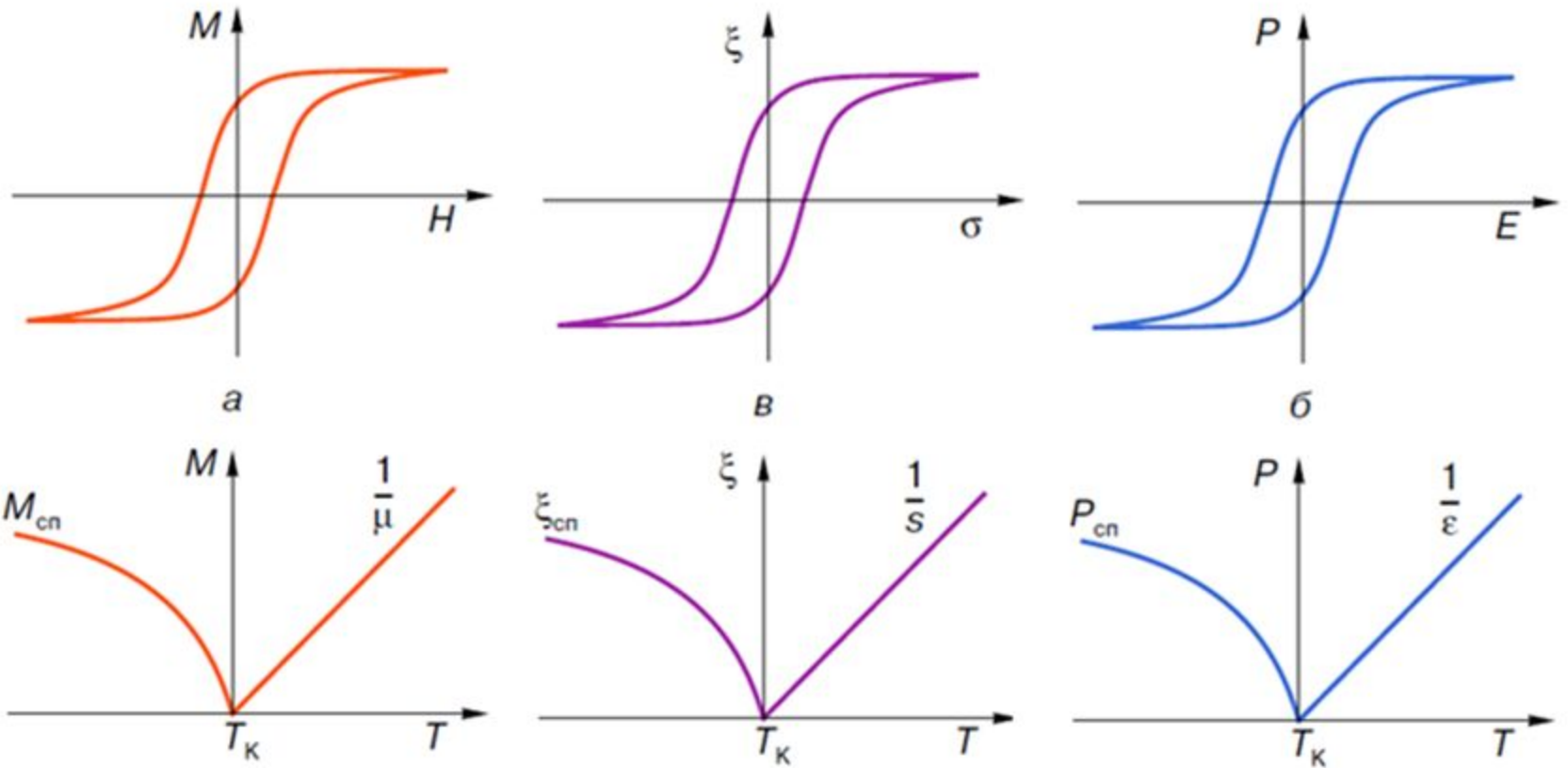


**Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет**

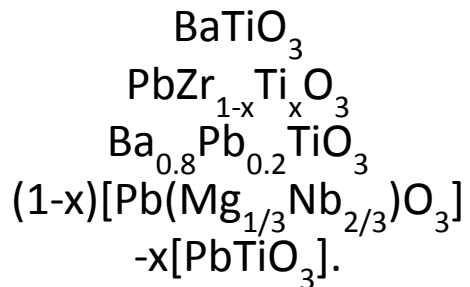
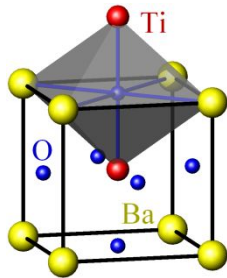
---

# **Технология формирования слоистых структур феррит-сегнетоэлектрик**

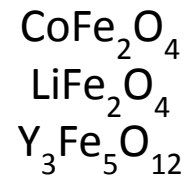
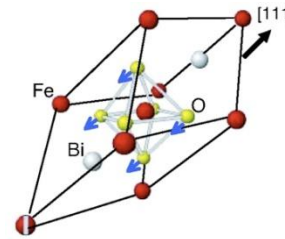
# Мультиферроики



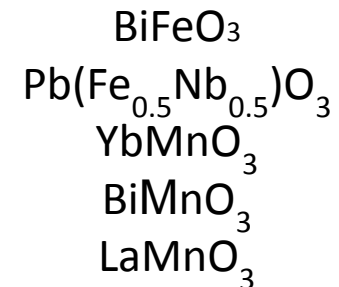
Материалы,  
обладающие  
пьезоэлектрическим  
или  
электрострикционным  
эффектом



Материалы,  
обладающие  
магнитоэлектрическим  
и  
магнитоэлектрическим  
эффектом



Однофазные  
мультиферроики,  
обладающие  
магнитоэлектрическим  
эффектом



# Способы формирования искусственных мультиферроидных сред

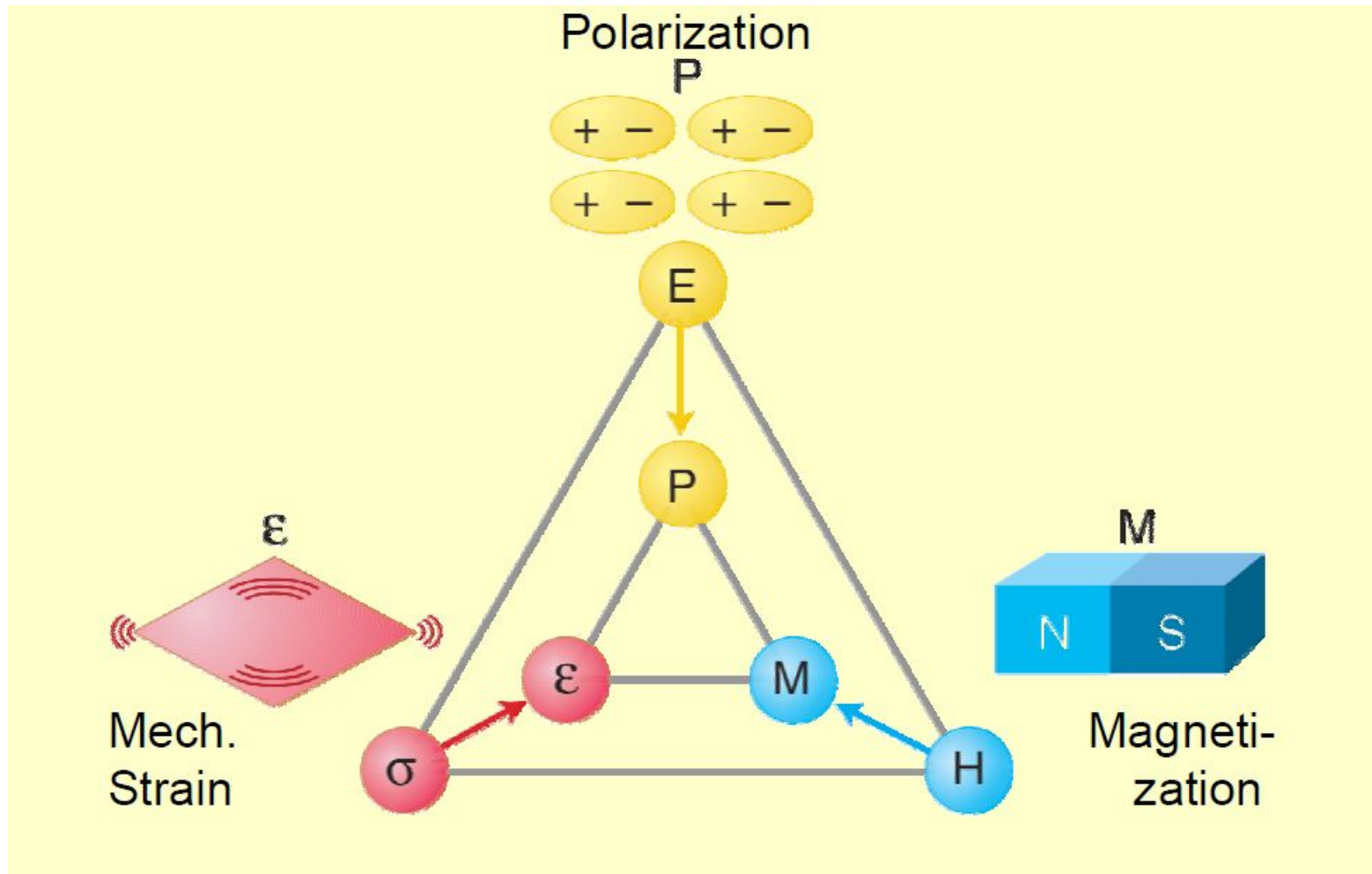


Толщины слоев:  
BSTO: 0.5 – 1.5 мкм  
YIG: 5 – 8 мкм  
Подложка: 300 – 500 мкм

Планарные конденсаторные структуры на основе материалов с мультиферроидными свойствами, полученные двумя способами:

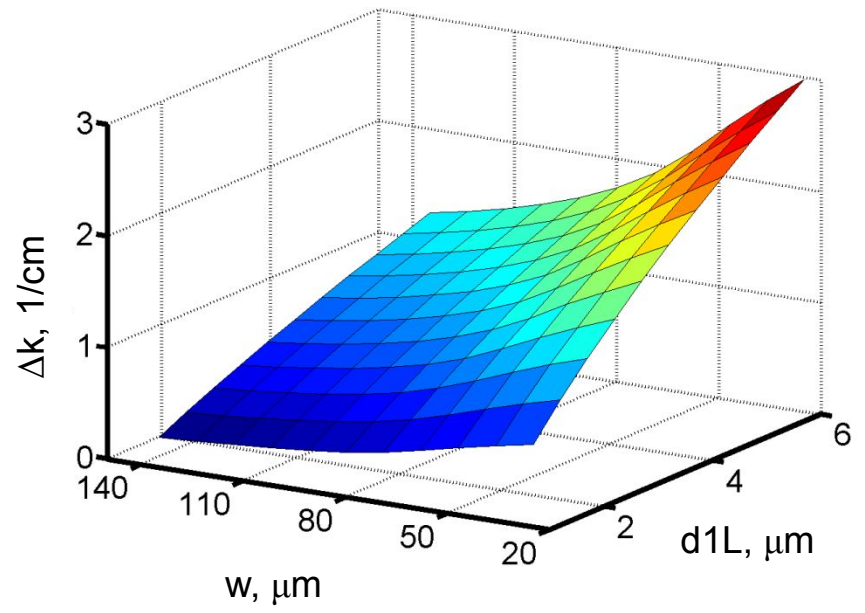
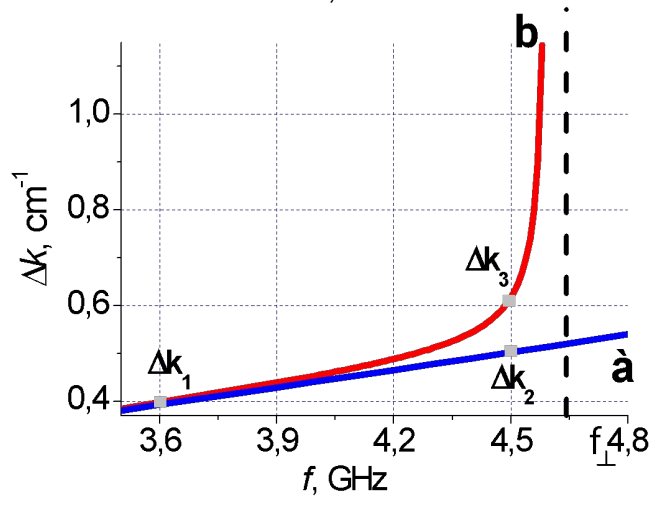
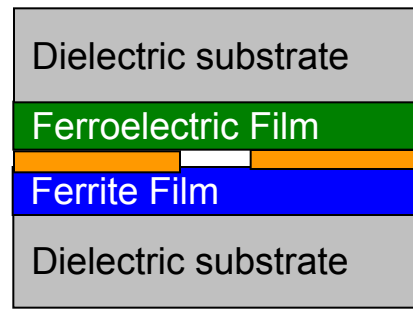
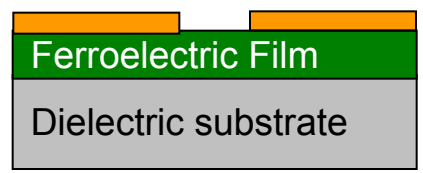
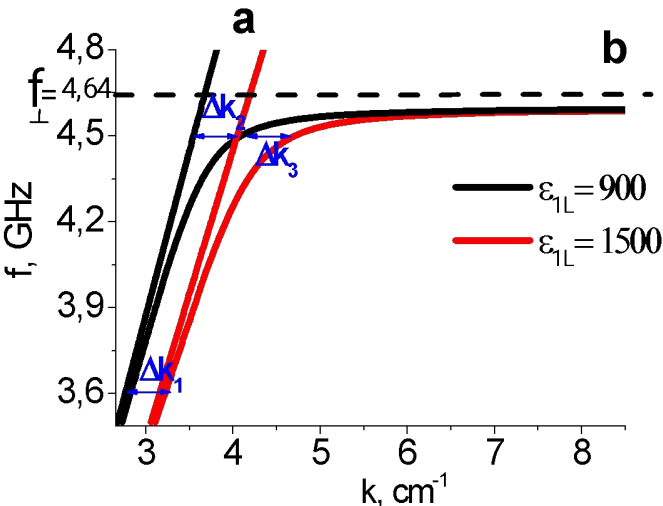
- а) многослойные структуры, содержащие пленки сегнетоэлектриков и ферромагнетиков
- б) введение в сегнетоэлектрик магнитных элементов в концентрациях, достаточных для возникновения магнитных свойств в композитном материале.

# Магнитоэлектрическое взаимодействие в мультиферроиках

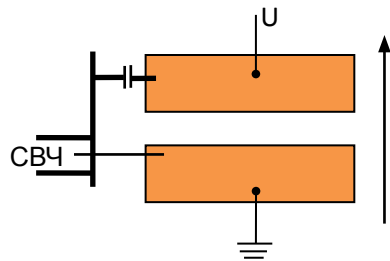
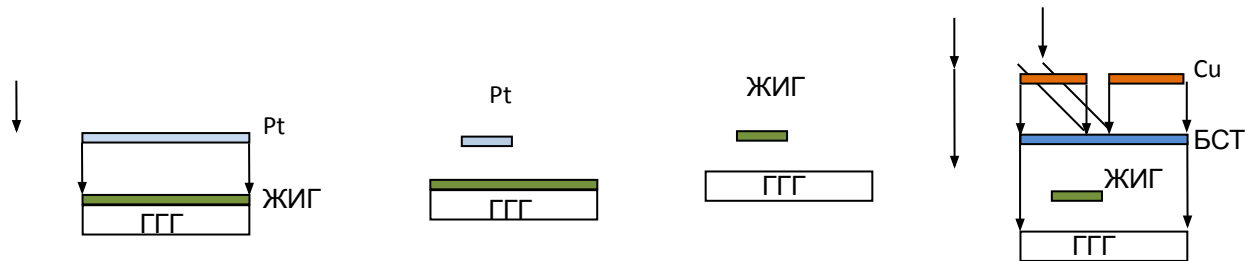


# Электродинамическое взаимодействие Электрическая и магнитная перестройка дисперсионных кривых

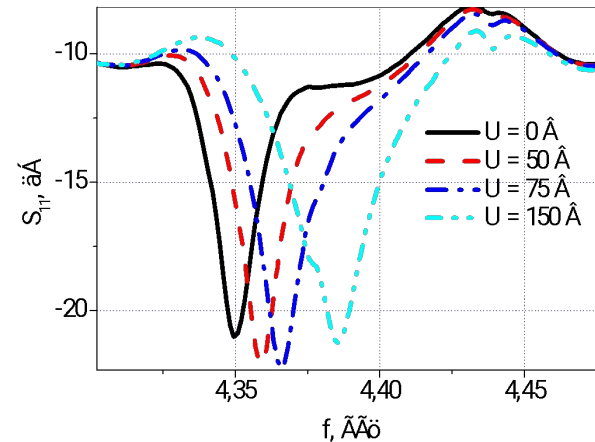
b



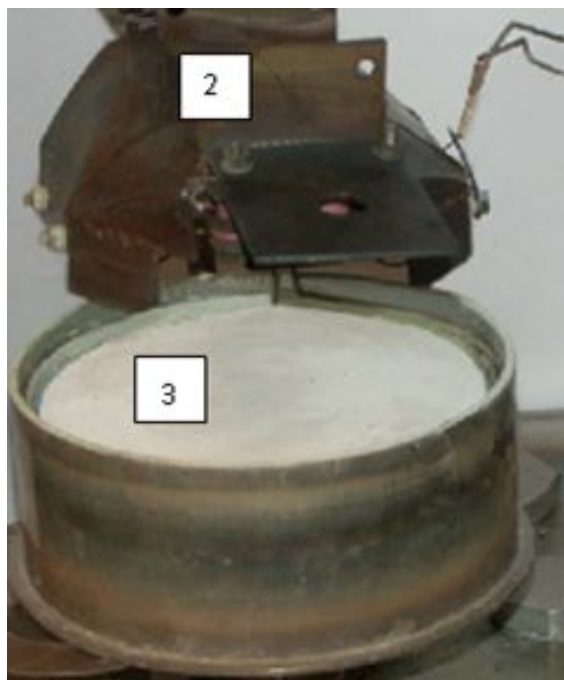
# Резонатор на основе структуры феррит-сегнетоэлектрик щелевая линия



а

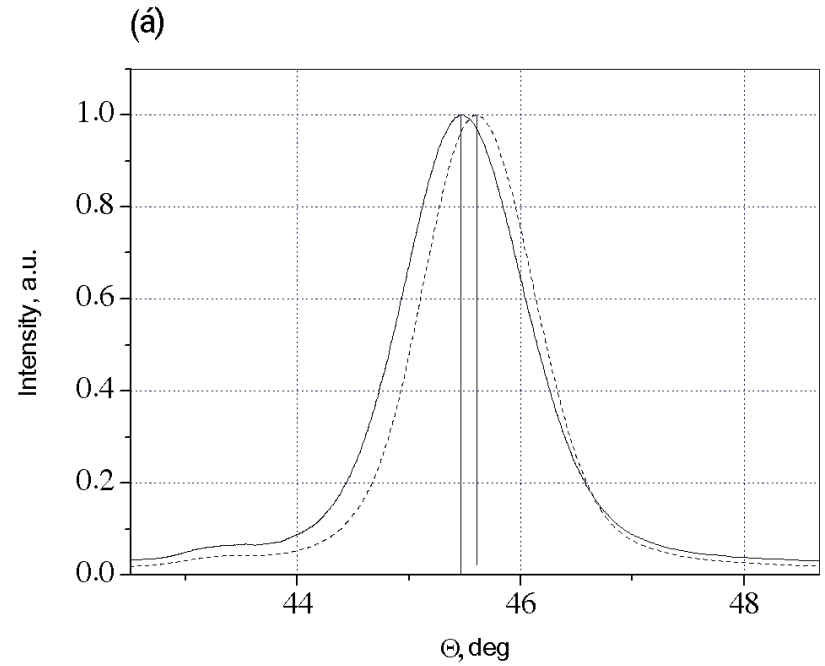
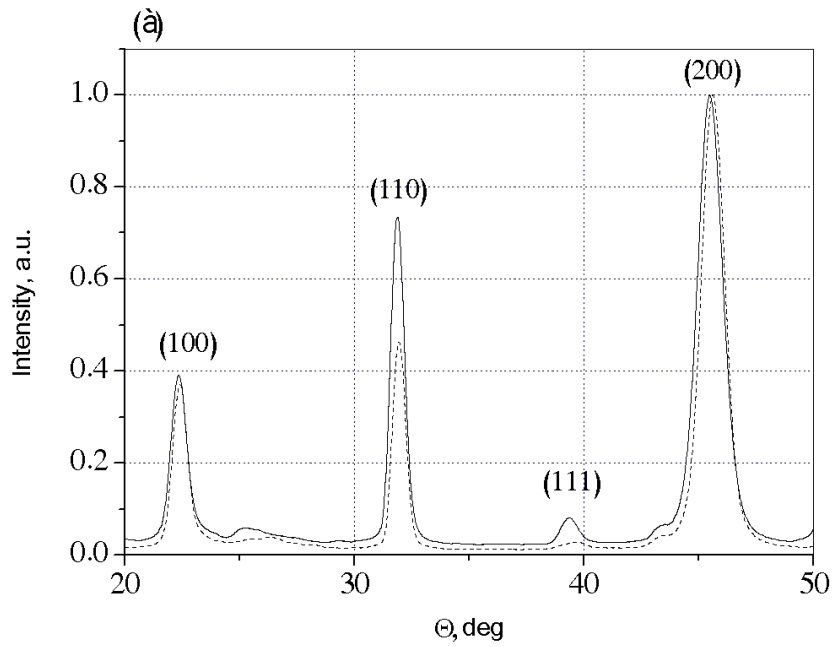


б



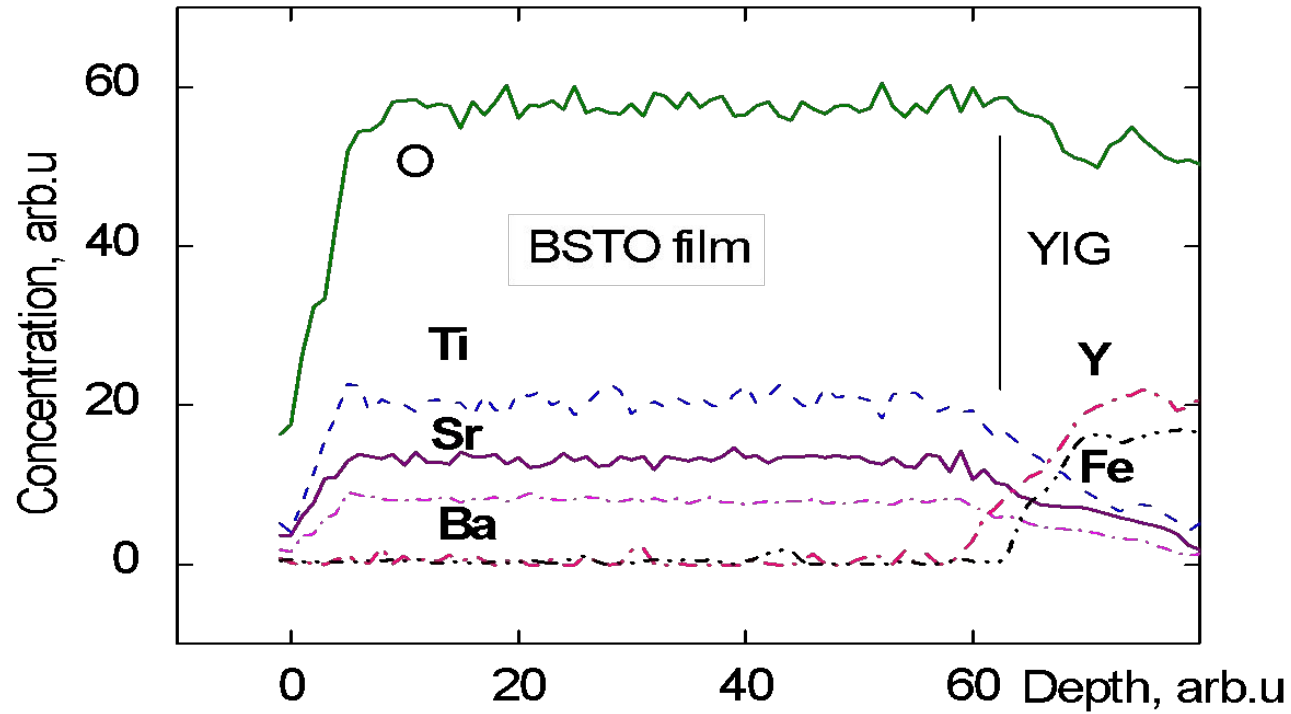
- 1 – вакуумный колпак установки УВРЗ-29;  
2 – держатель и нагреватель подложек;  
3 – порошковая мишень ( $\varnothing$  120 мм)





Диффрактограмма BSTO ( $x=0.5$ ) пленки выращенной на ферритовой подложке.

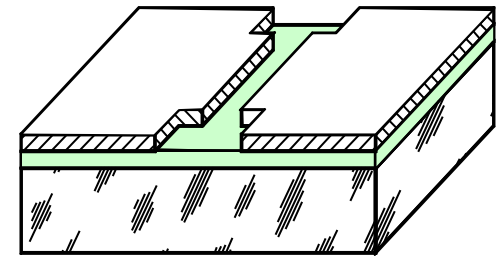
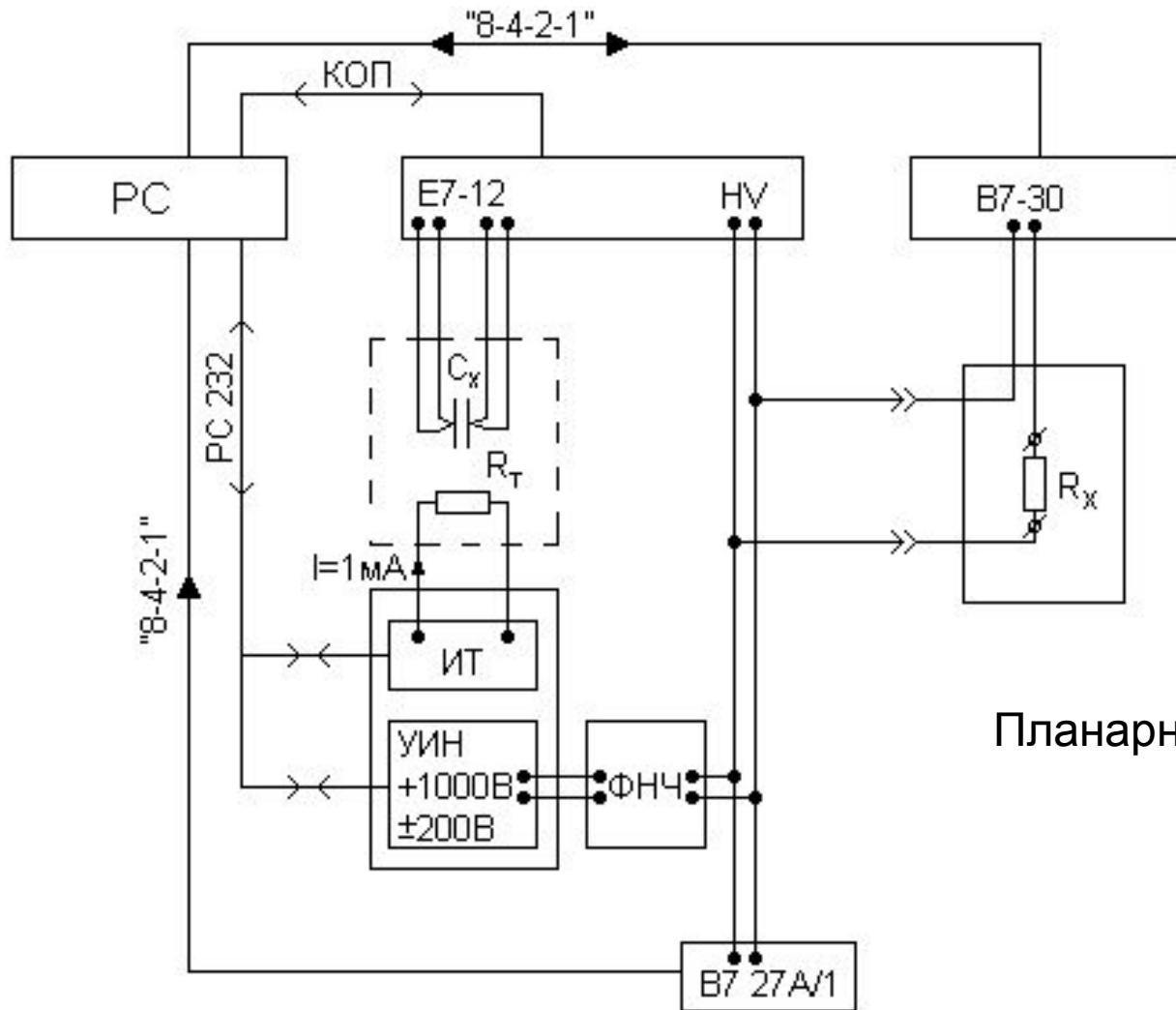
# XPS спектр слоистой структуры BSTO/YIG/GGG



# Характеристики исследованных образцов

Номер обр.	225	223	575	85
Подложка	LAO	$\alpha$	YIG	поликор
Толщина пленки, $\mu\text{м}$	0.950	0.75	0.4	0,9
Постоянная решетки $d$ , А	3.982	3.954	3.962	3.981
$\epsilon(300\text{К}, 0\text{ V})$	2200	1545	1910	1575
$\text{tg}\delta(300\text{К}, 0\text{ V})$	0.005	0.011	0.017	0,018
Коэффициент управляемости $K$ (300К, 200V)	1.4	2.1	1.43	1.6

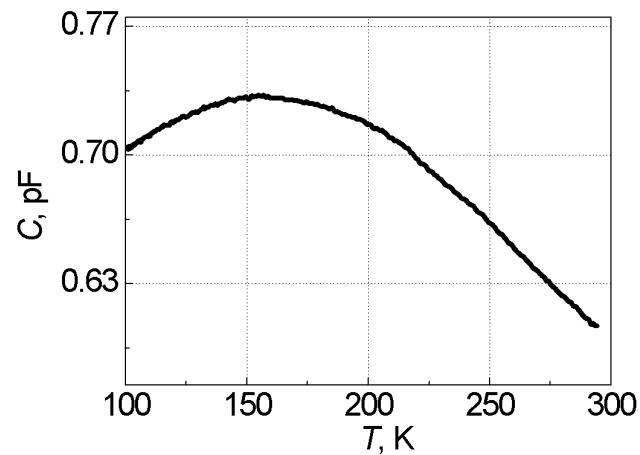
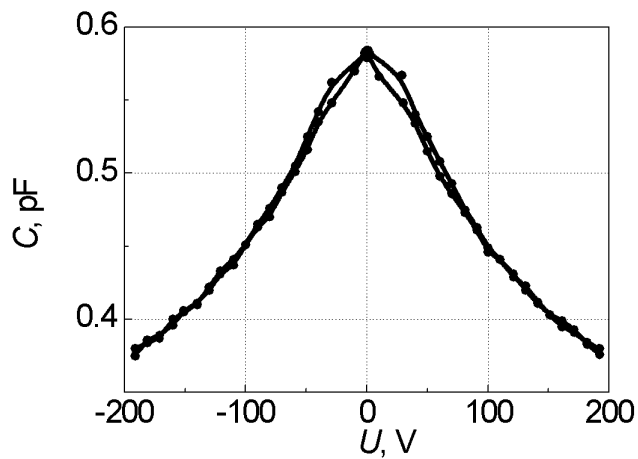
# Установка для измерения диэлектрических характеристик и электропроводности



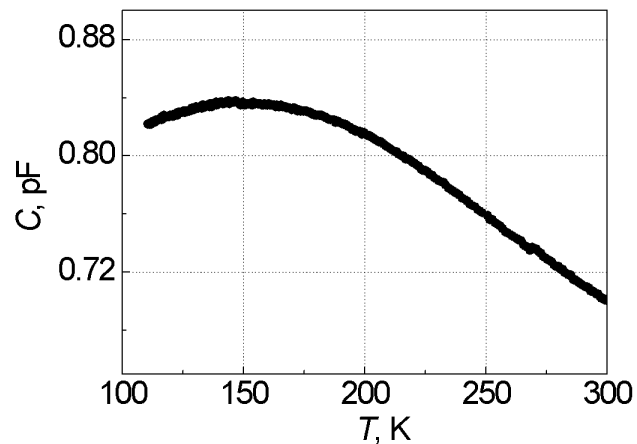
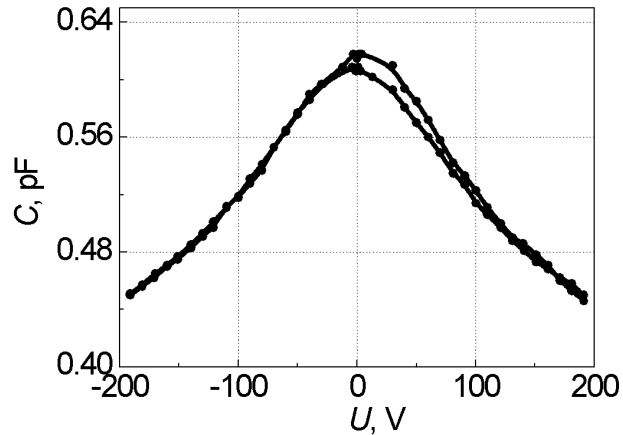
Планарный сегнетоконденсатор

# Результаты измерений диэлектрических характеристик исследуемых пленок

Номер обр.	353S	353F
подложка	сапфир (0.53мм)	ГГГ (0.6мм)/ЖИГ (7 мкм)
Толщина пленки, мкм	0.59	0.82
$C_0$ , пФ	0.41	0.56
K	1.32	1.20
$\epsilon$	600	620
$tg(\delta)$	0.002	0.0014

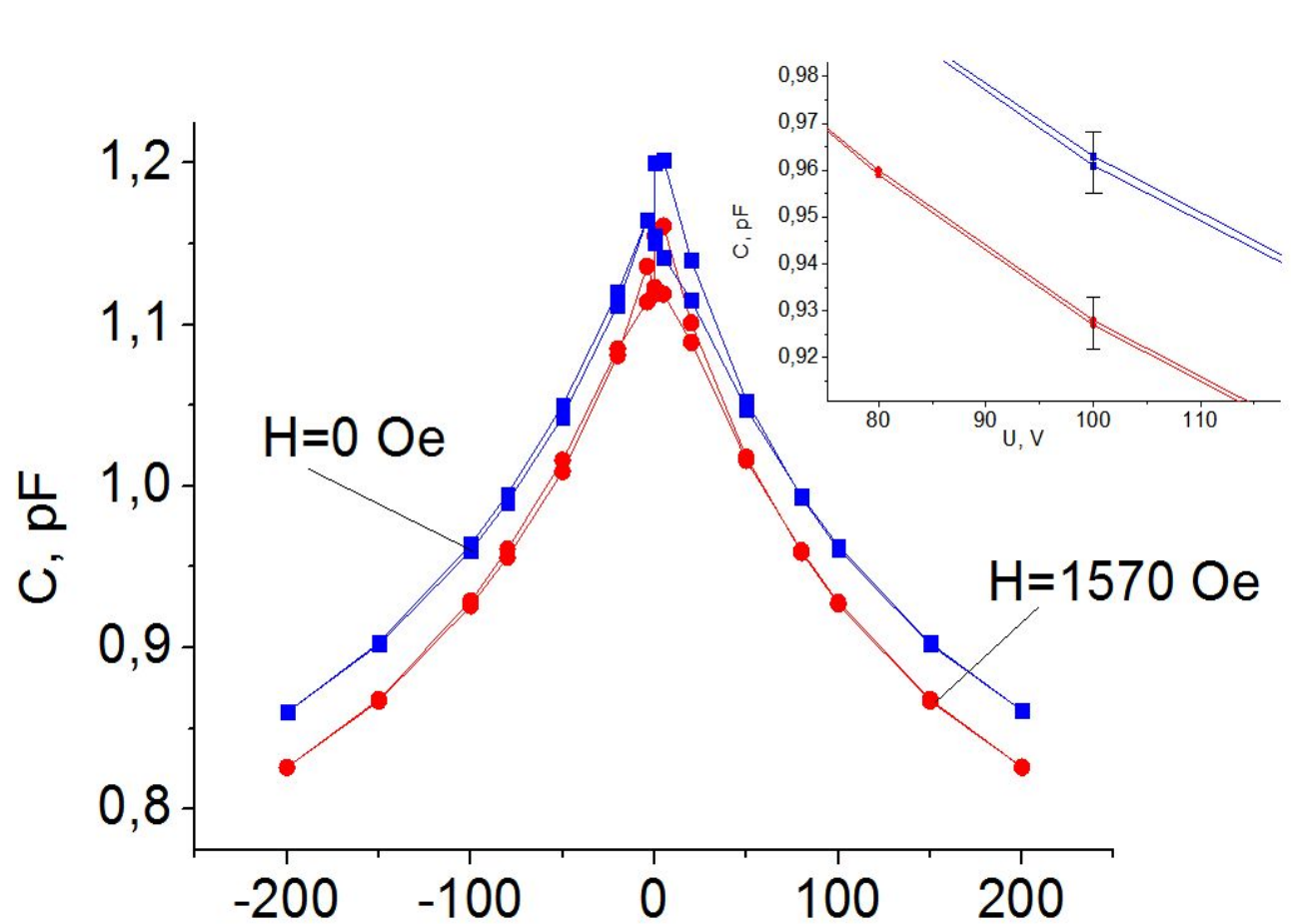


Вольт-фарадные характеристики и температурные зависимости емкости конденсатора на основе пленки 353S

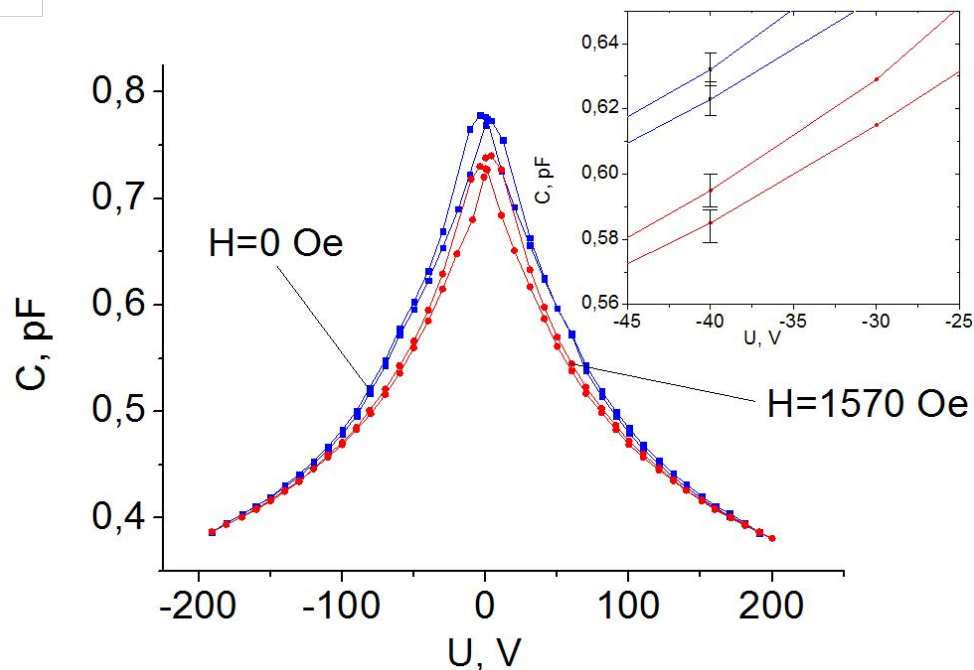
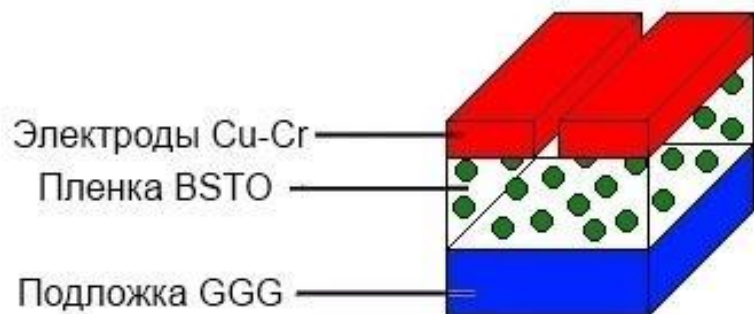


Вольт-фарадные характеристики и температурные зависимости емкости конденсатора на основе пленки 353F

# ВФХ конденсаторов в магнитном поле



# ВФХ структуры металл/BST(Mn)/GGG в магнитном поле



Пленка  $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{TiO}_3$  с содержанием Mn 15 вес.%