



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondu
və Rusiya Fundamental Tədqiqatlar Fondunun
1-ci Azərbaycan-Rusiya birgə beynəlxalq qrant
müsabiqəsinin (EIF-BGM-4-RFTF-1/2017) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

YEKUN ELMİ-TEKNİKİ HESABAT

Layihənin adı: $La_{1-c}Sr_cMn_{1-x-y}Fe_x(Mg,Zn)_yO_3$ ($0 < c < 0,35$; $x+y=0,1$) aşqarlanmış maqnit sisteminin köçürmə və maqnit xassələri

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: Alcanov Məzahir Əmircan oğlu

Qrantın məbləği: 90 400 manat

Layihənin nömrəsi: EIF-BGM-4-RFTF-1/2017-21/03/1-M-03

Müqavilənin imzalanma tarixi: 16 sentyabr 2020-ci il

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: 18 ay

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): 01 noyabr 2020-ci il – 01 may 2022-ci il

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

1. $La_{1-c}Sr_cMn_{1-y}Zn_yO_3$ aşqarlanmış maqnitlərinin maqnit rezonans spektrlərinin aproksimasiyası.

2. $La_{1-c}Sr_cMn_{1-x-y}Fe_xMg_yO_3$ aşqarlanmış maqnitinin 80K-300K temperatur intervalında keçiriciliyinin (müqavimətin) temperatur asılılığının ölçülməsi və aproksimasiyası.

3. $La_{1-c}Sr_cMn_{1-x-y}Fe_xMg_yO_3$ ($0 < c < 0.35$) aşqarlanmış maqnitlərinin 80-400K temperatur intervalında maqnit qavrayıcılığının (maqnitlənməsinin) temperatur asılılığının ölçülməsi.

4. $La_{1-c}Sr_cMn_{1-x-y}Fe_xMg_yO_3$ aşqarlanmış maqnitlərinin 80-300K temperatur intervalında maqnit rezonans (ESR X-band) spektrlərinin ölçülməsi. $La_{0,91}Sr_{0,09}Mn_{0,9}Zn_{0,1}O_3$ birləşməsinin 80-400K temperatur intervalında maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığının ölçülməsi.

5. $La_{1-c}Sr_cMn_{1-x-y}Fe_xMg_yO_3$ ($0 < c < 0.35$) aşqarlanmış maqnitlərinin maqnit rezonans spektrlərinin aproksimasiyası.

6. $La_{1-c}Sr_cMn_{1-x-y}Fe_xMg_yO_3$ aşqarlanmış maqnitlərinin 80-300K temperatur intervalında elektrik keçiriciliyinin (müqavimətin) temperatur asılılığının ölçülməsi və approksimasiyası. $La_{0.81}Sr_{0.19}Mn_{0.9}Fe_{0.1}O_3$ birləşməsinin 80-400K temperatur intervalında maqnit qavrayıcılığının (maqnitlənməsinin) temperatur asılılığının ölçülməsi.

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)
87%

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

Aşqarlanmış maqnitlərin tədqiqinə həsr olunmuş çox saylı məqalələrə baxmayaraq, qeyri- maqnit sink, maqnezium və maqnit dəmir ionları ilə aşqarlanmış lantan maqnitlər tədqiq olunmamışdır. Bu birləşmələrin köçürmə və maqnit xassələrinin öyrənilməsinə dair ədəbiyyatda çox az sayda məqalə nəşr olunmuşdur. İlk dəfə olaraq bu layihə çərçivəsində $La_{1-c}Sr_cMn_{1-y}Zn_yO_3$ ($c+y=0.15-$ $La_{0.875}Sr_{0.125}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$, $La_{0.9}Sr_{0.1}Mn_{0.95}Zn_{0.05}O_3$, $La_{0.95}Sr_{0.05}Mn_{0.9}Zn_{0.1}O_3$ $La_{0.975}Sr_{0.025}Mn_{0.875}Zn_{0.125}O_3$; $c+y=0.17-$ $La_{0.855}Sr_{0.145}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$, $La_{0.880}Sr_{0.120}Mn_{0.950}Zn_{0.050}O_3$, $La_{0.93}Sr_{0.07}Mn_{0.9}Zn_{0.1}O_3$) və $La_{1-c}Sr_cMn_{1-x-y}Fe_xMg_yO_3$ ($La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.1}O_3$, $La_{0.81}Sr_{0.19}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.70}Sr_{0.30}Mn_{0.90}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.1}O_3$) birləşmələrinin maqnit və elektrik xassələri belə geniş konsentrasiya intervalında öyrənilmişdir. 80-300K temperaturlarında aparılmış maqnit, elektrik və EPR tədqiqatları bu strukturlarda faza keçidlərinin və başqa effektlərin olmasını aydınlaşdırmağa imkan vermişdir.

Maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığının ölçülərinin və EPR tədqiqatlarının nəticələri göstərmişdir ki, $La_{1-c}Sr_cMn_{1-x-y}Fe_xMg_yO_3$ ($La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.81}Sr_{0.19}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$) birləşmələri Küri temperaturu T_C -dan aşağı temperaturda ferromaqnit faza keçidinə məruz qalır. $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{1-x-y}Fe_xMg_yO_3$ ($La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$) birləşmələri üçün, dəmirin konsentrasiyası artdıqca Küri temperaturu T_C (Küri nöqtəsi) azalır (cədv.1). Böyük ehtimalla, keçid temperaturunun azalması dəmir ilə aşqarlanma zamanı ferromaqnit ikiqat qarşılıqlı təsirin dağılması ilə bağlıdır.

Cədvəl 1.

$La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.81}Sr_{0.19}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.1}O_3$ birləşmələrinin T_C - Küri temperaturu, $\Theta(K)$ – paramaqnit Küri temperaturu; μ_{eff} effektiv maqnit momentinin qiymətləri ($\mu_B/f.u.$ - $\mu_B/f.v., f.v.$ formula vahidi).

Birləşmə	$T_C(K)$	$\Theta(K)$	$\mu_{эфф.} (\mu_B/f.u.)$
$La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$	167	214	5.08
$La_{0.81}Sr_{0.19}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$	179	240	5.2
$La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$	244	330	5.02
$La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$	216	270	5.08
$La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$	138	196	5.04
$La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.1}O_3$	-	200	5.18

Maqnit ölçmələri göstərir ki, $\text{La}_{1-c}\text{Sr}_c\text{Mn}_{1-y}\text{Zn}_y\text{O}_3$ ($c+y = 0,15$; $y = 0,025$, $0,05$ - $\text{La}_{0,875}\text{Sr}_{0,125}\text{Mn}_{0,975}\text{Zn}_{0,025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,9}\text{Sr}_{0,1}\text{Mn}_{0,95}\text{Zn}_{0,05}\text{O}_3$) və $\text{La}_{1-c}\text{Sr}_c\text{Mn}_{1-y}\text{Zn}_y\text{O}_3$ ($c+y = 0,15$; $y = 0,025$, $0,05$ - $\text{La}_{0,855}\text{Sr}_{0,145}\text{Mn}_{0,975}\text{Zn}_{0,025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,880}\text{Sr}_{0,120}\text{Mn}_{0,950}\text{Zn}_{0,050}\text{O}_3$) tərkibləri uyğun olaraq $T_C=185\text{K}$, 156K , 160K və 125K -dən aşağı temperaturlarda həmçinin ferromaqnit faza keçidinə məruz qalırlar. EPR parametrlərinin maqnit faza keçidindən yuxarıda temperatur asılılığını sərh etmək üçün fərz olunur ki, paramaqnit fazada ferromaqnit-korrelyasiyalı oblastlar formalaşır. Maqnit rezonansı spektrində bu oblastlar özlərini superparamaqnit hissəciklər kimi aparırlar.

$\text{La}_{1-c}\text{Sr}_c\text{Mn}_{1-y}\text{Zn}_y\text{O}_3$ ($\text{La}_{0,875}\text{Sr}_{0,125}\text{Mn}_{0,975}\text{Zn}_{0,025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,90}\text{Sr}_{0,10}\text{Mn}_{0,95}\text{Zn}_{0,05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,95}\text{Sr}_{0,05}\text{Mn}_{0,90}\text{Zn}_{0,10}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,975}\text{Sr}_{0,025}\text{Mn}_{0,875}\text{Zn}_{0,125}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,855}\text{Sr}_{0,145}\text{Mn}_{0,975}\text{Zn}_{0,025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,88}\text{Sr}_{0,12}\text{Mn}_{0,95}\text{Zn}_{0,05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,93}\text{Sr}_{0,07}\text{Mn}_{0,90}\text{Zn}_{0,10}\text{O}_3$) polikristal birləşmələrinin $80 - 300 \text{ K}$ temperatur intervalında maqnit sahəsiz (sıfır maqnit sahəsində) və $9,2 \text{ kE}$ intensivlikli maqnit sahəsində elektrik müqaviməti tədqiq edilmişdir. Tədqiq olunan temperatur intervalında ($80-300\text{K}$) birləşmələrin hamısının keçiriciliyi yarımkeçirici xarakterlidir. Romboedrik strukturlu tərkiblər üçün müqavimət artdıqca maqnit sahəsinin müqavimətə təsiri azalır. Fərz edilir ki, müqavimətin artması ilə yükdaşıyıcıların yürüklüyü azalır və bu maqnit sahəsinin yükdaşıyıcılara təsirini zəiflədir.

$\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{Mn}_{0,9}\text{Mg}_{0,1}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{Mn}_{0,9}\text{Fe}_{0,025}\text{Mg}_{0,075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,70}\text{Sr}_{0,30}\text{Mn}_{0,90}\text{Fe}_{0,05}\text{Mg}_{0,05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{Mn}_{0,9}\text{Fe}_{0,075}\text{Mg}_{0,025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{Mn}_{0,9}\text{Fe}_{0,1}\text{O}_3$ birləşmələrinin polikristal nümunələrinin elektrik müqaviməti $100 - 300 \text{ K}$ temperatur intervalında tədqiq edilmişdir. Ölçmələr göstərir ki, birləşmələrdə "metal – yarımkeçirici" keçidi müşahidə olunur. Tərkiblə maqneziumun miqdarı $x = 0,05$ -ə qədər artdıqca "metal – yarımkeçirici" keçid temperaturu da artır, $x = 0,075$ – də isə azalır. Maksimal miqdarda maqneziuma malik tərkib ən yüksək elektrik müqavimətinə malikdir.

Aparığımız tədqiqatların nəticələri aşqarlanmış maqnitlərinin xassələri haqqında artıq məlum olan elmi informasiyanı (məlumatı) daha da genişləndirməyə imkan verir. Qeyd edək ki, belə tip materiallar maqnit sahə sensorlardan başlamış informasiyanın maqnit yazılma qurğularına qədər müxtəlif qurğuların yaradılmasında istifadə oluna bilər.

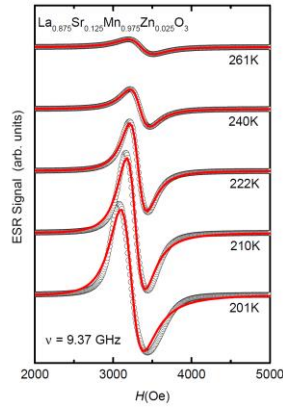
Hesabat dövründə alınmış nəticələr geniş şəkildə aşağıda təqdim olunur.

1.

$\text{La}_{0,875}\text{Sr}_{0,125}\text{Mn}_{0,975}\text{Zn}_{0,025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,9}\text{Sr}_{0,1}\text{Mn}_{0,95}\text{Zn}_{0,05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,95}\text{Sr}_{0,05}\text{Mn}_{0,9}\text{Zn}_{0,1}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,975}\text{Sr}_{0,025}\text{Mn}_{0,875}\text{Zn}_{0,125}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,855}\text{Sr}_{0,145}\text{Mn}_{0,975}\text{Zn}_{0,025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,880}\text{Sr}_{0,120}\text{Mn}_{0,950}\text{Zn}_{0,050}\text{O}_3$, $\text{La}_{0,93}\text{Sr}_{0,07}\text{Mn}_{0,9}\text{Zn}_{0,1}\text{O}_3$, birləşmələrinin $80-300\text{K}$ temperatur intervalında X-diapazonda ($9,37 \text{ Hhs}$) ESR (EPR) ölçüləri aparılmışdır. Nümunələrin hazırlanması ilə bərkfazlı sintez üsulu ilə keramika yetişdirmə sahəsində böyük təcrübəyə malik olan qrup (Həştərxan Dövlət Universiteti, Funksional Maqnit Materiallar Mərkəzinin direktoru V.K.Karpasyukun rəhbərliyi altında işləyən qrup) məşğul olmuşdur. Birləşmələrinin maqnit rezonans xətlərinin formasının approksimasiyası üçün (1) ifadəsindən istifadə olunmuşdur [1]:

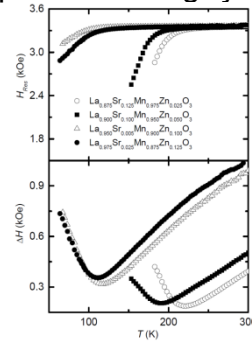
$$Y(H) \propto \frac{d}{dH} \left[\frac{\Delta H + \alpha(H - H_0)}{\Delta H^2 + (H - H_0)^2} + \frac{\Delta H - \alpha(H + H_0)}{\Delta H^2 + (H + H_0)^2} \right], \quad (1)$$

burada α asimetriya parametridir (dispersiyanın udulmaya nisbəti).

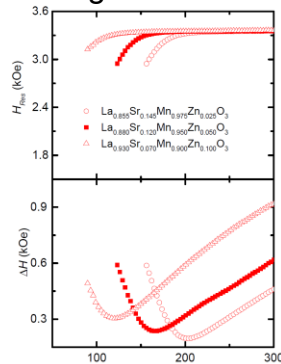


Şək.1. $\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit rezonans spektrinin görünüşü. Xətlərin forması (1) ifadəsi ilə approksimasiya olunmuşdur (qırmızı xətt approksimasiyanı göstərir).

$\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit rezonans spektrinin görünüşü şəkil 1-də verilmişdir. Təqdim olunan birləşmələrin approksimasiya ilə alınmış xətlərinin eninin ΔH və sahənin rezonans qiymətinin H_{Res} temperatur asılılığı şək.2 və şək.3-də göstərilmişdir.



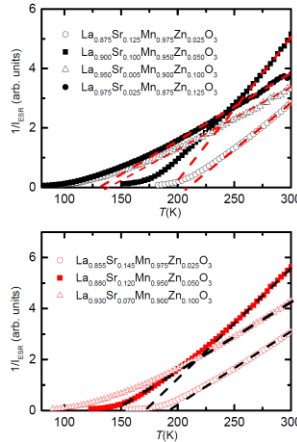
Şək.2. $\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.900}\text{Sr}_{0.100}\text{Mn}_{0.950}\text{Zn}_{0.050}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.950}\text{Sr}_{0.050}\text{Mn}_{0.900}\text{Zn}_{0.100}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.975}\text{Sr}_{0.025}\text{Mn}_{0.875}\text{Zn}_{0.125}\text{O}_3$ nümunələrinin maqnit rezonans xətlərinin eninin (ΔH) və sahənin rezonans qiymətinin (H_{Res}) temperatur asılılığı.



Şək.3. $\text{La}_{0.855}\text{Sr}_{0.145}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.880}\text{Sr}_{0.120}\text{Mn}_{0.950}\text{Zn}_{0.050}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.930}\text{Sr}_{0.070}\text{Mn}_{0.900}\text{Zn}_{0.100}$ nümunələrinin maqnit rezonans xətlərinin eninin (ΔH) və sahənin rezonans qiymətinin (H_{Res}) temperatur asılılığı.

Şək.2 və şək.3-dən birləşmələrin maqnit rezonans xətlərinin özünü aparmasında eksperimental xüsusiyyətlər aydın müşahidə olunur. Temperatur azaldıqca, ehtimalla, superparamaqnit sahələrin anizotropiya oxlarının istiqamətlərinin dağınıqlığı nəticəsində maqnit rezonans xəttinin eni artmağa başlayır, bu da qeyri-bircins genişlənməyə gətirir [2,3]. Digər tərəfdən, temperatur artdıqca, yəqin ki, istilik fluktuasiyalarına görə xəttin eni artır [2,3]. Həm də şək.2 və şək.3-dən görüldüyü kimi temperaturun azalması ilə anizotropiya sahəsinin təsiri nəticəsində sahənin rezonans qiyməti H_{Res} daha kiçik maqnit sahəsinə tərəf sürüşür. Maqnit rezonans xətlərinin eninin

ΔH və sahənin rezonans qiymətinin H_{Res} temperatur asılılıqlarının özünü belə aparması superparamaqt hissəciklərin gözlənilən davranışı ilə üst-üstə düşür [2].



Şək.4. $La_{0.875}Sr_{0.125}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$, $La_{0.900}Sr_{0.100}Mn_{0.950}Zn_{0.050}O_3$, $La_{0.950}Sr_{0.050}Mn_{0.900}Zn_{0.100}O_3$, $La_{0.975}Sr_{0.025}Mn_{0.875}Zn_{0.125}O_3$, $La_{0.855}Sr_{0.145}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$, $La_{0.880}Sr_{0.120}Mn_{0.950}Zn_{0.050}O_3$, $La_{0.930}Sr_{0.070}Mn_{0.900}Zn_{0.100}O_3$ birləşmələrinin maqnit rezonans spektrinin inteqral intensivliyinin tərs qiymətinin temperatur asılılığı.

Şəkil 4-də göstərilən birləşmələrin maqnit rezonans spektrinin inteqral intensivliyinin tərs qiymətinin temperatur asılılığı verilmişdir. İnteqral intensivliyin tərs qiymətinin yüksək temperaturlu hissəsinin (qırıq xətlər) xətti ekstrapolyasiyasında absis oxu ilə kəsişmədən Θ Kuri temperaturunun qiymətini hesablamaq mümkündür. $La_{0.875}Sr_{0.125}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$, $La_{0.900}Sr_{0.100}Mn_{0.950}Zn_{0.050}O_3$, $La_{0.950}Sr_{0.050}Mn_{0.900}Zn_{0.100}O_3$, $La_{0.975}Sr_{0.025}Mn_{0.875}Zn_{0.125}O_3$, $La_{0.855}Sr_{0.145}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$, $La_{0.880}Sr_{0.120}Mn_{0.950}Zn_{0.050}O_3$, $La_{0.930}Sr_{0.070}Mn_{0.900}Zn_{0.100}O_3$ birləşmələri üçün həmin üsulla hesablanmış Kuri temperaturu uyğun olaraq 210K, 198K, 140K, 132K, 192K, 173K və 143K olmuşdur. Θ Kuri temperaturunun qiymətləri cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.

Birləşmə	Θ (K)
$La_{0.875}Sr_{0.125}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$	210
$La_{0.900}Sr_{0.100}Mn_{0.950}Zn_{0.050}O_3$	198
$La_{0.950}Sr_{0.050}Mn_{0.900}Zn_{0.100}O_3$	140
$La_{0.975}Sr_{0.025}Mn_{0.875}Zn_{0.125}O_3$	132
$La_{0.855}Sr_{0.145}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$	192
$La_{0.880}Sr_{0.120}Mn_{0.950}Zn_{0.050}O_3$	173
$La_{0.930}Sr_{0.070}Mn_{0.900}Zn_{0.100}O_3$	143

[1]T.Kurz, Elektronspinrezonanz in nanoskaligen systemen, (2005) Cuvillier Verlag Göttingen 207p. ; D.Zakharov, Exchange and relaxation in Spin Chains (2007) Cuvillier Verlag Göttingen 143p.; Janhavi P. Joshi, S.V. Bhat, On the analysis of broad Dysonian electron paramagnetic resonance spectra, J. Magn. Reson. (2004), v. 168, p.284.

[2]Yu.L. Raikher and V. I. Stepanov, The effect of thermal fluctuations on the FMR line shape in dispersed ferromagnets, ZhETF (1992) v.102, p.1409, Yu.L. Raikher and V. I. Stepanov, Ferromagnetic resonance in a suspension of single-domain particles, Phys. Rev. B (1994) v.50, p.6250.

[3]Yu.L. Raikher, V.I. Stepanov, Magnetization dynamics of single-domain particles by superparamagnetic theory, Journal of Magnetism and Magnetic Materials (2007) v. 316, p. 417

80 - 300 K temperatur intervalında maqnit sahəsiz və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində $\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.90}\text{Sr}_{0.10}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.95}\text{Sr}_{0.05}\text{Mn}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.975}\text{Sr}_{0.025}\text{Mn}_{0.875}\text{Zn}_{0.125}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.855}\text{Sr}_{0.145}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.88}\text{Sr}_{0.12}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.93}\text{Sr}_{0.07}\text{Mn}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{O}_3$ birləşmələrinin polikristal nümunələrinin elektrik müqaviməti tədqiq edilmişdir. Elektrik kontaktları üçün öz-özünə bərkliyə 99.9 % - i gümüş tərkibli metal üzvü qarışıqdan istifadə olunmuşdur.

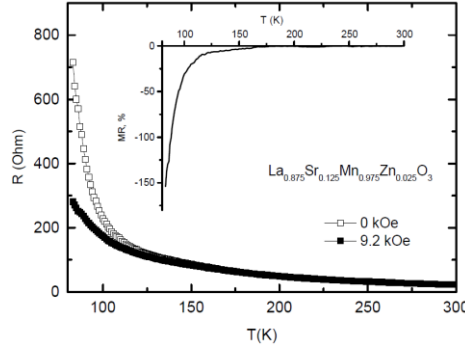
Maqnit müqaviməti

$$|MR|_{max} = \frac{[R(0) - R(H_C)]}{R(H_C)} \times 100\%,$$

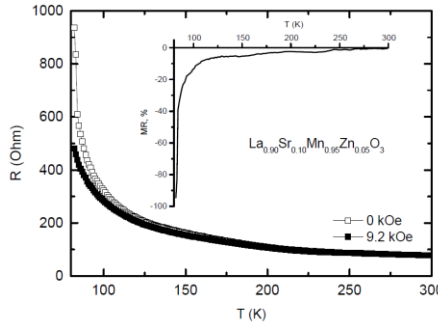
ifadəsi ilə hesablanmışdır. Burada $R(H_C)$ – fiksə olunmuş H intensivlikli sahədə; $R(0)$ – maqnit sahəsi olmadığı haldakı müqavimətdir.

Yuxarıda göstərilən birləşmələr üçün maqnit müqavimətinin MR_{max} alınmış qiymətləri 1-ci cədvəldə verilmişdir.

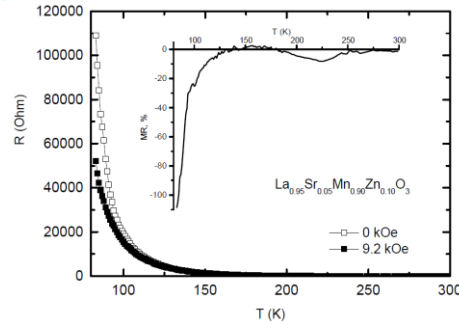
Birləşmələrin maqnit sahəsi olmadıqda (\square) və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində (\blacksquare) müqavimətlərinin temperatur asılılıqları 1-7-ci şəkillərdə göstərilmişdir. Şəkillərə əlavələrdə birləşmələrin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı verilmişdir. Şəkillərdən görünür ki, tədqiq olunan temperatur intervalında (80 – 300 K) birləşmələrin hamısının keçiriciliyi yarımkəçirici xarakterlidir.



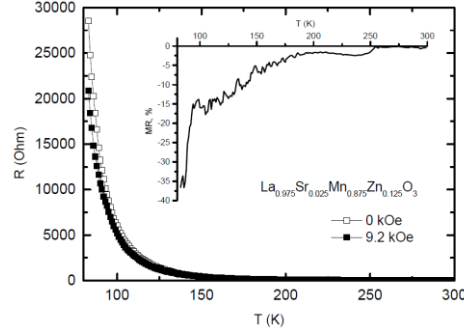
Şəkil 1. $\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda (\square) və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində (\blacksquare) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə: $\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı.



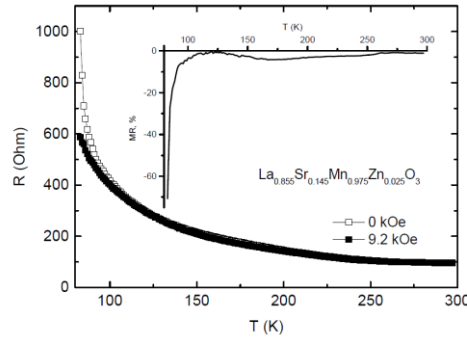
Şəkil 2. $\text{La}_{0.900}\text{Sr}_{0.100}\text{Mn}_{0.950}\text{Zn}_{0.050}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda (\square) və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində (\blacksquare) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə: $\text{La}_{0.900}\text{Sr}_{0.100}\text{Mn}_{0.950}\text{Zn}_{0.050}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı.



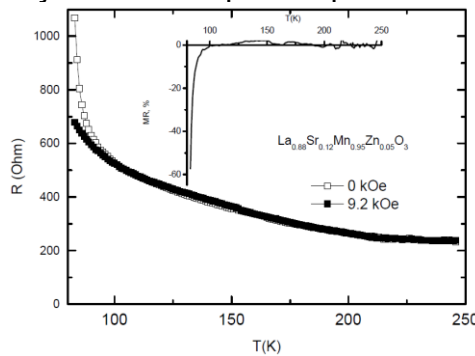
Şəkil 3. $\text{La}_{0.950}\text{Sr}_{0.050}\text{Mn}_{0.900}\text{Zn}_{0.100}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda (\square) və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində (\blacksquare) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə: $\text{La}_{0.950}\text{Sr}_{0.050}\text{Mn}_{0.900}\text{Zn}_{0.100}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı.



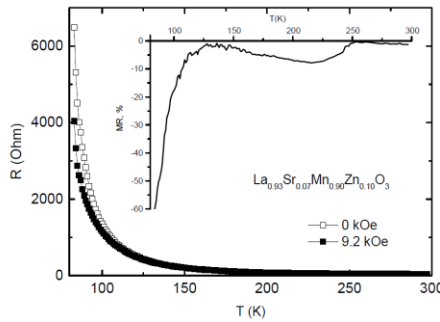
Şəkil 4. $\text{La}_{0.975}\text{Sr}_{0.025}\text{Mn}_{0.875}\text{Zn}_{0.125}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda (\square) və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində (\blacksquare) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə: $\text{La}_{0.975}\text{Sr}_{0.025}\text{Mn}_{0.875}\text{Zn}_{0.125}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı.



Şəkil 5. $\text{La}_{0.855}\text{Sr}_{0.145}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda (\square) və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində (\blacksquare) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə: $\text{La}_{0.855}\text{Sr}_{0.145}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı.



Şəkil 6. $\text{La}_{0.88}\text{Sr}_{0.12}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda (\square) və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində (\blacksquare) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə: $\text{La}_{0.88}\text{Sr}_{0.12}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı.



Şəkil 7. $\text{La}_{0.93}\text{Sr}_{0.07}\text{Mn}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda (\square) və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində (\blacksquare) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə: $\text{La}_{0.93}\text{Sr}_{0.07}\text{Mn}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı.

Cədvəl 1.

Birləşmə	Kristallik quruluş	$ \text{MR} _{\text{max}}$, %	T_{MR} , K	R(Ohm)
$\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$	Romboedrik (R3c) $a=5.5249\text{Å}$, $b=13.3387\text{Å}$	~ 154	83	714
$\text{La}_{0.90}\text{Sr}_{0.10}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}$	Romboedrik $a=5.5228\text{Å}$, $b=13.336\text{Å}$	~ 94	83	935
$\text{La}_{0.95}\text{Sr}_{0.05}\text{Mn}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{O}_3$	Ortorombik(Pbnm) $a=5.5274\text{Å}$, $b=5.4845\text{Å}$, $c=7.7675\text{Å}$	~ 108	83	108935
$\text{La}_{0.975}\text{Sr}_{0.025}\text{Mn}_{0.875}\text{Zn}_{0.125}\text{O}_3$	Ortorombik(Pbnm) $a=5.5241\text{Å}$, $b=5.4817\text{Å}$, $c=7.7643\text{Å}$	~ 36	83	28510
$\text{La}_{0.855}\text{Sr}_{0.145}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$	Romboedrik(R3c) $a=5.5039\text{Å}$, $b=13.3461\text{Å}$	~71	83	1001
$\text{La}_{0.88}\text{Sr}_{0.12}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}_3$	Romboedrik(R3c) $a=5.5196\text{Å}$, $b=13.3512\text{Å}$	~ 58	83	1067
$\text{La}_{0.930}\text{Sr}_{0.070}\text{Mn}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{O}_3$	Ortorombik(Pbnm) $a=5.5283\text{Å}$, $b=5.4838\text{Å}$, $c=7.7667\text{Å}$	~ 60	83	6490

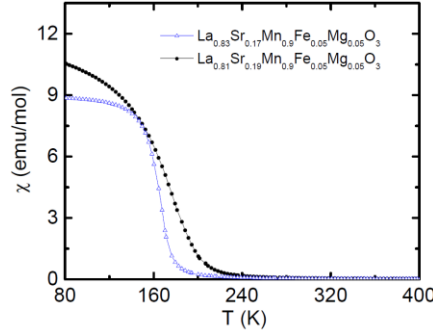
Cədvəldən görünür ki, romboedrik strukturlu tərkiblər üçün müqavimət artdıqca maqnit sahəsinin müqavimətə təsiri azalır. Fərz edilir ki, müqavimətin artması ilə yükdaşıyıcıların yürüklüyü azalır və bu maqnit sahəsinin yükdaşıyıcılara təsirini zəiflədir.

3.

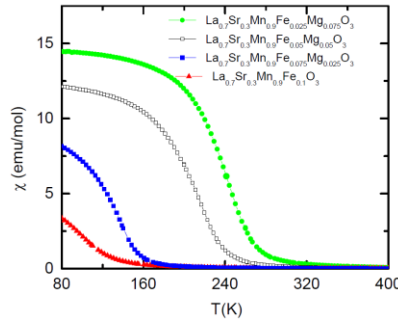
$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.70}\text{Sr}_{0.30}\text{Mn}_{0.90}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşmələrinin 80-400K temperatur intervalında 1000 Ersted maqnit sahəsində maqnit qavrayıcılığının (maqnitlənmənin) temperatur asılılığı ölçüləri aparılmışdır. Maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı ilk dəfə olaraq belə geniş konsentrasiya diapazonunda ölçülmüşdür. Nümunələr bizə əvvəlcədən razılaşmaya görə rusiyalı həmkarlarımız tərəfindən təqdim olunmuşdur. Nümunələrin hazırlanması ilə bərkfazlı sintez üsulu ilə keramika yetişdirmə sahəsində böyük təcrübəyə malik olan qrup (Həştərxan Dövlət Universiteti, Funksional Maqnit Materiallar Mərkəzinin direktoru V.K.Karpasyukun rəhbərliyi altında işləyən qrup) məşğul olmuşdur. Keramikanın fiziki xassələri stexiometrik tərkibin cüzi dəyişmələrinə çox həssas

olduğundan, birləşmələrdə müəyyən temperaturda və verilmiş qaz mühitində termik işlənmə aparmaqla müxtəlif tip keçiriciliyi və maqnit nizamlılığı olan birləşmələr almaq olar.

$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşmələrinin 80-400K temperatur intervalında maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı şəx. 1 və 2-də verilmişdir.

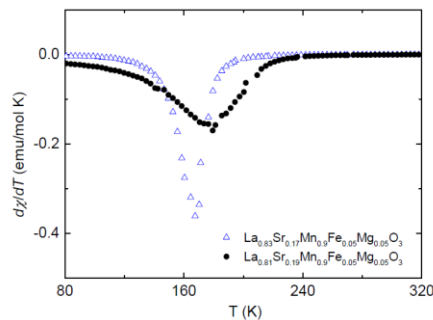


Şəx. 1 $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$ və $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$ birləşmələrinin 1000 Ersted maqnit sahəsində ölçülmüş maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı.

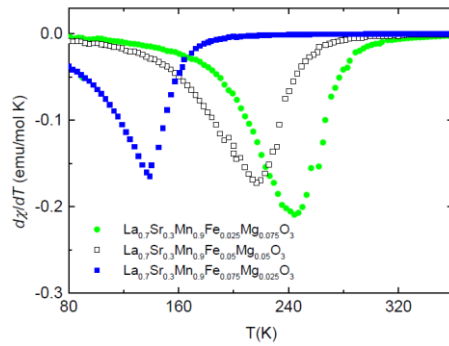


Şəx. 2 $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ 1000 Ersted maqnit sahəsində ölçülmüş maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı.

Maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığının ölçülərinin nəticələri göstərmişdir ki, $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$ birləşmələri Küri temperaturu T_C -dan aşağı temperaturda ferromaqnit faza keçidinə məruz qalır. Yuxarıda göstərilən birləşmələrin maqnit qavrayıcılığı əyrilərinin özünü aparması ferromaqnit birləşmələrə xasdır [1,2]. T_C -nin qiymətləri $d\chi(T)/dT$ temperatur asılılığından təyin olunmuşdur (şəx.3 və şəx.4). Yuxarıda göstərilən birləşmələrin maqnit qavrayıcılığı əyriləri yüksək temperaturlarda (maqnit faza keçidi temperaturundan yuxarı) Küri Veys qanununa tabe olur $\chi(T) = C/(T - \Theta)$ (burada C Küri sabiti və Θ paramaqnit Küri temperaturu maddənin parametrləridir) [1,2].

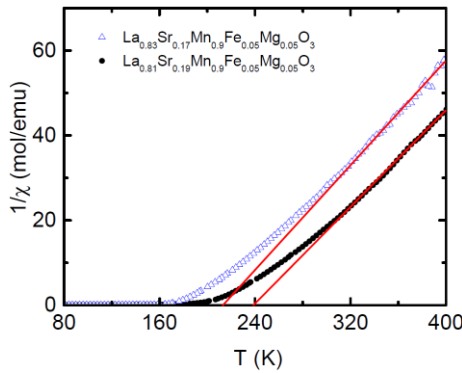


Şəx. 3. $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$ və $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$ birləşmələrin $\chi'(T) = d\chi(T)/dT$ törəməsinin temperatur asılılığı.

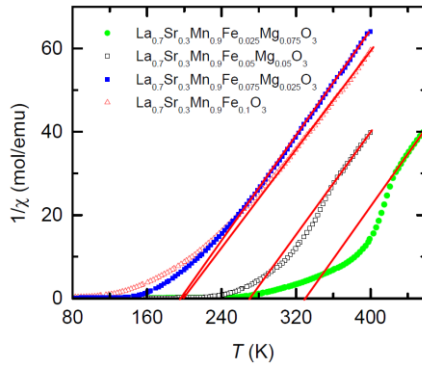


Şək. 4. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$ birləşmələrinin $\chi'(T) = d\chi(T)/dT$ törəməsinin temperatur asılılığı.

$\chi^{-1}(T)$ koordinatlarında Küri Veys qanunu xətti asılılıq şəklindədir. Buna görə də Θ parametri (Θ paramaqnit Küri temperaturu) qrafiki üsulla təyin oluna bilər, Θ - yüksək temperaturlar oblastında xətti asılılığın ekstrapolyasiyası zamanı T oxu ilə kəsişmə nöqtəsidir [1,2]. Bir qayda olaraq ferromaqnetiklər üçün $\Theta > 0$, antiferromaqnetiklər üçün $\Theta < 0$ [1,2]. Bir çox ferro- və antiferromaqnetiklərin maqnit qavrayıcılığı $\chi(T)$ paramaqnit oblastda uyğun olaraq Küri nöqtəsi T_C və Neel nöqtəsi T_N -dən kifayət qədər yüksək temperaturlarda Küri Veys qanunu ilə təsvir oluna bilər. Küri Veys qanunu P.E.Veys tərəfindən paramaqnetiklər üçün verilmişdir və Küri qanununun ümumiləşməsidir [1,2]. Yuxarıda göstərilən birləşmələrin Θ paramaqnit Küri temperaturu maqnit qavrayıcılığının tərs qiymətinin temperatur asılılığından təyin olunmuşdur. Bu asılılığın düz xətt hissəsinin uzantısı temperatur oxunu Θ qiymətində kəsir (şək.5 və şək.6) və müsbət qiymətə malikdir. Bu, ferromaqnetiklər üçün xarakterikdir [1,2]. Yuxarıda göstərilən birləşmələrin təyin olunmuş T_C Küri temperaturları və paramaqnit Küri temperaturları cədvəl 1-də verilmişdir. Əlavə olaraq, aparılmış ölçülər göstərir ki, Sr konsentrasiyalı $c = 0.3$ olan birləşmələr üçün, dəmirin konsentrasiyası artdıqca Küri nöqtəsi (Küri temperaturu) azalır. Böyük ehtimalla, keçid temperaturunun azalması dəmirlə aşqarlanma zamanı [4,5,6,7] ferromaqnit ikiqat qarşılıqlı təsirin dağılması ilə bağlıdır [8].



Şək.5 $\text{La}_{0.830}\text{Sr}_{0.170}\text{Mn}_{0.900}\text{Fe}_{0.050}\text{Mg}_{0.050}\text{O}_3$ və $\text{La}_{0.810}\text{Sr}_{0.190}\text{Mn}_{0.900}\text{Fe}_{0.050}\text{Mg}_{0.050}\text{O}_3$ birləşmələrinin 1000E maqnit sahəsində ölçülmüş $\chi^{-1}(T)$ maqnit qavrayıcılığının tərs qiymətinin temperatur asılılığı. (Düz xətt hissəsinin uzantısı temperatur oxunu Θ qiymətində kəsir).



Şək.6 . $\text{La}_{0.700}\text{Sr}_{0.300}\text{Mn}_{0.900}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.700}\text{Sr}_{0.300}\text{Mn}_{0.900}\text{Fe}_{0.050}\text{Mg}_{0.050}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.700}\text{Sr}_{0.300}\text{Mn}_{0.900}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.700}\text{Sr}_{0.300}\text{Mn}_{0.900}\text{Fe}_{0.100}\text{O}_3$ birləşmələrinin 1000E maqnit sahəsində ölçülmüş $\chi^{-1}(T)$ maqnit qavrayıcılığının tərs qiymətinin temperatur asılılığı. (Düz xətt hissəsinin uzantısı temperatur oxunu Θ qiymətində kəsir.)

$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığının ölçülərinə əsasən bu birləşmənin maqnit nizamlılıq temperaturunu 80-400K ölçülmüş temperatur intervalında təyin etmək mümkün deyil, bunun üçün 80K-dən daha aşağı temperaturlarda ölçülər aparmaq lazımdır.

Aparılmış ölçülərin nəticələrinə əsasən birləşmələrin effektiv maqnit momentinin qiyməti təyin edilmişdir [1,2,3].

$$\chi = \frac{C}{T-\theta} = \frac{Ng^2\mu_B^2S(S+1)}{3k(T-\theta)},$$

$$\mu_{eff} = g\sqrt{S(S+1)},$$

$$\mu_{eff} = 2.82 [\chi(T - \theta)]^{1/2}$$

Birləşmələrin effektiv maqnit momentinin μ_{eff} və paramaqnit Küri temperaturunun Θ qiyməti cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.

$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşmələrinin T_C - Küri temperaturu; $\Theta(K)$ – paramaqnit Küri temperaturu; μ_{eff} effektiv maqnit momentinin qiymətləri (μ_B /f.u. - μ_B /f.v.,f.v. formula vahidi).

Birləşmə	$T_C(K)$	$\Theta(K)$	$\mu_{эфф.} (\mu_B/f.u.)$
$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$	167	214	5.08
$\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$	179	240	5.2
$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$	244	330	5.02
$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$	216	270	5.08
$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$	138	196	5.04
$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$	-	200	5.18

Yuxarıda göstərilən nümunələrin maqnit qavrayıcılığı üçün 80-400K temperatur intervalında aparılmış ölçülər ilkin ölçülər olub, bu birləşmələrin maqnit xəssələrini yalnız ilkin olaraq xarakterizə edə bilər. Göstərilən konsentrasiyalı nümunələrin maqnit xəssələrinin daha dəqiq tədqiqi üçün maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığının və maqnitlənmənin sahə asılılığının ölçülərinin 4K-ə qədər aşağı temperaturalarda aparılması vacibdir.

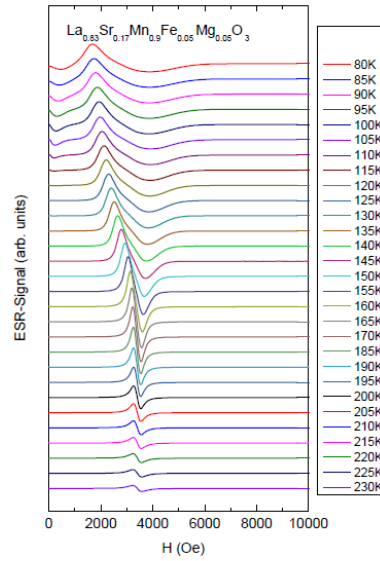
- [1] Дж. Смарт, Эффективное поле в теории магнетизма, Издательство «Мир» Москва 1968, 271с.
- [2] С. Крупичка, Физика ферритов и родственных им магнитных окислов, том1, Издательство «Мир» Москва 1978, 353с.
- [3] Z. S. Teweldemedhin, R. L. Fuller, and M. Greenblatt, Magnetic Susceptibility Measurements of Solid Manganese Compounds with Evan's Balance, Journal of Chemical Education, v.73, p.906, 1996
- [4] J.M.D. Coey, M. Viret, S. von Molnar, Mixed-valence manganites, Adv. Phys., v.48, p.167, 1999
- [5] E. Dagotto, T. Hotta, A. Moreo, Colossal Magnetoresistant Materials: The Key Role of Phase Separation. Phys. Reports, v.344, p.1–153, 2001
- [6] M. Salamon and M. Jaime., The physics of manganites: Structure and transport, Rev. Mod. Phys. v.73, p. 583, 2001
- [7] D. M. Edwards, Ferromagnetism and electron-phonon coupling in the manganites, Advances in Physics, v. 51, p.1259, 2002
- [8] V. S. Zakhvalinskii, R. Laiho, A. V. Lashkul, K. G. Lisunov, E. Lähderanta, Yu. S. Nekrasova and P. A. Petrenko, Low-field magnetic properties of $La_{1-x}Sr_xMn_{1-y}Fe_yO_3$, Journal of Physics: Conference Series, 303, 012067, 2011

4.

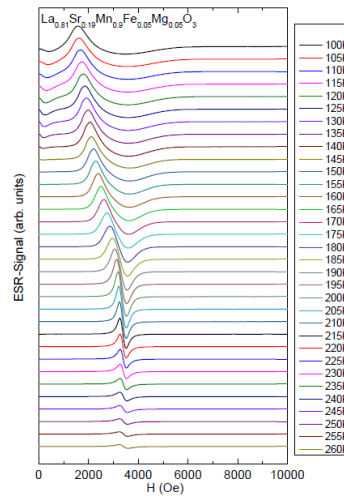
$La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.81}Sr_{0.19}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.70}Sr_{0.30}Mn_{0.90}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.1}O_3$ birləşmələrinin 80-300K temperatur intervalında X-diapazonda (9,37 Hhs) ESR (EPR) ölçüləri aparılmışdır. $La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.81}Sr_{0.19}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.70}Sr_{0.30}Mn_{0.90}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.1}O_3$ birləşmələrinin ESR spektrləri uyğun olaraq şəkl.-1,2,3,4,5,6-da verilmişdir. Aparılmış ölçülər göstərmişdir ki, $La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.81}Sr_{0.19}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.70}Sr_{0.30}Mn_{0.90}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$ birləşmələri üçün uyğun olaraq 170K, 190K, 240K, 205K, 130K -dən aşağı temperaturda maqnit sahəsinin rezonans qiyməti (dəyişikliyə) sürüşməyə məruz qalır. $La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.81}Sr_{0.19}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.70}Sr_{0.30}Mn_{0.90}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$ birləşmələri üçün uyğun olaraq 170K, 190K, 240K, 205K, 130K -dən yuxarı temperaturda $g \approx 2$ olan tipik paramaqnit rezonans xətti müşahidə olunur. Müəyyən temperaturdan aşağı temperaturda ESR spektrlərin özünü belə aparması (yeni ESR spektrlərində maqnit sahəsinin rezonans qiymətlərinin sürüşməsi) yuxarıda göstərilən birləşmələrdə müşahidə olunan maqnit nizamlılığı ilə bağlıdır.

$La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.81}Sr_{0.19}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.70}Sr_{0.30}Mn_{0.90}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$ birləşmələrinin maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığının ölçülməsi üzrə apardığımız əvvəlki tədqiqatlar (2021-ci ilin 3-cü rübünün hesabına bax) göstərir ki, bu birləşmələr ferromaqnit faza keçidində ugrayırlar. Göstərilən birləşmələrin maqnit faza keçidi temperaturları T_C 1-ci cədvəldə verilmişdir.

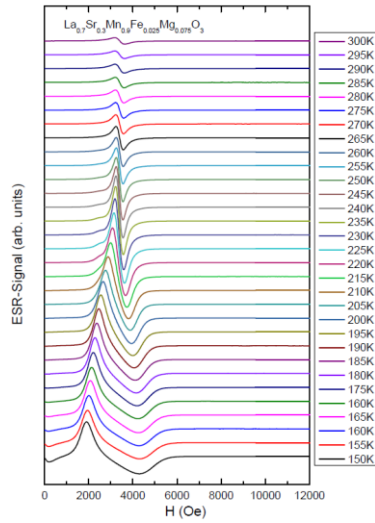
Aparılmış tədqiqatların nəticələri göstərir ki, $c = 0,3$ tərkibli birləşmələrinin EPR (və ya ESR) ölçmələrindən təyin olunmuş sahənin rezonans qiymətinin şürüşməsi müşahidə olunan temperatur dəmirin konsentrasiyası artdıqca azalır. Böyük ehtimalla, bu dəmirlə aşqarlanma zamanı [1] ferromaqnit ikiqat qarşılıqlı təsirin [2,3,4,5,6] dağılması ilə bağlıdır.



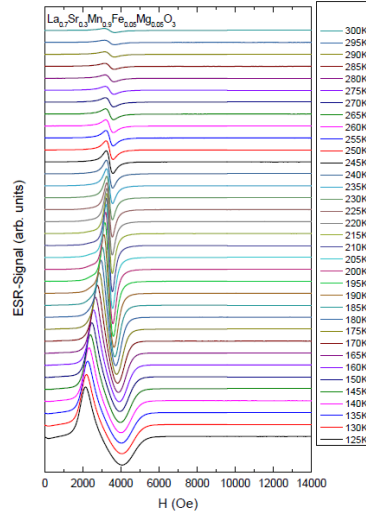
Şək. 1. $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$ birləşməsinin 80-230K temperatur intervalında ESR spektri.



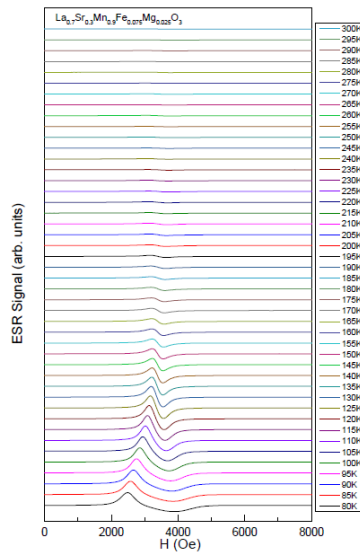
Şək. 2. $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$ birləşməsinin 100-260K temperatur intervalında ESR spektri.



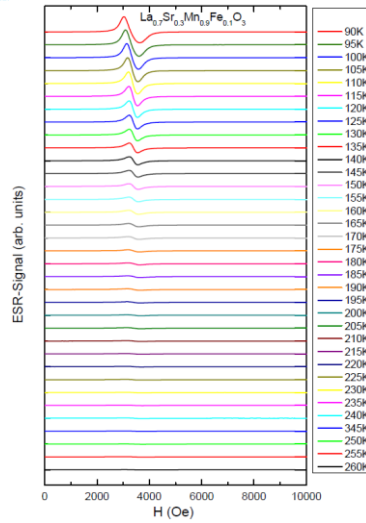
Şək. 3. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$ birləşməsinin 150-300K temperatur intervalında ESR spektri.



Şək. 4. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$ birləşməsinin 125-300K temperatur intervalında ESR spektri.



Şək. 5. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$ birləşməsinin 80-300K temperatur intervalında ESR spektri.



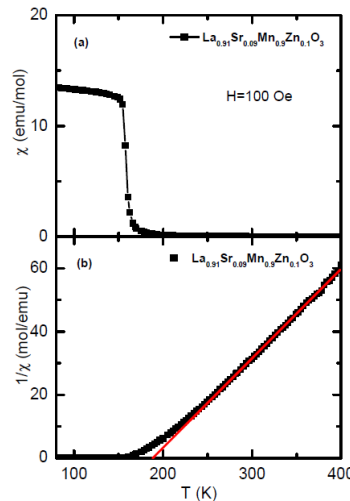
Şək. 6. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin 90-300K temperatur intervalında ESR spektri.

Təqdim olunan şəkillərdən aydın görünür ki, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsi üçün (şək. 6) maqnit sahəsinin rezonans qiymətinin sürüşməsi xüsusilə aşkar müşahidə olunur. Ancaq $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsi üçün bu sürüşmə o qədər də açıq ifadə olunmur, belə ki, bu birləşmələr üçün maqnit nizamlılıq daha aşağı temperaturlarda baş verir. Yuxarıda göstərilən tərkiblərin ESR spektrlərinin daha dəqiq və tam tədqiqi üçün tədqiqatlar 4K-dək davam edən daha aşağı temperaturlarda aparılması tələb olunur.

Yuxarıda göstərilən EPR tədqiqatlardan başqa yeni $\text{La}_{0.91}\text{Sr}_{0.09}\text{Mn}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı ölçüləri də aparılmışdır. Bu birləşmə də rusiyalı həmkarlar tərəfindən hazırlanmışdır.

$\text{La}_{0.91}\text{Sr}_{0.09}\text{Mn}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin 80-400K temperatur intervalında 100 Ersted maqnit sahəsində maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı ölçüləri aparılmışdır.

$\text{La}_{0.91}\text{Sr}_{0.09}\text{Mn}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin 80-400K temperatur intervalında maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı şək. 7a-da verilmişdir.



Şək.7 a) $\text{La}_{0.91}\text{Sr}_{0.09}\text{Mn}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin 100 Ersted maqnit sahəsində ölçülmüş maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı. b) $\text{La}_{0.91}\text{Sr}_{0.09}\text{Mn}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin 100E maqnit sahəsində ölçülmüş $\chi^{-1}(T)$ maqnit qavrayıcılığının tərs qiymətinin temperatur asılılığı. (Düz xətti hissəsinin uzantısı temperatur oxunu Θ qiymətində kəsir).

Maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığının ölçülərinin nəticələri göstərmişdir ki, $\text{La}_{0.91}\text{Sr}_{0.09}\text{Mn}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsi Kuri temperaturu T_C -dan aşağı ($T_C=157\text{ K}$) temperaturda ferromaqnit faza keçidinə məruz qalır. Bu birləşmənin maqnit qavrayıcılığı ayrılarının özünü aparması ferromaqnit birləşmələrə xasdır [7,8]. Yuxarıda göstərilən birləşmənin Θ paramaqnit Kuri temperaturu maqnit qavrayıcılığının tərs qiymətinin temperatur asılılığından təyin olunmuşdur ($\Theta=188\text{K}$). Bu asılılığın düz xətti hissəsinin uzantısı temperatur oxunu Θ qiymətində kəsir (şək.7b) və müsbətdir. Bu, da ferromaqnetiklər üçün xarakterikdir [7,8].

[1] V. S. Zakhvalinskii, R. Laiho, A. V. Lashkul, K. G. Lisunov, E. Lähderanta , Yu. S. Nekrasova and P. A. Petrenko, Low-field magnetic properties of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Mn}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$, Journal of Physics: Conference Series, 303, 012067, 2011

[2] J.M.D. Coey, M. Viret, S. von Molnar, Mixed-valence manganites, Adv. Phys. , v.48, p.167, 1999

[3] E. Dagotto, T. Hotta, A. Moreo, Colossal Magnetoresistant Materials: The Key Role of Phase Separation. Phys. Reports, v.344, p.1–153, 2001

[4] M. Salamon and M. Jaime., The physics of manganites: Structure and transport, Rev. Mod. Phys. v.73, p. 583, 2001

[5] D. M. Edwards, Ferromagnetism and electron-phonon coupling in the manganites, Advances in Physics , v. 51, p.1259, 2002

[6] З. Ю.Н. Изюмов и Ю.Н.Скрябин, Модель двойного обмена и уникальные свойства манганитов, УФН, т.171, №2, с.121. (2001)

[7] Дж. Сمارт, Эффективное поле в теории магнетизма, Издательство «Мир» Москва 1968, 271с.

[8] С. Крупичка , Физика ферритов и родственных им магнитных окислов , том1, Издательство «Мир» Москва 1978, 353с.

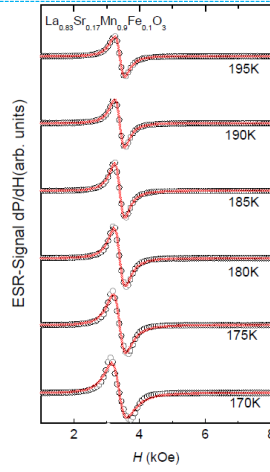
5.

$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.70}\text{Sr}_{0.30}\text{Mn}_{0.90}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşmələrinin maqnit rezonans (EPR) xətlərinin formasının aproksimasiyası üçün aşağıdakı ifadədən istifadə olunmuşdur [1]:

$$Y(H) \propto \frac{d}{dH} \left[\frac{\Delta H + \alpha(H - H_0)}{\Delta H^2 + (H - H_0)^2} + \frac{\Delta H - \alpha(H + H_0)}{\Delta H^2 + (H + H_0)^2} \right] \quad (1),$$

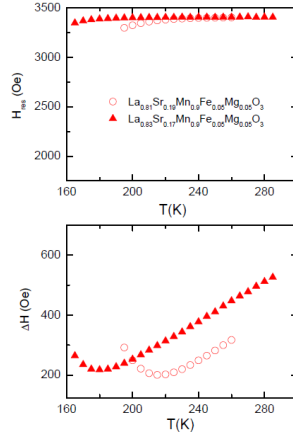
burada α asimetriya parametridir (dispersiyanın udulmaya nisbəti).

$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.70}\text{Sr}_{0.30}\text{Mn}_{0.90}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşmələrin elektron spin rezonans (ESR) spektrləri 80-300K temperatur intervalında 9,37 HHs tezlikdə ölçülmüşdür. Ölçülərin nəticələri bundan əvvəlki kvartalın hesabatında (noyabr 2021-ci il) təqdim olunmuşdur.

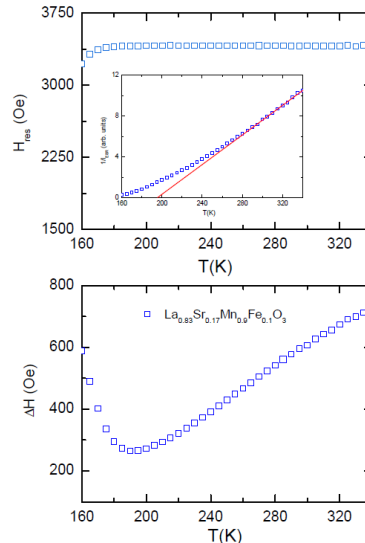


Şək.1. $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin (müxtəlif temperaturlarda) maqnit rezonans (EPR) spektrinin görünüşü. Xətlərin forması (1) ifadəsi ilə approksimasiya olunmuşdur (qırmızı xətt approksimasiyanı göstərir).

$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit rezonans spektrinin görünüşü şəkil 1-də verilmişdir. Təqdim olunan birləşmələrin approksimasiya ilə alınmış xətlərinin eninin ΔH və sahənin rezonans qiymətinin H_{Res} temperatur asılılığı şəq.2, şəq.3 və şəq.4 -də göstərimişdir.

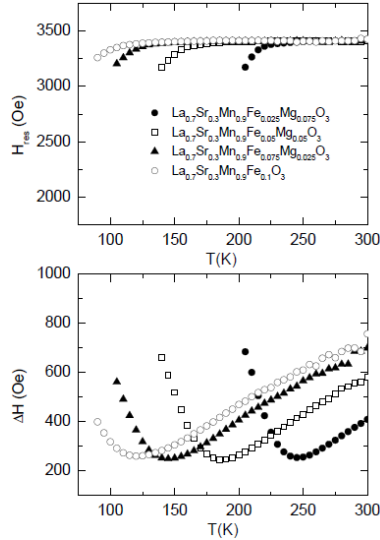


Şək.2. $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$ nümunələrinin maqnit rezonans xətlərinin eninin (ΔH) və sahənin rezonans qiymətinin (H_{Res}) temperatur asılılığı.



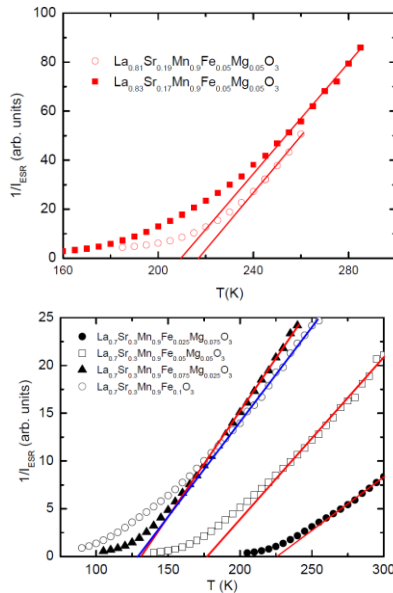
Şək.3. $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit rezonans xətlərinin eninin (ΔH) və sahənin rezonans qiymətinin (H_{Res}) temperatur asılılığı. Əlavədə: Birləşmənin maqnit rezonans spektrinin

inteqral intensivliyinin tərs qiymətinin temperatur asılılığı.



Şək.4. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.70}\text{Sr}_{0.30}\text{Mn}_{0.90}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ nümunələrinin maqnit rezonans xətlərinin eninin (ΔH) və sahənin rezonans qiymətinin (H_{Res}) temperatur asılılığı.

Şək.2, şək.3 və şək. 4-dən görünür ki, temperaturun dəyişməsi ilə birləşmələrin maqnit rezonans xətlərinin özünü aparmasında müəyyən xüsusiyyətlər müşahidə olunur. Ehtimal olunur ki, temperatur azaldıqca superparamaqnit sahələrin anizotropiya oxlarının istiqamətlərinin dağınıqlığı nəticəsində maqnit rezonans xəttinin eni artır və bu qeyri-bircins genişlənməyə gətirir [2,3]. Digər tərəfdən, yəqin ki, temperatur artdıqca istilik fluktuasiyalarına görə xəttin eni artır [2,3]. Şək.2, şək.3 və şək.4-dən həm də görünür ki, temperaturun azalması ilə anizotropiya sahəsinin təsiri nəticəsində sahənin rezonans qiyməti H_{Res} daha kiçik maqnit sahəsinə tərəf sürüşür. Maqnit rezonans xətlərinin eni ΔH və sahənin rezonans qiyməti H_{Res} -in temperatur asılılıqlarının özünü belə aparması superparamaqnit hissəciklərin gözlənilən davranışı ilə üst-üstə düşür [2].



Şək.5. $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.70}\text{Sr}_{0.30}\text{Mn}_{0.90}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşmələrinin maqnit rezonans spektrinin inteqral intensivliyinin tərs qiymətinin temperatur asılılığı.

Tədqiq olunan birləşmələrin maqnit rezonans spektrinin inteqral intensivliyinin tərs qiymətinin

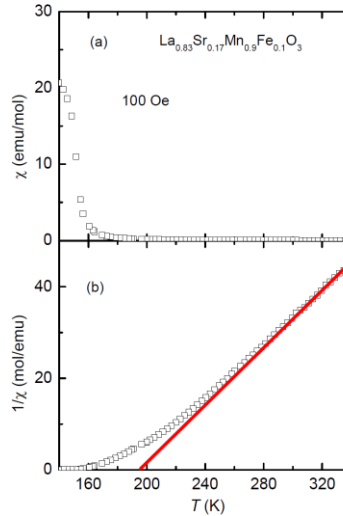
temperatur asılılıqları şəkil 5-də verilmişdir. İntegral intensivliyin tərs qiymətinin yüksək temperaturu hissəsinin (qırıq xətlər) xətti ekstrapolyasiyasında absis oxu ilə kəsişmədən Θ paramaqnit Küri temperaturunun qiymətini hesablamaq mümkündür.

$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.70}\text{Sr}_{0.30}\text{Mn}_{0.90}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşmələri üçün bu üsulla hesablanmış Küri temperaturu uyğun olaraq 195K, 210K, 217K, 226K, 177K, 131K, və 129K olmuşdur. Paramaqnit Küri temperaturunun qiymətləri cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1. Birləşmələrin paramaqnit Küri temperaturları (EPR).

Birləşmə	Θ (K)
$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$	195
$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$	210
$\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$	217
$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$	226
$\text{La}_{0.70}\text{Sr}_{0.30}\text{Mn}_{0.90}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$	177
$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$	131
$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$	129

Yuxarıda göstərilən EPR tədqiqatlarından əlavə, həm də $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin 140-340K temperatur intervalında 100 Ersted maqnit sahəsində maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı ölçüləri də aparılmışdır. Alınmış nəticələr şəkl. 6a-da verilmişdir. Bu birləşmənin maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı ferromaqnit birləşmələrə xas olan formadır [4,5].



Şəkl.6 a) $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin 100 Ersted maqnit sahəsində ölçülmüş maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı. b) $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin 100E maqnit sahəsində ölçülmüş $\chi^{-1}(T)$ maqnit qavrayıcılığının tərs qiymətinin temperatur asılılığı. (Düz xətti hissəsinin uzantısı temperatur oxunu Θ qiymətində kəsir).

Maqnit qavrayıcılığının tərs qiymətinin temperatur asılılığından yuxarıda göstərilən birləşmənin Θ paramaqnit Küri temperaturu təyin olunmuşdur ($\Theta=195\text{K}$). Bu asılılığın düz xətti hissəsinin uzantısı temperatur oxunu Θ qiymətində kəsir (şəkl.6b) və müsbətdir. Bu da ferromaqnetiklər üçün xarakterikdir [4,5].

Aparılmış ölçülərin nəticələrinə əsasən aşağıdakı ifadələrdə tədqiq olunan birləşmələrin effektiv maqnit momentinin qiyməti təyin edilmişdir [4,5,6].

$$\chi = \frac{C}{T-\theta} = \frac{Ng^2\mu_B^2 S(S+1)}{3k(T-\theta)},$$

$$\mu_{eff} = g\sqrt{S(S+1)} ,$$

$$\mu_{eff} = 2.82 [\chi(T - \theta)]^{1/2}$$

İfadələrdə: C - Kuri sabiti, μ_B - Bor maqnetonu, S – spin, g - g factor, k – Boltsman sabiti. Birləşmənin effektiv maqnit momenti $\mu_{eff} = 5.01\mu_B/f.u.$ ($\mu_B/f.u.$ - $\mu_B/f.v.,f.v.$ formula vahidi) qiymətə bərabərdir.

[1]T.Kurz, Elektronspinrezonanz in nanoskaligen systemen, (2005) Cuvillier Verlag Göttingen 207p. ; D.Zakharov, Exchange and relaxation in Spin Chains (2007) Cuvillier Verlag Göttingen 143p.; Janhavi P. Joshi , S .V. Bhat, On the analysis of broad Dysonian electron paramagnetic resonance spectra , J. Magn. Reson. (2004), v. 168, p.284.

[2]Yu.L. Raikher and V. I. Stepanov, The effect of thermal fluctuations on the FMR line shape in dispersed ferromagnets, ZhETF (1992) v.102, p.1409. Yu.L. Raikher and V. I. Stepanov, Ferromagnetic resonance in a suspension of single-domain particles, Phys. Rev. B (1994) v.50, p.6250.

[3]Yu.L. Raikher, V.I. Stepanov, Magnetization dynamics of single-domain particles by superparamagnetic theory, Journal of Magnetism and Magnetic Materials (2007) v. 316, p. 417.

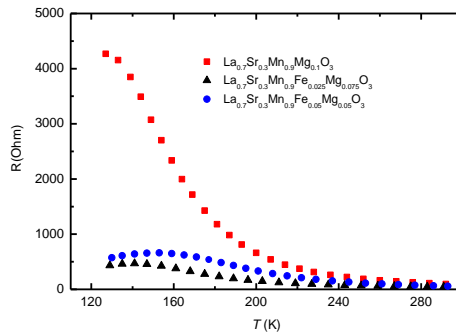
[4]Дж. Смарт, Эффективное поле в теории магнетизма, Издательство «Мир» Москва 1968, 271с.

[5]С. Крупичка , Физика ферритов и родственных им магнитных окислов , том1, Издательство «Мир» Москва 1978, 353с.

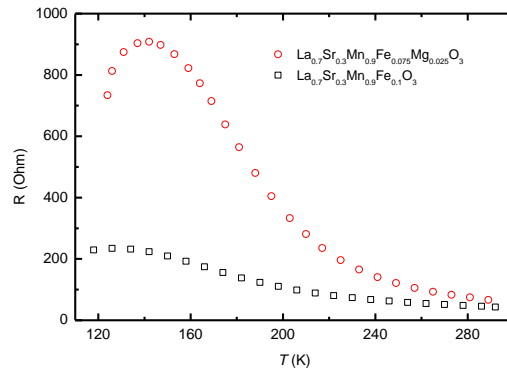
[6] Z. S. Teweldemedhin, R. L. Fuller, and M. Greenblatt, Magnetic Susceptibility Measurements of Solid Manganese Compounds with Evan's Balance, Journal of Chemical Education , v.73, p.906, 1996.

6.

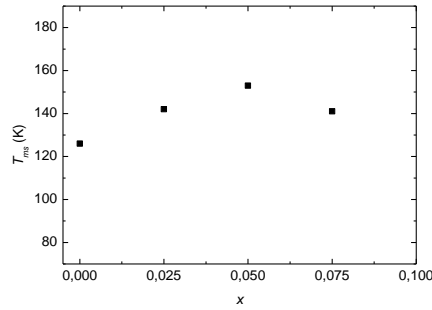
100 - 300 K temperatur intervalında $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Mg_{0.1}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.70}Sr_{0.30}Mn_{0.90}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.1}O_3$ birləşmələrinin polikristal nümunələrinin elektrik müqaviməti tədqiq edilmişdir. Qeyd olunan birləşmələrin elektrik müqavimətlərinin temperatur asılılıqları 1-ci və 2-ci şəkillərdə göstərilmişdir.



Şəkil 1. $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Mg_{0.1}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.70}Sr_{0.30}Mn_{0.90}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, birləşmələrinin müqavimətinin temperatur asılılıqları.



Şəkil 2. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.103}$ birləşmələrinin müqavimətinin temperatur asılılıqları.



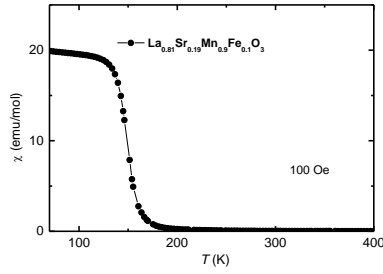
Şəkil 3. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1-x}\text{Mg}_x\text{O}_3$ birləşmələrinin "metal – yarımkeçirici" (T_{ms}) temperatur keçidinin konsentrasiya asılılığı.

Ölçülər göstərir ki, birləşmələrdə "metal – yarımkeçirici" keçidi müşahidə olunur. Tərkiblə maqneziumun miqdarı $x = 0,050$ -ə qədər artdıqca "metal – yarımkeçirici" keçid temperaturu da artır, $x = 0,075$ – də isə azalır (şəkil 3). Maksimal miqdarda maqneziuma malik tərkib ən yüksək elektrik müqavimətinə malikdir. Tədqiq olunmuş maqnitlərin elektrik parametrlərinin tərkibdən asılılığı aşağıdakı kimi izah olunur:

Keçid temperaturu T_{ms} – in və keçiriciyinin nümunədə maqneziumun miqdarının artması ilə aşağı düşməsi Mn^{4+} ionlarını Mg^{2+} ionlarının ekranlanması nəticəsində Mn^{4+} və Mn^{3+} arasında ikiqat mübadilə qarşılıqlı – təsirin pozulması hesabınadır;

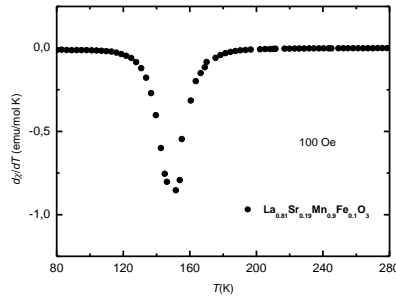
"Metal – yarımkeçirici" keçidi temperaturunun əmələ qəlməsi Mg^{2+} ionlarının təsiri ilə Mn^{4+} ionları konsentrasiyasının artması, $\text{Mn}^{3+}-\text{O}^{2-}-\text{Mn}^{4+}$ əlaqəsini pozan və Mn^{3+} və ya Mn^{4+} ionları ilə antiferromaqnit qarşılıqlı təsirinə girən dəmirin miqdarının azalması sayəsində ikiqat mübadilə qarşılıqlı təsiri ilə əlaqəli $\text{Mn}^{3+} - \text{Mn}^{4+}$ cütlərin artması hesabınadır.

Yuxarıda göstərilən elektrik müqavimət tədqiqatlarından əlavə, həm də $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin 80-340K temperatur intervalında 100 Ersted maqnit sahəsində maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı və EPR ölçüləri də aparılmışdır. $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin 80-400K temperatur intervalında maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı şəkl. 4 – də verilmişdir.



Şək.4 $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin 100 Ersted maqnit sahəsində ölçülmüş maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı.

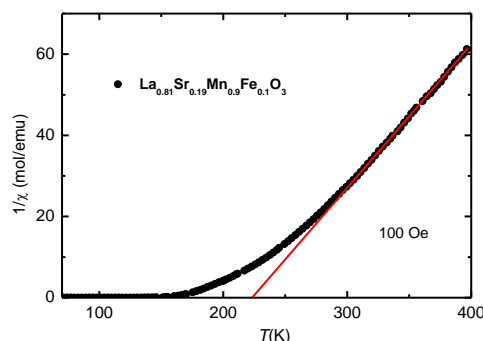
Maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığının ölçülərinin nəticələri göstərir ki, $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsi Küri temperaturu T_C -dan aşağı temperaturda ferromaqnit faza keçidinə məruz qalır. Yuxarıda göstərilən birləşmənin maqnit qavrayıcılığı əyrisinin özünü aparması ferromaqnit birləşmələrə xasdır [1,2]. T_C -nin qiyməti ($T_C = 152\text{K}$) $d\chi(T)/dT$ temperatur asılılığından təyin olunmuşdur (şək.5). Bu birləşmənin maqnit qavrayıcılığı əyrisi yüksək temperaturlarda (maqnit faza keçidi temperaturundan yuxarı) Küri Veys qanununa tabe olur $\chi(T) = C/(T - \Theta)$ (burada C Küri sabiti və Θ paramaqnit Küri temperaturu maddənin parametrləridir) [1,2].



Şək. 5. $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin $\chi'(T) = d\chi(T)/dT$ törəməsinin temperatur asılılığı.

$\chi^{-1}(T)$ koordinatlarında Küri Veys qanunu xətti asılılıq şəklindədir. Buna görə də Θ parametri (Θ paramaqnit Küri temperaturu) qrafiki üsulla təyin oluna bilər, Θ - yüksək temperaturlar oblastında xətti asılılığın ekstrapolyasiyası zamanı T oxu ilə kəsişmə nöqtəsidir [1,2]. Bir qayda olaraq ferromaqnetiklər üçün $\Theta > 0$, antiferromaqnetiklər üçün $\Theta < 0$ [1,2]. Bir çox ferro- və antiferromaqnetiklərin maqnit qavrayıcılığı $\chi(T)$ paramaqnit oblastda uyğun olaraq Küri nöqtəsi T_C və Neel nöqtəsi T_N -dən kifayət qədər yüksək temperaturlarda Küri Veys qanunu ilə təsvir oluna bilər. Küri Veys qanunu P.E.Veys tərəfindən paramaqnetiklər üçün verilmişdir və Küri qanununun ümumiləşməsidir [1,2].

Maqnit qavrayıcılığının tərs qiymətinin temperatur asılılığından $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ yuxarıda göstərilən birləşmənin Θ paramaqnit Küri temperaturu təyin olunmuşdur ($\Theta = 224\text{K}$). Bu asılılığın düz xətti hissəsinin uzantısı temperatur oxunu Θ qiymətində kəsir (şək.5) və müsbətdir. Bu da ferromaqnetiklər üçün xarakterikdir [1,2].



Şək. 6 $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşməsinin 100 Ersted maqnit sahəsində ölçülmüş maqnit qavrayıcılığının tərs qiyməti χ^{-1} -in temperatur asılılığı. (Düz xətti hissəsinin uzantısı temperatur oxunu Θ qiymətində kəsir).

Aparılmış ölçülərin nəticələrinə əsasən tədqiq olunan birləşmənin effektiv maqnit momentinin qiyməti təyin edilmişdir. Birləşmənin effektiv maqnit momenti $\mu_{\text{eff}} = 4.8 \mu_{\text{B}}/\text{f.u.}$ ($\mu_{\text{B}}/\text{f.u.}$ - $\mu_{\text{B}}/\text{f.v.}$, f.v. formula vahidi) qiymətə bərabərdir.

[1] Дж. Смарт, Эффективное поле в теории магнетизма, Издательство «Мир» Москва 1968, 271с.

[2] С. Крупичка, Физика ферритов и родственных им магнитных окислов, том1, Издательство «Мир» Москва 1978, 353с.

4 Layihə üzrə **elmi nəşrlər** (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmalar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, Impact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərilməlidir) *(surlarını kağız üzərində və CD şəkildə əlavə etməli!)*

1.Z.Y. Seidov, I.V. Yatsyk, F.G. Vagizov, V.A. Shustov, A.G. Badelin, V.K. Karpasyuk, M.J. Najafzade, I.N. Ibrahimov, S.Kh. Estemirova, H.A. Krug von Nidda, R.M. Eremina, Local magnetic properties of $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1-x}\text{Zn}_x\text{O}_3$, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2022, v.52, 169190 <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2022.169190> (IF-2.993, Cite Score-5.1)

2. A.M. ABDULLAYEV, M.C. NƏCƏFZADƏ, İ.N. İBRAHİMOV, La1-cSrc Mn1-yZn yO 3 (c+y=0.15, 0.17) AŞQARLANMIŞ MANQANİTİN MÜQAVİMƏTİNİN TEMPERATUR ASILILIĞININ TƏDQIQI, AJP FİZİKA 2021 volume XXVII, I №4, section: Az, s.40-45 http://www.physics.gov.az/physart/319_2021_04_40_az.pdf

3. Eremina R.M., Yatsyk I.V., Shustov V.A., Seidov Z.Y., Krug von Nidda H.A., Badelin A.G., Karpasyuk V.K., Najafzade M.J., Ibrahimov I.N., Abdinov J.Sh., Magnetic properties of the diluted manganite system $\text{La}_{1-c}\text{Sr}_c\text{Mn}_{1-y}\text{Zn}_y\text{O}_3$. Book of Abstracts. 7th International Conference MTP-2021: Modern Trends in Physics, BSU, p.170, December 15-17 2021, Baku, Azerbaijan, http://mtp2021.bsu.edu.az/ABSTRACT_BOOK_MTP_2021.pdf

5 İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər

6 Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərilməlidir)

7 Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)

8	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak (burada doldurulmalı)
9	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq) (burada doldurulmalı) Eremina R.M., Yatsyk I.V., Shustov V.A., Seidov Z.Y., Krug von Nidda H.A., Badelin A.G., Karpasyuk V.K., Najafzade M.J., Ibrahimov I.N., Abdinov J.Sh., Magnetic properties of the diluted manganite system La _{1-c} SrcMn _{1-y} ZnyO ₃ (Poster), 7th International Conference MTP-2021: Modern Trends in Physics, BSU, December 15-17 2021
10	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları
11	Yerli həmkarlarla əlaqələr
12	Xarici həmkarlarla əlaqələr Yeremina R.M., Shustov V. A., Qavrilova T.P., Fazlizhanov I.I., Yatsik I.V., Vagizov F.G., (KFTI, Kazan, RF). Karpasyuk V.K. and Badelin A.G. (Həştərxan Dövlət Universiteti, Həştərxan, RF).
13	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa)
14	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa)
15	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa)
16	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərilməlidir)

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu
Baş məsləhətçi
Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ _ ” _____ 20_ -ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri
Alcanov Məzahir Əmircan oğlu

(imza)

“ _ ” _____ 20_ -ci il



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondu
və Rusiya Fundamental Tədqiqatlar Fondunun
1-ci Azərbaycan-Rusiya birgə beynəlxalq grant
müsabiqəsinin (EIF-BGM-4-RFTF-1/2017) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ
VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQIQATLARDA
İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA
MƏLUMAT VƏRƏQİ

(Qaydalar üzrə Əlavə 16)

Layihənin adı: **La_{1-c}Sr_cMn_{1-x-y}Fex(Mg,Zn)_yO₃ (0<c<0,35; x+y=0,1) aşqarlanmış manqanit sisteminin köçürmə və maqnit xassələri**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Alcanov Məzahir Əmircan oğlu**

Qrantın məbləği: **90 400 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-BGM-4-RFTF-1/2017-21/03/1-M-03**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **16 sentyabr 2020-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **18 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 noyabr 2020-ci il – 01 may 2022-ci il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

1 Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası

(burada doldurmalı)

La_{1-c}Sr_cMn_{1-y}Zn_yO₃

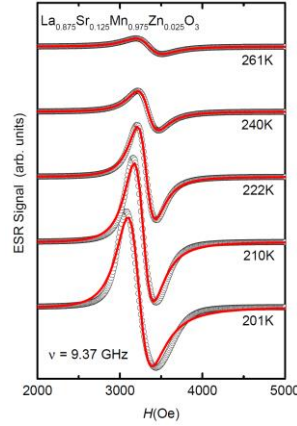
La_{0.875}Sr_{0.125}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O₃, La_{0.9}Sr_{0.1}Mn_{0.95}Zn_{0.05}O₃, La_{0.95}Sr_{0.05}Mn_{0.9}Zn_{0.1}O₃,

La_{0.975}Sr_{0.025}Mn_{0.875}Zn_{0.125}O₃, La_{0.855}Sr_{0.145}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O₃, La_{0.880}Sr_{0.120}Mn_{0.950}Zn_{0.050}O₃,

La_{0.93}Sr_{0.07}Mn_{0.9}Zn_{0.1}O₃, birləşmələrinin 80-300K temperatur intervalında X-diapazonda (9,37 Hhs) ESR (EPR) ölçüləri aparılmışdır. Birləşmələrinin maqnit rezonans xətlərinin formasının approksimasiyası üçün (1) ifadəsindən istifadə olunmuşdur [1]:

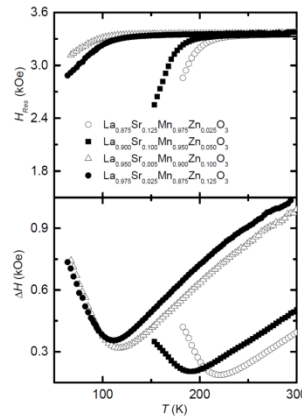
$$Y(H) \propto \frac{d}{dH} \left[\frac{\Delta H + \alpha(H - H_0)}{\Delta H^2 + (H - H_0)^2} + \frac{\Delta H - \alpha(H + H_0)}{\Delta H^2 + (H + H_0)^2} \right], \quad (1)$$

burada α asimetriya parametridir (dispersiyanın udulmaya nisbətii).

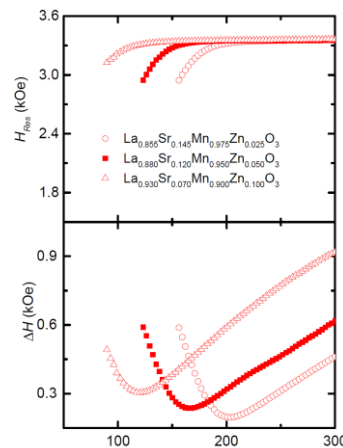


Şək.1. $\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit rezonans spektrinin görünüşü. Xətlərin forması (1) ifadəsi ilə approksimasiya olunmuşdur (qırmızı xətt approksimasiyanı göstərir).

$\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$ birləşməsinin maqnit rezonans spektrinin görünüşü şəkil 1-də verilmişdir. Təqdim olunan birləşmələrin approksimasiya ilə alınmış xətlərinin eninin ΔH və sahənin rezonans qiymətinin H_{Res} temperatur asılılığı şək.2 və şək.3-də göstərimişdir.



Şək.2. $\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.900}\text{Sr}_{0.100}\text{Mn}_{0.950}\text{Zn}_{0.050}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.950}\text{Sr}_{0.050}\text{Mn}_{0.900}\text{Zn}_{0.100}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.975}\text{Sr}_{0.025}\text{Mn}_{0.875}\text{Zn}_{0.125}\text{O}_3$ nümunələrinin maqnit rezonans xətlərinin eninin (ΔH) və sahənin rezonans qiymətinin (H_{Res}) temperatur asılılığı.



Şək.3. $\text{La}_{0.855}\text{Sr}_{0.145}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.880}\text{Sr}_{0.120}\text{Mn}_{0.950}\text{Zn}_{0.050}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.930}\text{Sr}_{0.070}\text{Mn}_{0.900}\text{Zn}_{0.100}\text{O}_3$ nümunələrinin maqnit rezonans xətlərinin eninin (ΔH) və sahənin rezonans qiymətinin (H_{Res}) temperatur asılılığı.

Şək.2 və şək. 3-dən birləşmələrin maqnit rezonans xətlərinin özünü aparmasında eksperimental xüsusiyyətlər aydın müşahidə olunur. Temperatur azaldıqca ehtimalla görə superparamaqnit sahələrin anizotropiya oxlarının istiqamətlərinin dağınıqlığı nəticəsində maqnit rezonans xəttinin eni artmağa başlayır, bu da qeyri-bircins genişlənməyə gətirir [2,3]. Digər tərəfdən, temperatur artdıqca yəqin ki, istilik fluktuasiyalarına görə xəttin eni artır [2,3]. Həm də şək.2 və şək.3-dən görüldüyü kimi temperaturun azalması ilə anizotropiya sahəsinin təsiri nəticəsində sahənin rezonans qiyməti H_{Res} daha kiçik maqnit sahəsinə tərəf sürüşür. Maqnit rezonans xətlərinin eninin ΔH və sahənin rezonans qiymətinin H_{Res} temperatur asılılıqlarının özünü belə aparması superparamaqnit hissəciklərin gözlənilən davranışı ilə üst-üstə düşür [2].

80 - 300 K temperatur intervalında maqnit sahəsiz və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində $La_{0.875}Sr_{0.125}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$, $La_{0.90}Sr_{0.10}Mn_{0.95}Zn_{0.05}O_3$, $La_{0.95}Sr_{0.05}Mn_{0.90}Zn_{0.10}O_3$, $La_{0.975}Sr_{0.025}Mn_{0.875}Zn_{0.125}O_3$, $La_{0.855}Sr_{0.145}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$, $La_{0.88}Sr_{0.12}Mn_{0.95}Zn_{0.05}O_3$, $La_{0.93}Sr_{0.07}Mn_{0.90}Zn_{0.10}O_3$ birləşmələrinin polikristal nümunələrinin elektrik müqaviməti tədqiq edilmişdir.

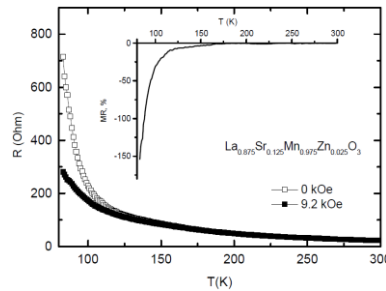
Maqnit müqaviməti

$$|MR|_{max} = \frac{[R(0) - R(H_C)]}{R(H_C)} \times 100\%,$$

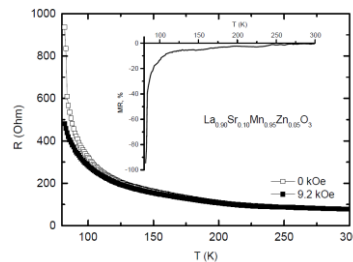
ifadəsi ilə hesablanmışdır. Burada $R(H_C)$ – fiksə olunmuş H intensivlikli sahədə; $R(0)$ – maqnit sahəsi olmadığı haldakı müqavimətdir.

Yuxarıda göstərilən birləşmələr üçün maqnit müqavimətinin MR_{max} alınmış qiymətləri 1-ci cədvəldə verilmişdir.

Bəzi birləşmələrinin maqnit sahəsi olmadıqda (\square) və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində (\blacksquare) müqavimətlərinin temperatur asılılıqları 4 və 5-ci şəkillərdə göstərilmişdir. Şəkillərə əlavələrdə birləşmələrin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı verilmişdir. Şəkillərdən görünür ki, tədqiq olunan temperatur intervalında (80 – 300 K) birləşmələrin hamısının keçiriciliyi yarımkeçirici xarakterlidir.



Şəkil 4. $La_{0.875}Sr_{0.125}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$ birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda (\square) və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində (\blacksquare) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə: $La_{0.875}Sr_{0.125}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$ birləşməsinin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı.



Şəkil 5. $La_{0.90}Sr_{0.10}Mn_{0.95}Zn_{0.05}O_3$ birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda (\square) və 9,2 kE intensivlikli maqnit sahəsində (\blacksquare) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə: $La_{0.90}Sr_{0.10}Mn_{0.95}Zn_{0.05}O_3$ birləşməsinin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı.

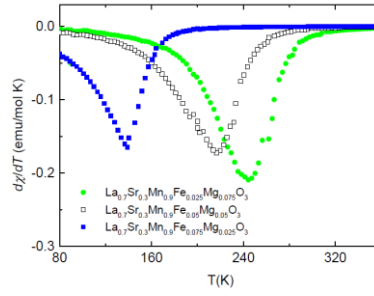
Cədvəl 1.

Birləşmə	Kristallik quruluş	$ MR _{\max}$, %	T_{MR} , K	R(Ohm)
$La_{0.875}Sr_{0.125}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$	Romboedrik(R3c) $a=5.5249 \text{ \AA}$, $b=13.3387 \text{ \AA}$	~ 154	83	714
$La_{0.90}Sr_{0.10}Mn_{0.95}Zn_{0.05}O$	Romboedrik $a=5.5228 \text{ \AA}$, $b=13.336 \text{ \AA}$	~ 94	83	935
$La_{0.95}Sr_{0.05}Mn_{0.90}Zn_{0.10}O_3$	Ortorombik(Pbnm) $a=5.5274 \text{ \AA}$, $b=5.4845 \text{ \AA}$ $c=7.7675 \text{ \AA}$	~ 108	83	108935
$La_{0.975}Sr_{0.025}Mn_{0.875}Zn_{0.125}O_3$	Ortorombik (Pbnm) $a=5.5241 \text{ \AA}$, $b=5.4817 \text{ \AA}$ $c=7.7643 \text{ \AA}$	~ 36	83	28510
$La_{0.855}Sr_{0.145}Mn_{0.975}Zn_{0.025}O_3$	Romboedrik (R3c) $a=5.5039 \text{ \AA}$, $b=13.3461 \text{ \AA}$	~71	83	1001
$La_{0.88}Sr_{0.12}Mn_{0.95}Zn_{0.05}O_3$	Romboedrik(R3c) $a=5.5196 \text{ \AA}$, $b=13.3512 \text{ \AA}$	~ 58	83	1067
$La_{0.930}Sr_{0.070}Mn_{0.9}Zn_{0.1}O_3$	Ortorombik(Pbnm) $a=5.5283 \text{ \AA}$, $b=5.4838 \text{ \AA}$ $c= 7.7667 \text{ \AA}$	~ 60	83	6490

Cədvəldən görünür ki, romboedrik strukturlu tərkiblər üçün müqavimət artdıqca maqnit sahəsinin müqavimətə təsiri azalır. Fərz edilir ki, müqavimətin artması ilə yükdaşıyıcıların yürlüklüyü azalır və bu maqnit sahəsinin yükdaşıyıcılara təsirini zəiflədir.

$La_{1-c}Sr_cMn_{1-x-y}Fe_xMg_yO_3$

$La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.1}O_3$, $La_{0.81}Sr_{0.19}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.90}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.1}O_3$ birləşmələrinin 80-400K temperatur intervalında 1000 Ersted maqnit sahəsində maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığı ölçüləri aparılmışdır. Maqnit qavrayıcılığının temperatur asılılığının ölçülərinin nəticələri göstərmişdir ki, $La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.81}Sr_{0.19}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.025}Mg_{0.075}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.05}Mg_{0.05}O_3$, $La_{0.7}Sr_{0.3}Mn_{0.9}Fe_{0.075}Mg_{0.025}O_3$ birləşmələri Küri temperaturu T_C -dan aşağı temperaturda ferromaqnit faza keçidinə məruz qalır. Yuxarıda göstərilən birləşmələrin maqnit qavrayıcılığı əyrilərinin özünü aparması ferromaqnit birləşmələrə xasdır [4,5]. T_C -nin qiymətləri $d\chi(T)/dT$ temperatur asılılığından təyin olunmuşdur (şək.5, cədv.2). Yuxarıda göstərilən birləşmələrin maqnit qavrayıcılığı əyriləri yüksək temperaturlarda (maqnit faza keçidi temperaturundan yuxarı) Küri Veys qanununa tabe olur $\chi(T) = C/(T - \Theta)$ (burada C Küri sabiti və Θ paramaqnit Küri temperaturu maddənin parametrləridir) [4,5]. Birləşmələrin Θ paramaqnit Küri temperaturu maqnit qavrayıcılığının tərs qiymətinin temperatur asılılığından təyin olunmuşdur. Birləşmələrin Θ paramaqnit Küri temperaturu müsbət qiymətə malikdir (cədv.2). Bu, ferromaqnetiklər üçün xarakterikdir [1,2]. Aparılmış ölçülərin nəticələrinə əsasən birləşmələrin effektiv maqnit momentinin qiyməti təyin edilmişdir (cədv.2) [4,5,6].



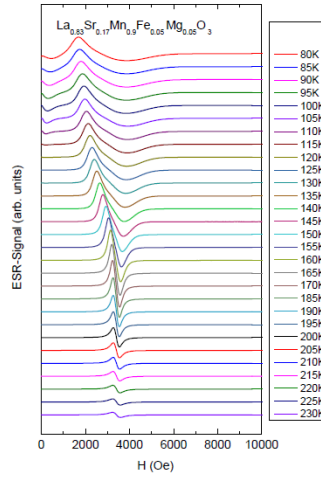
Şək. 5. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$ birləşmələrinin $\chi'(T) = d\chi(T)/dT$ törəməsinin temperatur asılılığı.

Cədvəl 2.

$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşmələrinin T_C - Kuri temperaturu; $\Theta(K)$ – paramaqnit Kuri temperaturu; μ_{eff} effektiv maqnit momentinin qiymətləri ($\mu_B/f.u.$ - $\mu_B/f.v.$, f.v. formula vahidi).

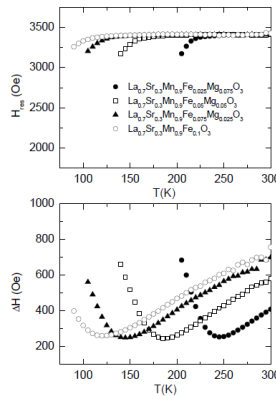
Birləşmə	$T_C(K)$	$\Theta(K)$	$\mu_{\text{эфф.}} (\mu_B/f.u.)$
$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$	167	214	5.08
$\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$	-	195	5.01
$\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$	179	240	5.2
$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$	244	330	5.02
$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$	216	270	5.08
$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$	138	196	5.04
$\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$	-	200	5.18

$\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.70}\text{Sr}_{0.30}\text{Mn}_{0.90}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşmələrinin 80-300K temperatur intervalında X-diapazonda (9,37 Hhs) ESR (EPR) ölçüləri aparılmışdır. Aparılmış ölçülər göstərmişdir ki, $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.70}\text{Sr}_{0.30}\text{Mn}_{0.90}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$ birləşmələri üçün uyğun olaraq 170K, 190K, 240K, 205K, 130K -dən aşağı temperaturda maqnit sahəsinin rezonans qiyməti (dəyişikliyə) sürüşməyə məruz qalır (şək.6) $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.81}\text{Sr}_{0.19}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.70}\text{Sr}_{0.30}\text{Mn}_{0.90}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$ birləşmələri üçün uyğun olaraq 170K, 190K, 240K, 205K, 130K -dən yuxarı temperaturda $g \approx 2$ olan tipik paramaqnit rezonans xətti müşahidə olunur. Müəyyən temperaturdan aşağı temperaturda ESR spektrlərin özünü belə aparması (yəni ESR spektrlərində maqnit sahəsinin rezonans qiymətlərinin sürüşməsi) yuxarıda göstərilən birləşmələrdə müşahidə olunan maqnit nizamlılığı ilə bağlıdır.



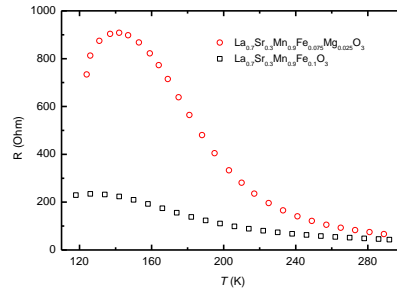
Şək. 6. $\text{La}_{0.83}\text{Sr}_{0.17}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$ birləşməsinin 80-230K temperatur intervalında ESR spektri.

Təqdim olunan birləşmələrin aproksimasiya ilə alınmış xətlərinin eninin ΔH və sahənin rezonans qiymətinin H_{Res} temperatur asılılığı şək.7-də göstərməmişdir. Şək.7-dən görünür ki, temperaturun dəyişməsi ilə birləşmələrin maqnit rezonans xətlərinin özünü aparmasında müəyyən xüsusiyyətlər müşahidə olunur. Maqnit rezonans xətlərinin eni ΔH və sahənin rezonans qiyməti H_{Res} -in temperatur asılılıqlarının özünü belə aparması superparamaqnit hissəciklərin gözlənilən davranışı ilə üst-üstə düşür [2].

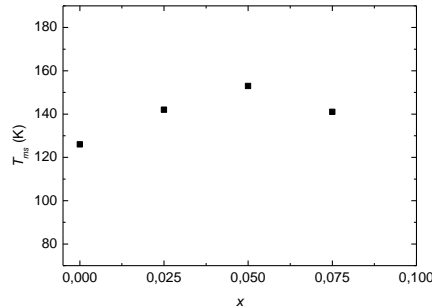


Şək.7. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ nümunələrinin maqnit rezonans xətlərinin eninin (ΔH) və sahənin rezonans qiymətinin (H_{Res}) temperatur asılılığı. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Mg}_{0.1}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.025}\text{Mg}_{0.075}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.05}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşmələrinin polikristal nümunələrinin elektrik müqaviməti 100 - 300 K temperatur intervalında tədqiq edilmişdir. Aparılmış ölçülər göstərir ki, birləşmələrdə “metal – yarımkeçirici” keçidi müşahidə olunur (şək.8) Tərkiblə maqneziumun miqdarı $x = 0,05$ -ə qədər artdıqca “metal – yarımkeçirici” keçid temperaturu da artır, $x = 0,075$ – də isə azalır (şək.9). Maksimal miqdarda Maqneziuma malik tərkib ən yüksək elektrik müqavimətinə malikdir. Tədqiq olunmuş maqnitlərin elektrik parametrlərinin tərkibdən asılılığı aşağıdakı kimi izah olunur:

- keçid temperaturu T_{ms} -in və keçiriciliyin nümunədə maqneziumun miqdarının artması ilə aşağı düşməsi Mn^{4+} ionlarını Mg^{2+} ionlarının ekranlanması nəticəsində Mn^{4+} və Mn^{3+} arasında ikiqat mübadilə qarşılıqlı – təsirinin pozulması hesabınadır;
- “metal – yarımkeçirici” keçidi temperaturunun əmələ gəlməsi Mg^{2+} ionlarının təsiri ilə Mn^{4+} ionları konsentrasiyasının artması, $\text{Mn}^{3+}-\text{O}^{2-}-\text{Mn}^{4+}$ əlaqəsini pozan və Mn^{3+} və ya Mn^{4+} ionları ilə antiferromaqnit qarşılıqlı təsirinə girən dəmirin miqdarının azalması sayəsində ikiqat mübadilə qarşılıqlı təsiri ilə əlaqəli $\text{Mn}^{3+} - \text{Mn}^{4+}$ cütlərin artması hesabınadır.



Şəkil 8. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.075}\text{Mg}_{0.025}\text{O}_3$, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ birləşmələrinin müqavimətinin temperatur asılılıqları.



Şəkil 9. $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1-x}\text{Mg}_x\text{O}_3$ birləşmələrinin “metal – yarımkəçirici” (T_{ms}) temperatur keçidinin konsentrasiya asılılığı.

[1]T.Kurz, Elektronspinrezonanz in nanoskaligen systemen, (2005) Cuvillier Verlag Göttingen 207p.; D.Zakharov, Exchange and relaxation in Spin Chains (2007) Cuvillier Verlag Göttingen 143p.; Janhavi P. Joshi, S .V. Bhat, On the analysis of broad Dysonian electron paramagnetic resonance spectra , J. Magn. Reson. (2004), v. 168, p.284.

[2]Yu.L. Raikher and V. I. Stepanov, The effect of thermal fluctuations on the FMR line shape in dispersed ferromagnets, ZhETF (1992) v.102, p.1409. Yu.L. Raikher and V. I.Stepanov, Ferromagnetic resonance in a suspension of single-domain particles, Phys. Rev. B (1994) v.50, p.6250.

[3]Yu.L. Raikher, V.I. Stepanov, Magnetization dynamics of single-domain particles by superparamagnetic theory, Journal of Magnetism and Magnetic Materials (2007) v. 316, p. 417

[4] Дж. Сمارт, Эффективное поле в теории магнетизма, Издательство «Мир» Москва 1968, 271с.

[5] С. Крупичка , Физика ферритов и родственных им магнитных окислов , том1, Издательство «Мир» Москва 1978, 353с.

[6] Z. S. Teweldemedhin, R. L. Fuller, and M. Greenblatt, Magnetic Susceptibility Measurements of Solid Manganese Compounds with Evan’s Balance, Journal of Chemical Education , v.73, p.906, 1996

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi haqqında məlumat (istehsalatda tətbiq (tətbiqin aktını əlavə etməli); tədris və təhsildə (nəşr olunmuş elmi əsərlər və s. – təhsil sistemində tətbiqin aktını əlavə etməli); bağlanmış xarici müqavilələr və ya beynəlxalq layihələr (kimlə bağlanıb, müqavilənin və ya layihənin nömrəsi, adı, tarixi və dəyəri); dövlət proqramlarında (dövlət orqanının adı, qərarın nömrəsi və tarixi); ixtira üçün alınmış patentlərdə (patentin nömrəsi, verilmə tarixi, ixtiranın adı); və digərlərində)

(burada doldurmalı)

1. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

1

Nəticələrin istifadəsi perspektivləri (fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında; dövlət proqramlarında; dövlət qurumlarının sahə tədqiqat proqramlarında; ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə; beynəlxalq layihələrdə; və digərlərində)

(burada doldurulmalı)

Layihə çərçivəsində apardığımız tədqiqatların nəticələrinin beynəlxalq elmi jurnallarda nəşr olunmasını, həmçinin, apardığımız tədqiqatların ümumiləşdirilmiş nəticələrini beynəlxalq konfranslarda təqdim etməyi planlaşdırırıq. Biz Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fonduna ayrılmış qrantla görə minnətdarlığımızı bildiririk və gələcəkdə yenə əməkdaşlıq edəcəyimizə ümid edirik.

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ _ ” _____ 20_ -ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Alcanov Məzahir Əmircan oğlu

(imza)

“ _ ” _____ 20_ -ci il



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondu
və Rusiya Fundamental Tədqiqatlar Fondunun
1-ci Azərbaycan-Rusiya birgə beynəlxalq grant
müsabiqəsinin (EIF-BGM-4-RFTF-1/2017) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə**

**ALINMIŞ ELMİ MƏHSUL HAQQINDA MƏLUMAT
(Qaydalar üzrə Əlavə 17)**

Layihənin adı: $La1-cSrcMn1-x-yFex(Mg,Zn)yO3$ ($0 < c < 0,35$; $x+y=0,1$) aşqarlanmış manqanit sisteminin köçürmə və maqnit xassələri

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Alcanov Məzahir Əmircan oğlu**

Qrantın məbləği: **90 400 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-BGM-4-RFTF-1/2017-21/03/1-M-03**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **16 sentyabr 2020-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **18 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 noyabr 2020-ci il – 01 may 2022-ci il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

1. Elmi əsərlər (sayı)

No	Tamliq dərəcəsi Elmi məhsulun növü	Dərc olunmuş	Çapa qəbul olunmuş və ya çapda olan	Çapa göndərilmiş iş
1.	Monoqrafiyalar			
	həmçinin, xaricdə çap olunmuş			

2.	Məqalələr həmçinin xarici nəşrlərdə	Z.Y. Seidov, I.V. Yatsyk, F.G. Vagizov, V.A. Shustov, A.G. Badelin, V.K. Karpasyuk, M.J. Najafzade, I.N. Ibrahimov, S.Kh. Estemirova, H.A. Krug von Nidda, R.M. Eremina, Local magnetic properties of $La_{0.83}Sr_{0.17}Mn_{0.9}Fe_{0.1-x}Zn_xO_3$, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2022, v.52, 169190 https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2022.169190		
		A.M. ABDULLAYEV, M.C. NƏCƏFZADƏ, İ.N. İBRAHİMOV, $La_{1-c}Sr_cMn_{1-y}Zn_yO_3$ (c+y=0.15, 0.17) AŞQARLANMIŞ MANQANİTİN MÜQAVİMƏTİNİN TEMPERATUR ASILILIĞININ TƏDQIQI, AJP FİZİKA 2021 volume XXVII, I №4, section: Az, s.40-45 http://www.physics.gov.az/physart/319_2021_04_40_az.pdf		
3.	Konfrans materiallarında məqalələr O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında			
4.	Məruzələrin tezisləri həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda	Eremina R.M., Yatsyk I.V., Shustov V.A., Seidov Z.Y., Krug von Nidda H.A., Badelin A.G., Karpasyuk V.K., Najafzade M.J., Ibrahimov I.N., Abdinov J.Sh., Magnetic properties of the diluted manganite system $La_{1-c}Sr_cMn_{1-y}Zn_yO_3$. Book of Abstracts. 7th International Conference MTP-2021: Modern Trends in Physics, BSU, p.170, December 15-17 2021, Baku, Azerbaijan, http://mtp2021.bsu.edu.az/ABSTRACT_BOOK_MTP_2021.pdf		
5.	Digər (icmal, atlas, kataloq və s.)			

2. İxtira və patentlər (sayı)

№	Elmi məhsulun növü	Alınmış	Verilmiş	Ərizəsi verilmiş
1.	Patent, patent almaq üçün ərizə			
2.	İxtira			
3.	Səmərələşdirici təklif			

3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

Nö	Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.)	Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq)	Məruzənin növü (plenar, dəvətli, şifahi, divar)	Sayı
1.	Eremina R.M., Yatsyk I.V., Shustov V.A., Seidov Z.Y., Krug von Nidda H.A., Badelin A.G., Karpasyuk V.K., Najafzade M.J., Ibrahimov I.N., Abdinov J.Sh., Magnetic properties of the diluted manganite system $La_{1-c}Sr_cMn_{1-y}Zn_yO_3$, 7th International Conference MTP-2021: Modern Trends in Physics, BSU, December 15-17 2021	beynəlxalq	divar	1
2.				
3.				

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ _ ” _____ 20_-ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Alcanov Məzahir Əmircan oğlu

(imza)

“ _ ” _____ 20_-ci il