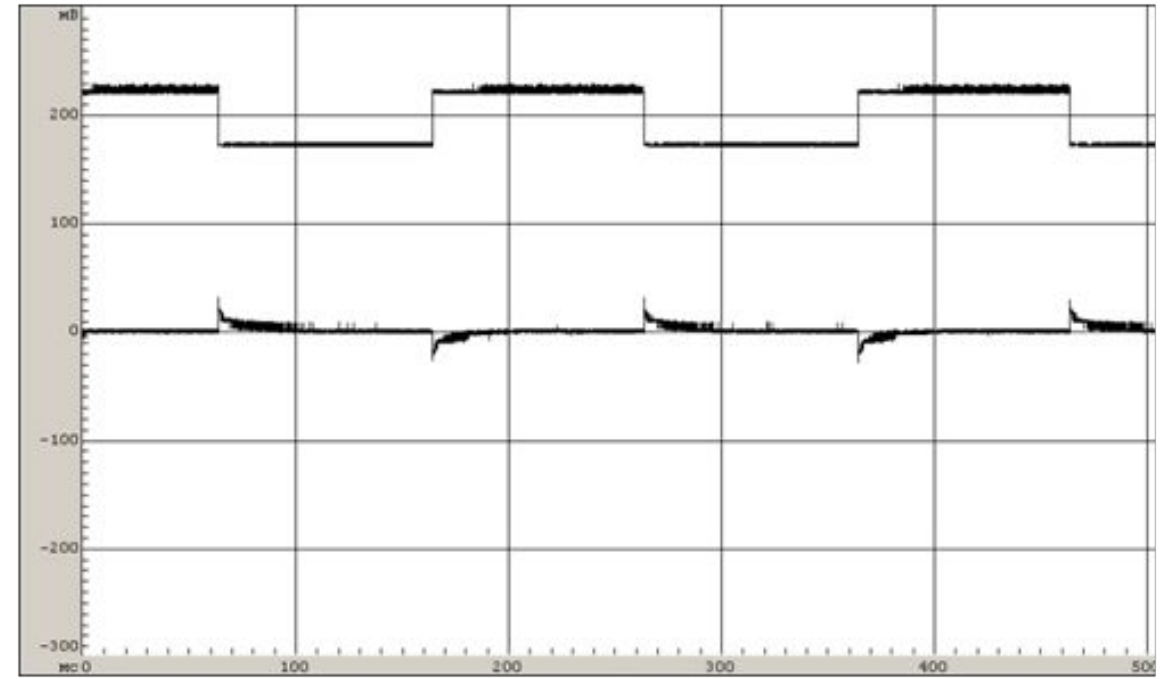


Дисперсионная зависимость $tg \delta$ при комнатной температуре для образца ЦТСЛ-12 при различных измерительных напряжениях после воздействия переменным полем.

Результаты

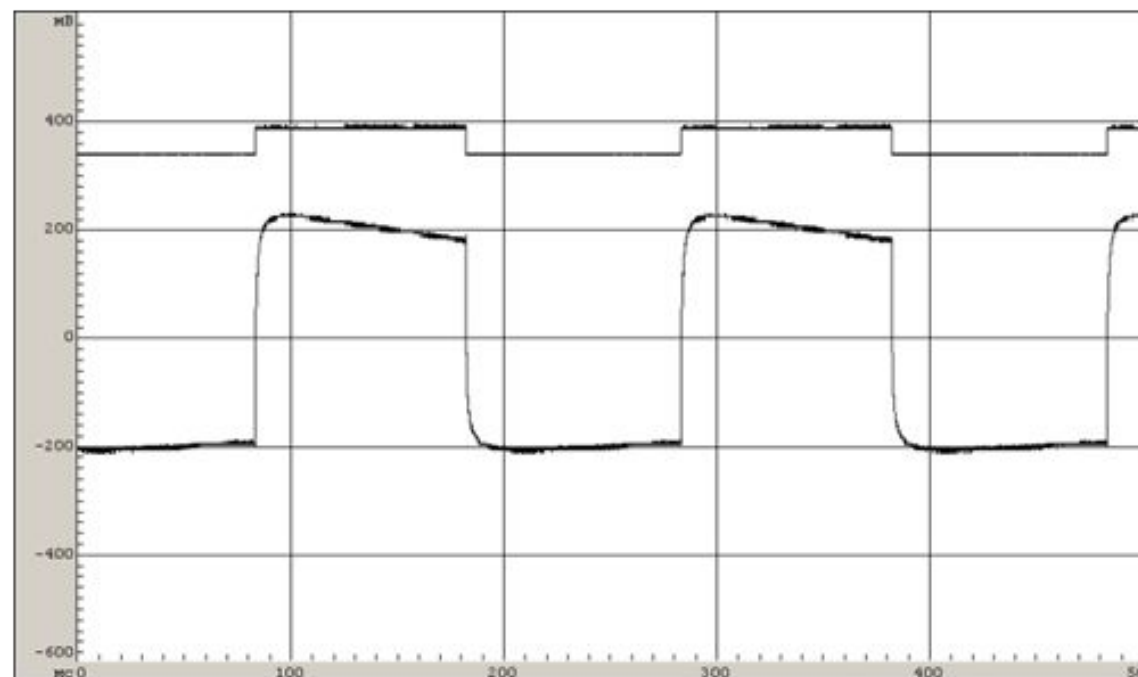
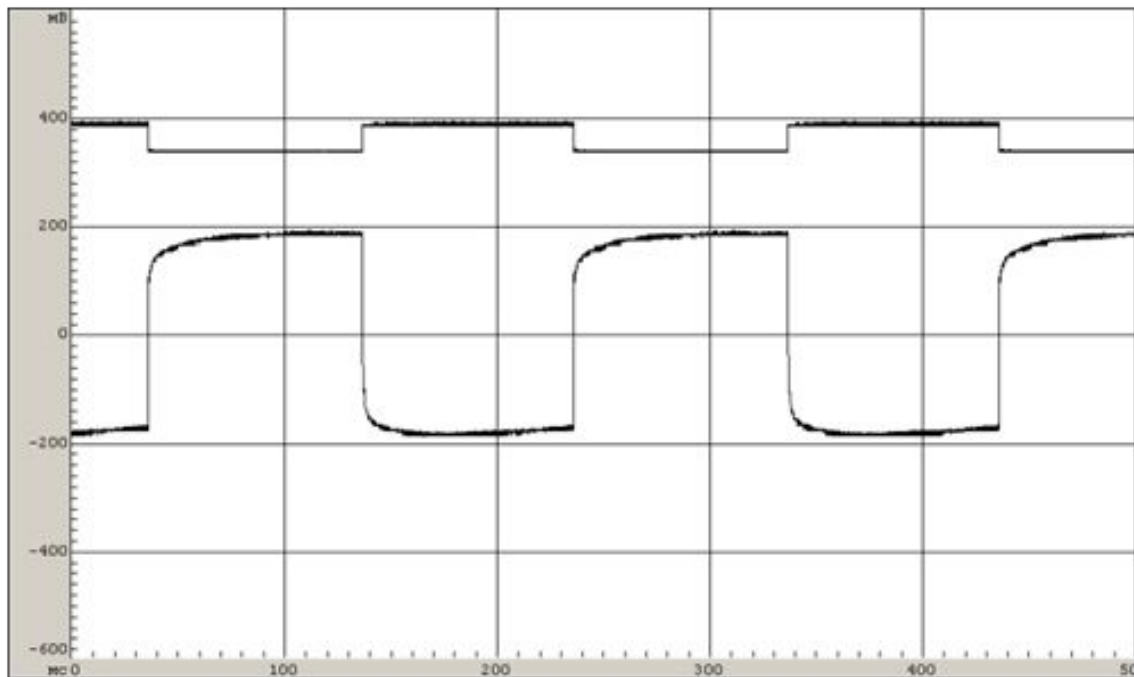


ЦТСЛ-8



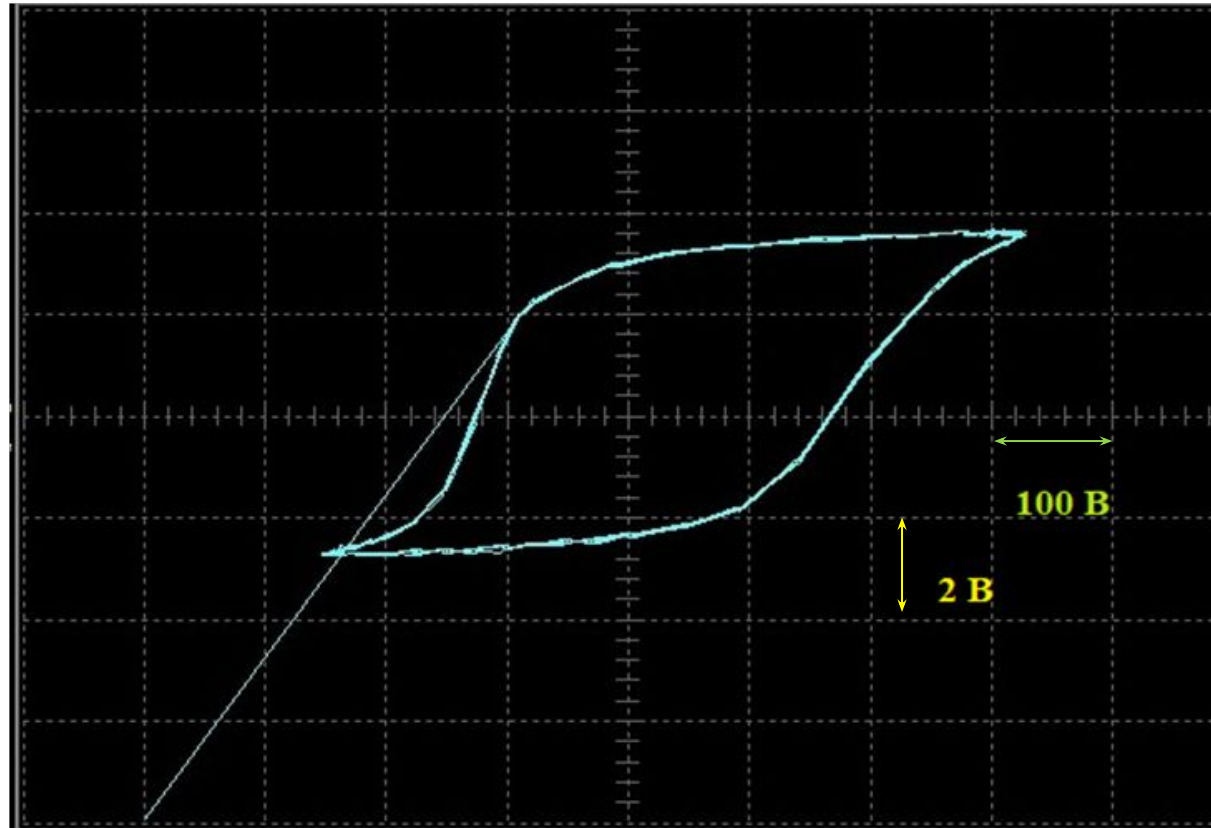
ЦТСЛ-12

Результаты



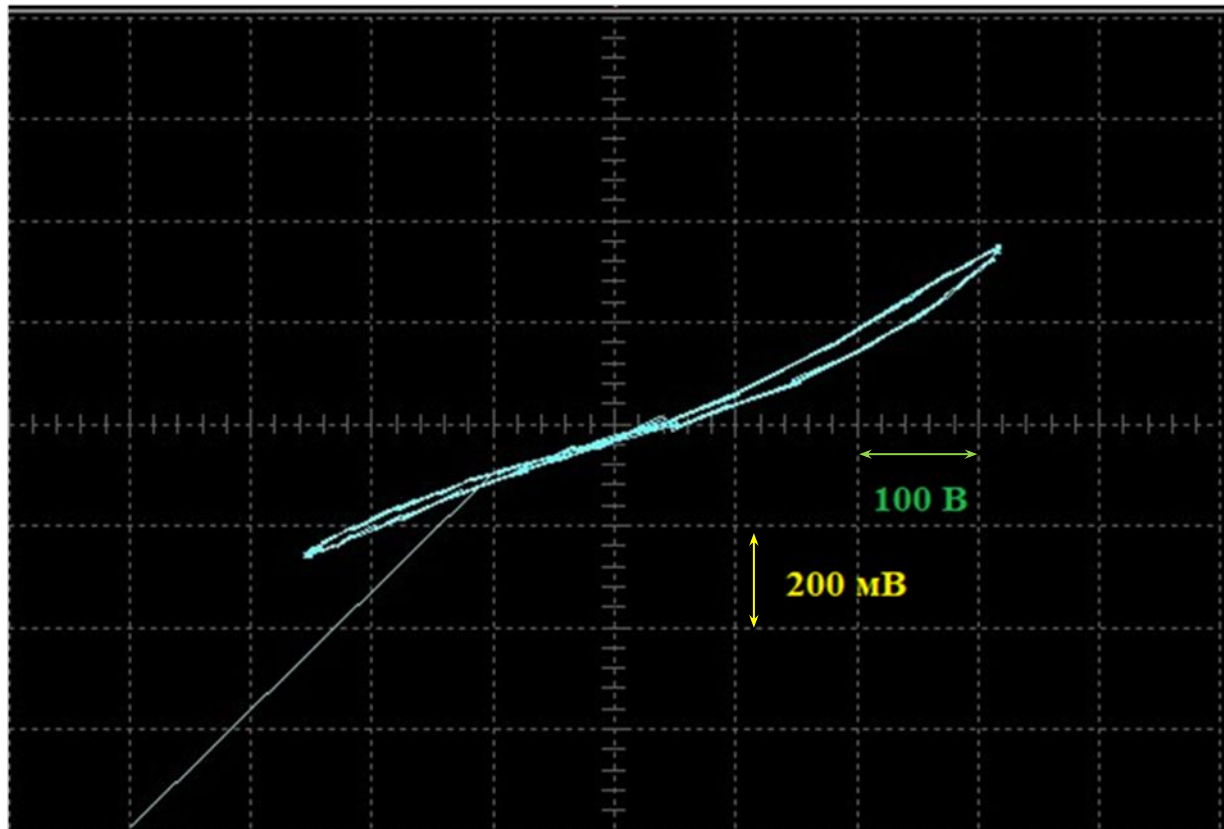
Пироотклик образца ЦТСЛ-7 с обеих сторон

Результаты

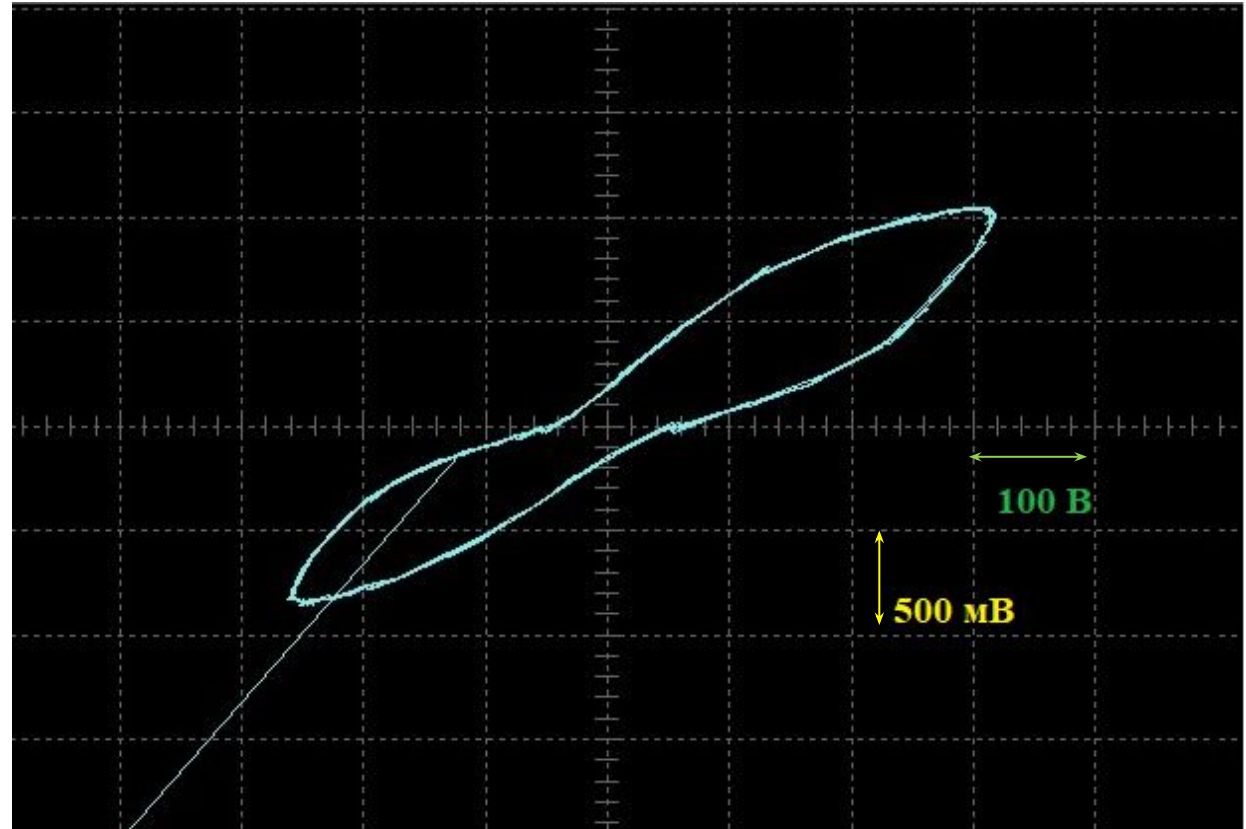


*Наблюдаемая петля
диэлектрического гистерезиса для
образца ЦТСЛ-7.*

Результаты

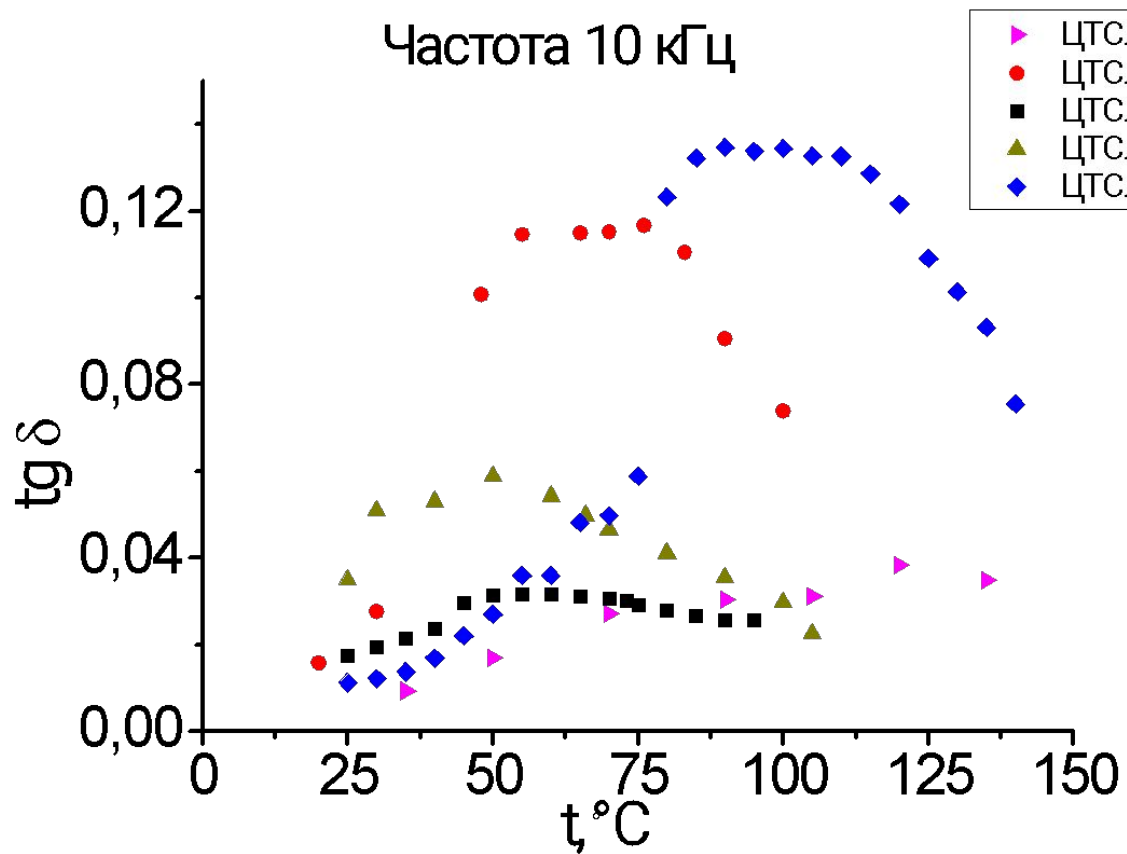


*Наблюдаемая петля
диэлектрического гистерезиса
для образца ЦТСЛ-9.75.*

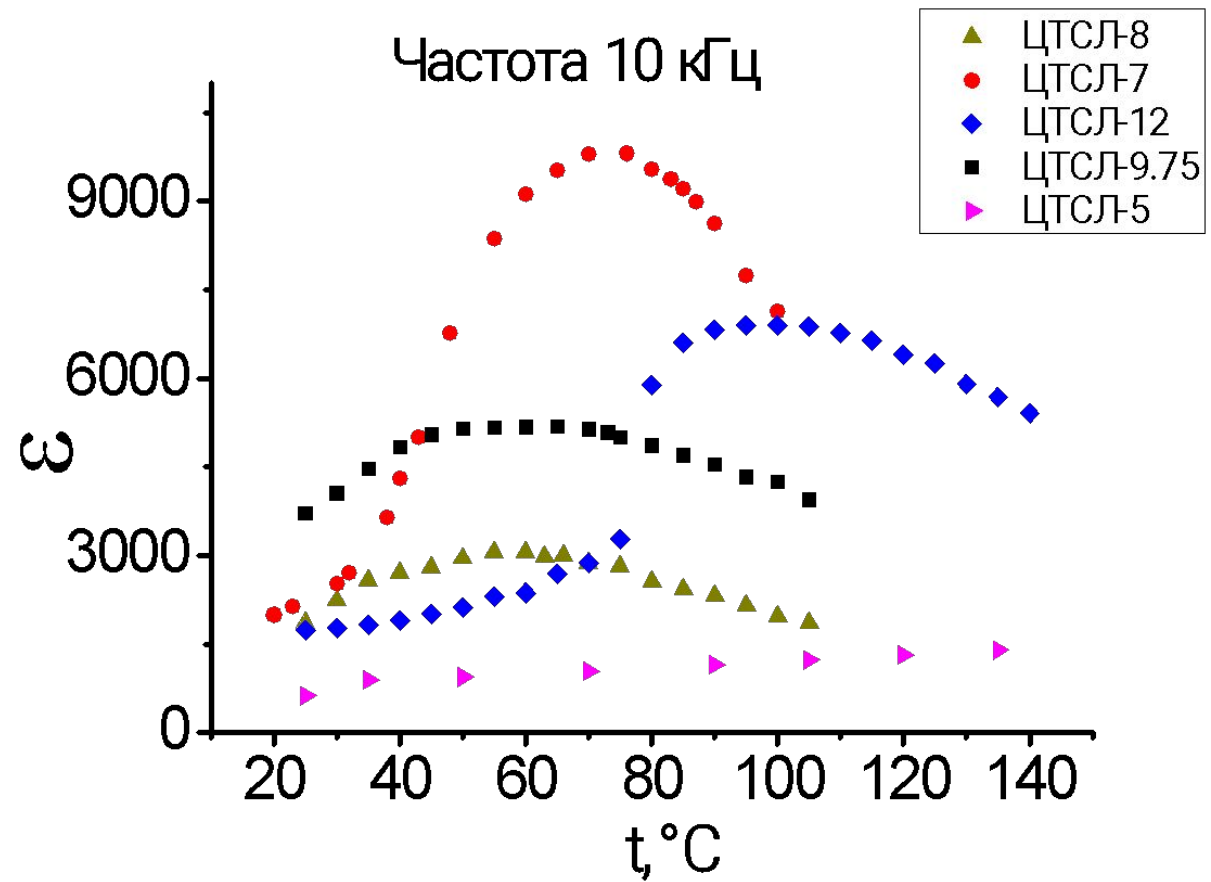


*Наблюдаемая петля
диэлектрического гистерезиса
для образца ЦТСЛ-12.*

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.

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.

Всероссийская научно-техническая конференция молодых учёных «Физика, химия и новые технологии» в рамках XXVI Каргинских чтений, Исследование структуры и диэлектрических свойств релаксора $(\text{Pb}_x\text{La}_{1-x})(\text{Zr}_y\text{Ti}_{1-y})\text{O}_3$, с. 135.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ