

## La<sub>1-c</sub>Sr<sub>c</sub>Mn<sub>1-y</sub>Zn<sub>y</sub>O<sub>3</sub> (c+y=0.15, 0.17) AŞQARLANMIŞ MANQANİTİN MÜQAVİMƏTİNİN TEMPERATUR ASILILIĞININ TƏDQIQI

A.M. ABDULLAYEV, M.C. NƏCƏFZADƏ, İ.N. İBRAHİMOV

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Fizika İnstitutu*

*H. Cavid pr. 131, AZ-1143 Bakı*

E-mail: [aqaadil@gmail.com](mailto:aqaadil@gmail.com)

80-300 K temperatur intervalında, maqnit sahəsi olmadıqda və 9.2 kOe intensivlikli maqnit sahəsində La<sub>0.875</sub>Sr<sub>0.125</sub>Mn<sub>0.975</sub>Zn<sub>0.025</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.90</sub>Sr<sub>0.10</sub>Mn<sub>0.95</sub>Zn<sub>0.05</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.95</sub>Sr<sub>0.05</sub>Mn<sub>0.90</sub>Zn<sub>0.10</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.975</sub>Sr<sub>0.025</sub>Mn<sub>0.875</sub>Zn<sub>0.125</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.855</sub>Sr<sub>0.145</sub>Mn<sub>0.975</sub>Zn<sub>0.025</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.88</sub>Sr<sub>0.12</sub>Mn<sub>0.95</sub>Zn<sub>0.05</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.93</sub>Sr<sub>0.07</sub>Mn<sub>0.90</sub>Zn<sub>0.10</sub>O<sub>3</sub> birləşmələrinin polikristal nümunələrinin elektrik müqaviməti tədqiq edilmişdir. Tədqiq olunan temperatur intervalında (80–300 K) birləşmələrin hamısının keçiriciliyi yarımkəçirici xarakterə malikdir. Müəyyən edilmişdir ki, bütün strukturlu tərkiblər üçün temperatur artdıqca maqnit sahəsinin müqavimətə təsiri azalır. Güman edilir ki, temperaturun artması ilə yükdaşıyıcıların yürüklüyü azalır və bu maqnit sahəsinin yükdaşıyıcılara təsirini zəiflədir.

**Açar sözlər:** Ferromaqnit, aşqarlanmış manqanidlər, yarımkəçirici, elektrik müqaviməti

**PACS:** 77.80.Bh, 72.20.-i, 64.70.kg, 75.50.Dd, 75.50.Pp

### GİRİŞ

İşin məqsədi La<sub>1-c</sub>Sr<sub>c</sub>Mn<sub>1-y</sub>Zn<sub>y</sub>O<sub>3</sub> (c+y=0.15,0.17) kimi yeni birləşmələrdə yaranan fazaların köçürülmə, maqnit və elektrik xassələrinin aşkara çıxarılması və müxtəlif radiuslu iki valentli qeyri-maqnit maqnezium və sink ionları ilə aşqarlanmış keramikanın xassələrinin müqayisəsidir.

Manqanın (Mn<sup>3+</sup>; 0.70 Å) və dəmirin (Fe<sup>3+</sup>; 0.67Å) ion radiusları praktik olaraq üst-üstə düşür və aşqarlama yalnız ikiqat mübadilə parametrlərini dəyişərək qəfəsin strukturunu cüzi dəyişir. Baxmayaraq ki, ikivalentli sinkin (0.83 Å) və üçvalentli manqanın ion radiusları kifayət qədər fərqlənir və bu da qəfəsin deformasiyasına və manqanidlərin iki valentli ionlarla aşqarlanması zamanı yaranan ferromaqnit nanoklasterlərin lokallaşmasına təsir edir.

Aşqarlanmış manqanitində metallik ferromaqnit fazanın meydana çıxması lokallaşmış spinli ion ilə delokallaşmış elektron arasında güclü mübadilə olması fərziyyəsinə əsaslanan ikiqat qarşılıqlı mübadilə mexanizmi ilə izah olunur [1, 2, 3].

Keçid metalların yarımkəçirici birləşmələrinin hətta kiçik miqdarda (dozada) aşqarlanması cox vaxt bu birləşmələrdə yeni, bəzən tamamilə gözlənilməz fiziki xassələrin meydana çıxmasına gətirir [4, 5]. Maqnit və struktur faza keçidləri və “yarımkəçirici-metal” tipli keçidlər maqnit sahəsi ilə yarana bilər [6-8].

Keramika, nazik təbəqələr, heterostruktur şəklində olan manqanidlər fundamental nöqtəyi-nəzərdə spinorbital nizamlığa, faza təbəqələşməsinə, spin asılı effektlərə [9], spintronikada praktiki tətbiqin mümkünlüyünə, maqnitokalorik effektlərə [10, 11] görə böyük maraq kəsb edir. Aşqarlanmış manqanidlərin tədqiqinə həsr olunmuş coxsaylı məqalələrə baxmayaraq, sink ionları ilə aşqarlanmış lantan manqanidlər tədqiq olunmamışdır. Bu birləşmələrin köçürülmə və maqnit xassələrinin öyrənilməsinə dair ədəbiyyatda cox az sayda məqalə nəşr olunmuşdur.

### EKSPERİMENTAL NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Rentgenstruktur tədqiqatları göstərmişdir ki, c və y konsentrasiyasından asılı olaraq, La<sub>1-c</sub>Sr<sub>c</sub>Mn<sub>1-y</sub>Zn<sub>y</sub>O<sub>3</sub> (c + y = 0.15, 0.17) romboedrik və ya ortorombik quruluşa malikdir (bax.cə.d.1). La<sub>0.875</sub>Sr<sub>0.125</sub>Mn<sub>0.975</sub>Zn<sub>0.025</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.90</sub>Sr<sub>0.10</sub>Mn<sub>0.95</sub>Zn<sub>0.05</sub>O<sub>3</sub> (c+y=0.15), La<sub>0.855</sub>Sr<sub>0.145</sub>Mn<sub>0.975</sub>Zn<sub>0.025</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.88</sub>Sr<sub>0.12</sub>Mn<sub>0.95</sub>Zn<sub>0.05</sub>O<sub>3</sub> (c+y=0.17) birləşmələri romboedrik quruluşa, La<sub>0.95</sub>Sr<sub>0.05</sub>Mn<sub>0.90</sub>Zn<sub>0.10</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.975</sub>Sr<sub>0.025</sub>Mn<sub>0.875</sub>Zn<sub>0.125</sub>O<sub>3</sub> (c+y=0.15) və La<sub>0.93</sub>Sr<sub>0.07</sub>Mn<sub>0.90</sub>Zn<sub>0.10</sub>O<sub>3</sub> (c+y=0.17) birləşmələri isə ortorombik quruluşa malikdir.

80-300 K temperatur intervalında maqnit sahəsi olmadıqda və 9.2 kOe intensivlikli maqnit sahəsində La<sub>0.875</sub>Sr<sub>0.125</sub>Mn<sub>0.975</sub>Zn<sub>0.025</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.90</sub>Sr<sub>0.10</sub>Mn<sub>0.95</sub>Zn<sub>0.05</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.95</sub>Sr<sub>0.05</sub>Mn<sub>0.90</sub>Zn<sub>0.10</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.975</sub>Sr<sub>0.025</sub>Mn<sub>0.875</sub>Zn<sub>0.125</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.855</sub>Sr<sub>0.145</sub>Mn<sub>0.975</sub>Zn<sub>0.025</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.88</sub>Sr<sub>0.12</sub>Mn<sub>0.95</sub>Zn<sub>0.05</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>0.93</sub>Sr<sub>0.07</sub>Mn<sub>0.90</sub>Zn<sub>0.10</sub>O<sub>3</sub> birləşmələrinin polikristal nümunələrinin elektrik müqaviməti tədqiq edilmişdir. Elektrik kontaktları üçün öz-özünə bərkilyən 99.9 % gümüş tərkibli metal üzvü qarışıqdan istifadə olunmuşdur. Maqnit müqaviməti

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

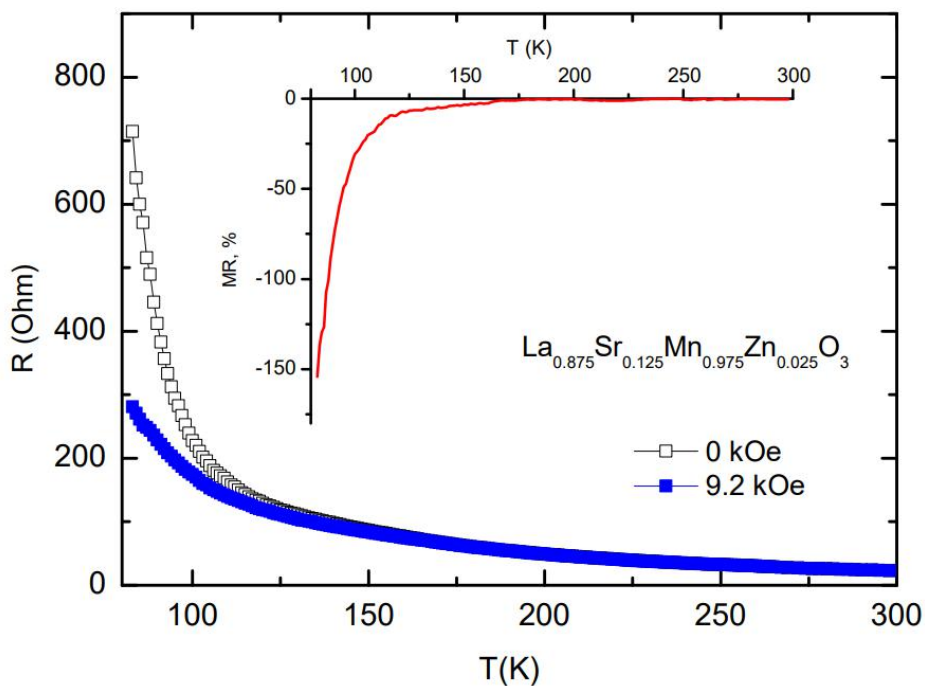
ifadəsi ilə hesablanmışdır [12]. Burada  $R(H_C)$  – fiksə olunmuş  $H_C$  intensivlikli sahədə;  $R(0)$  – maqnit sahəsi olmadığı haldakı müqavimətdir.

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

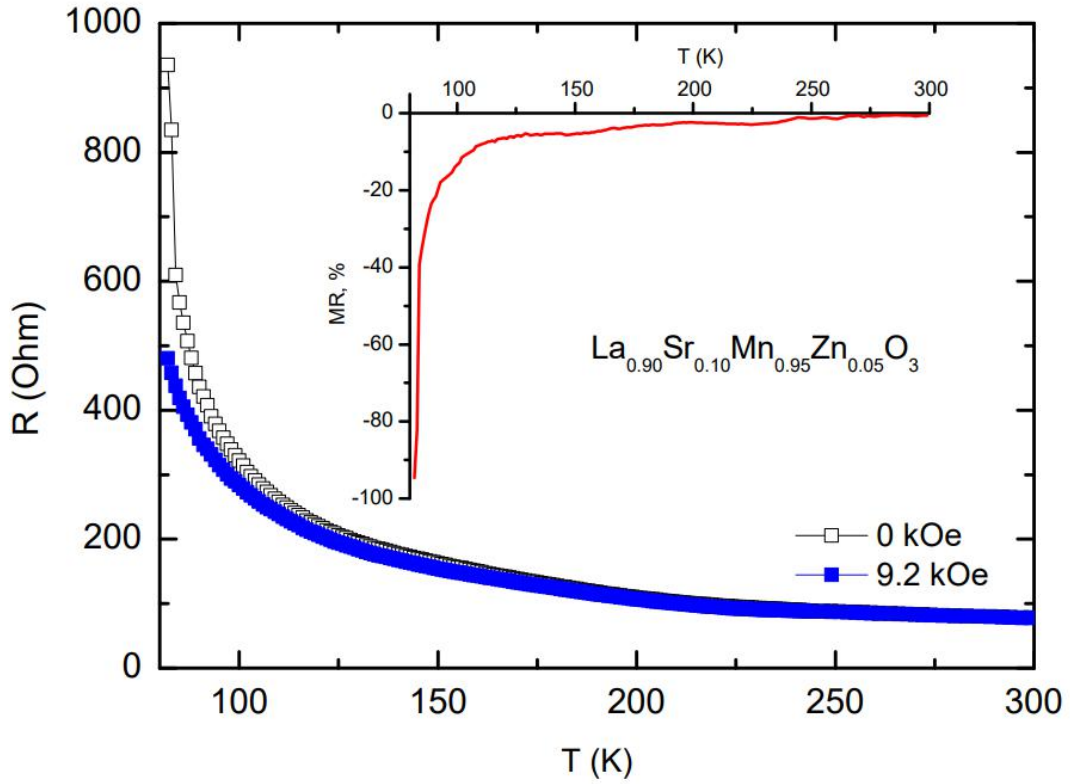
Birləşmələrin maqnit sahəsi olmadıqda (□) və 9.2kOe intensivlikli maqnit sahəsində (■) müqavimətlərinin temperatur asılılıqları 1-7-ci şəkillərdə göstərilmişdir. Şəkillərə əlavələrdə birləşmələrin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı verilmişdir.

Cədvəl 1.

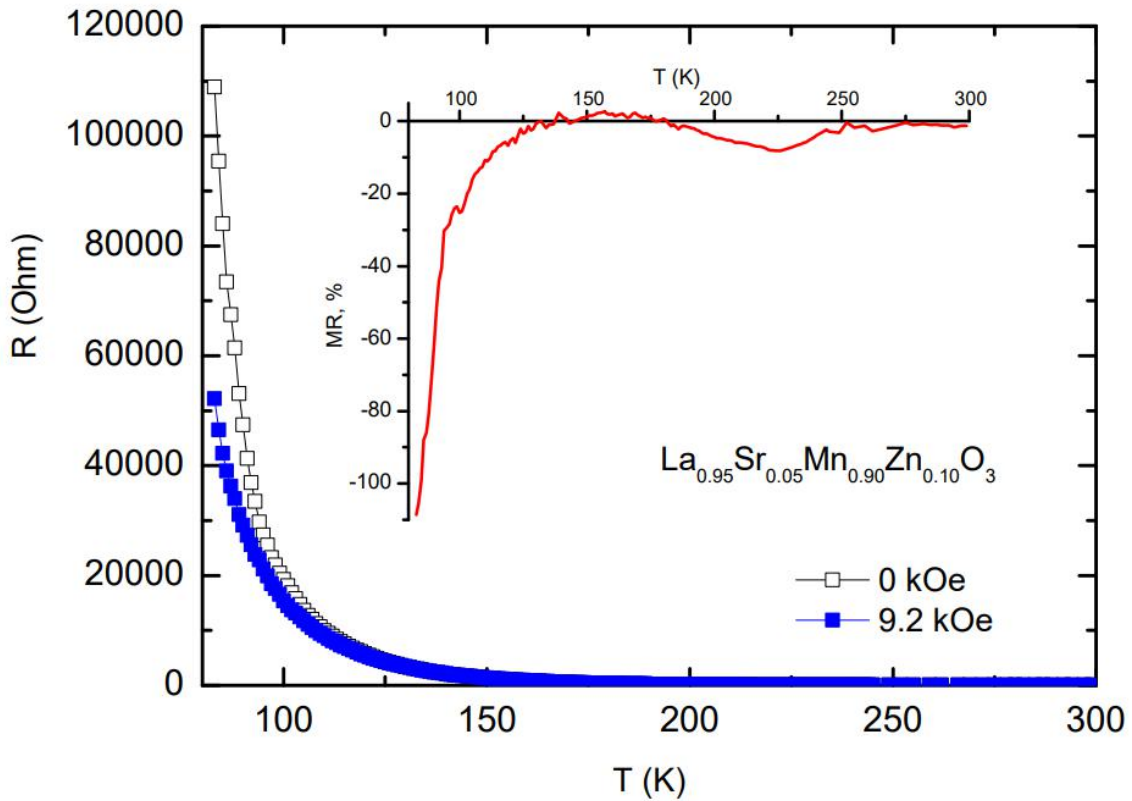
Birləşmə	Kristallik quruluş	$ MR _{\max}$ , %	$T_{MR}$ , K	$R(\text{Om})$
$\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$	Romboedrik ( $R\bar{3}c$ ) $a=5.5249 \text{ \AA}$ $b=13.3387 \text{ \AA}$	~ 154	83	714
$\text{La}_{0.90}\text{Sr}_{0.10}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}$	Romboedrik ( $R\bar{3}c$ ) $a=5.5228 \text{ \AA}$ $b=13.336 \text{ \AA}$	~ 94	83	935
$\text{La}_{0.95}\text{Sr}_{0.05}\text{Mn}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{O}_3$	Ortorombik (Pbnm) $a=5.5274 \text{ \AA}$ $b=5.4845 \text{ \AA}$ $c=7.7675 \text{ \AA}$	~ 108	83	108935
$\text{La}_{0.975}\text{Sr}_{0.025}\text{Mn}_{0.875}\text{Zn}_{0.125}\text{O}_3$	Ortorombik (Pbnm) $a=5.5241 \text{ \AA}$ $b=5.4817 \text{ \AA}$ $c=7.7643 \text{ \AA}$	~ 36	83	28510
$\text{La}_{0.855}\text{Sr}_{0.145}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$	Romboedrik ( $R\bar{3}c$ ) $a=5.5039 \text{ \AA}$ $b=13.3461 \text{ \AA}$	~71	83	1001
$\text{La}_{0.88}\text{Sr}_{0.12}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}_3$	Romboedrik ( $R\bar{3}c$ ) $a=5.5196 \text{ \AA}$ $b=13.3512 \text{ \AA}$	~ 58	83	1067
$\text{La}_{0.930}\text{Sr}_{0.070}\text{Mn}_{0.9}\text{Zn}_{0.1}\text{O}_3$	Ortorombik (Pbnm) $a=5.5283 \text{ \AA}$ $b=5.4838 \text{ \AA}$ $c=7.7667 \text{ \AA}$	~ 60	83	6490



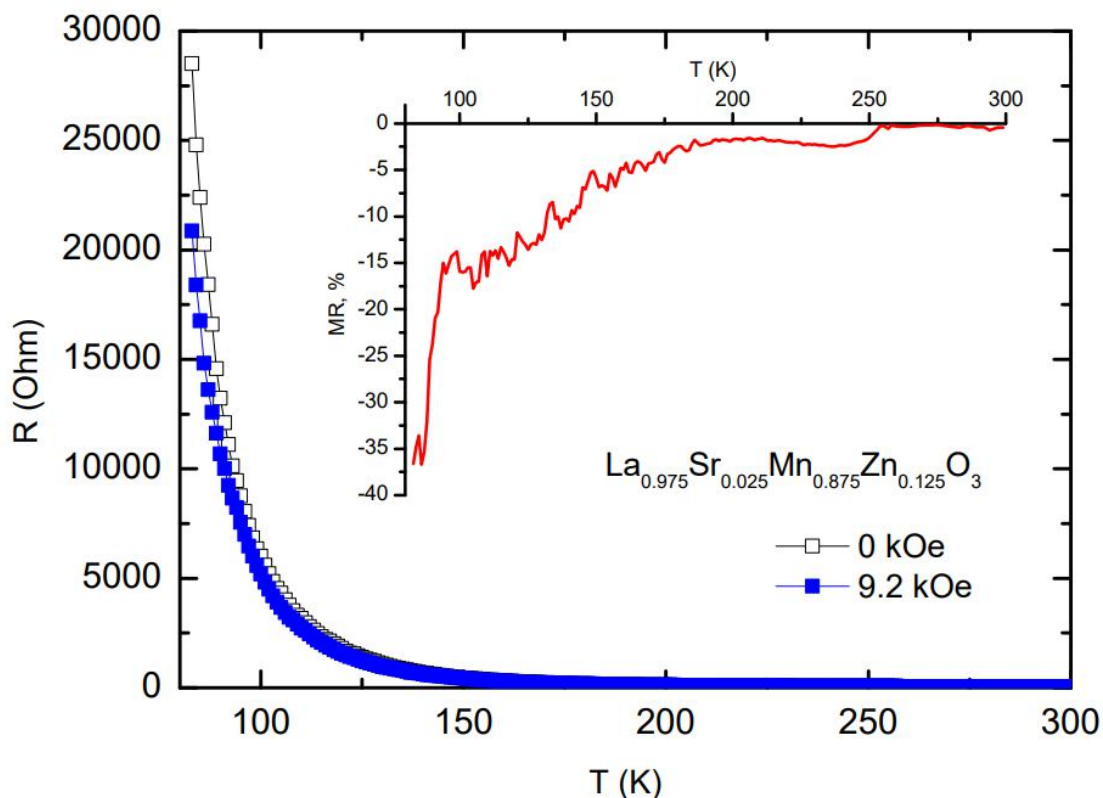
Şəkil 1.  $\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$  birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda ( $\square$ ) və 9,2 kOe intensivlikli maqnit sahəsində ( $\blacksquare$ ) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə:  $\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$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



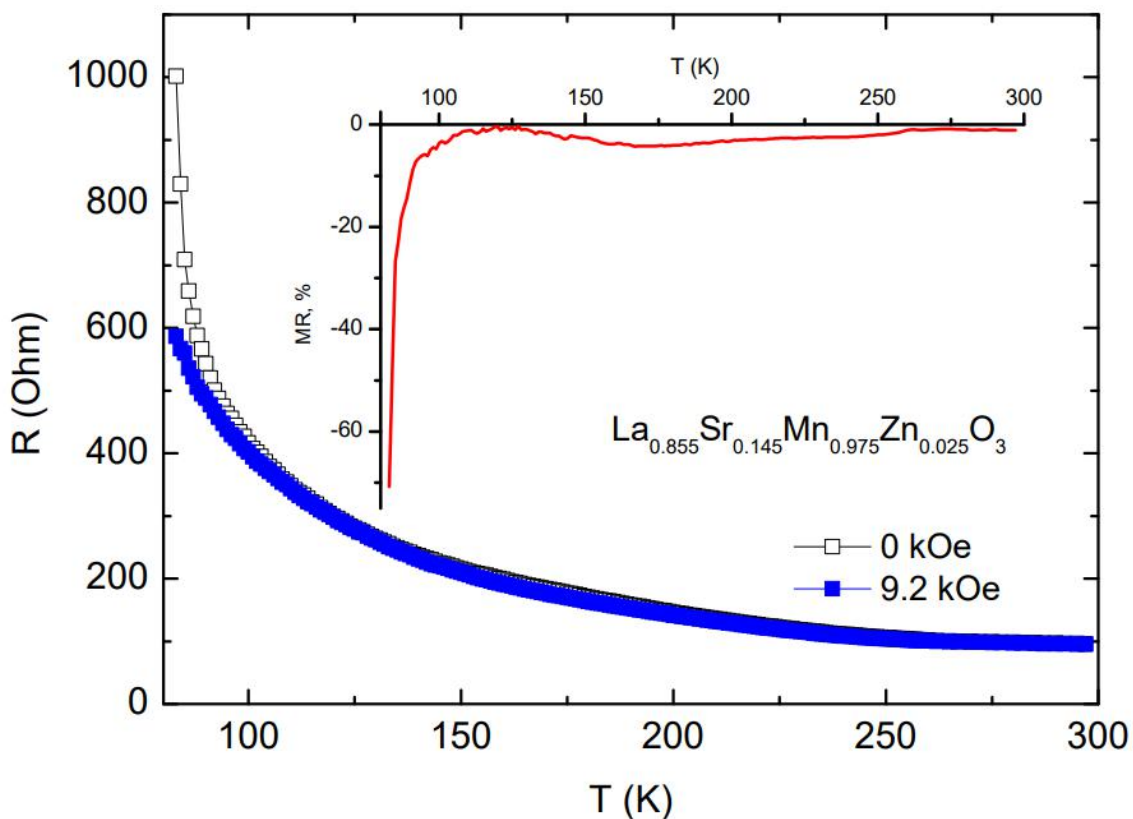
Şəkil 2.  $\text{La}_{0.90}\text{Sr}_{0.10}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}_3$  birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda (□) və 9,2 kOe intensivlikli maqnit sahəsində (■) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə:  $\text{La}_{0.90}\text{Sr}_{0.10}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}_3$  birləşməsinin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı.



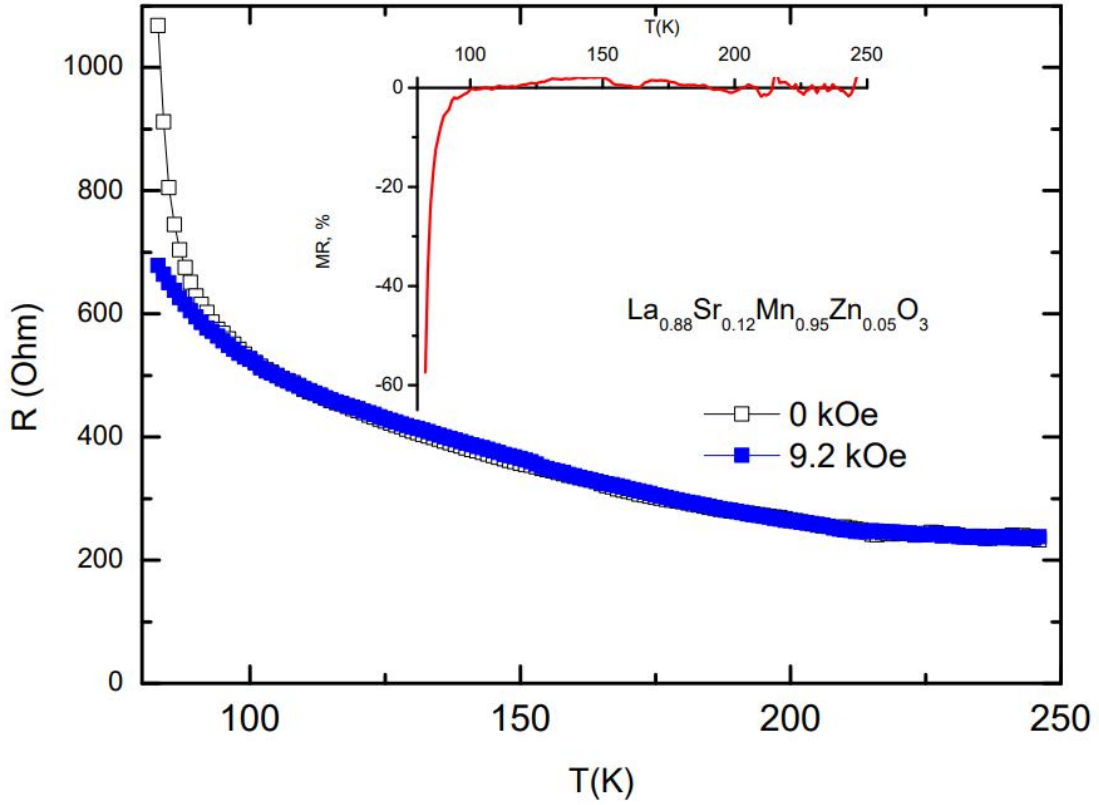
Şəkil 3.  $\text{La}_{0.95}\text{Sr}_{0.05}\text{Mn}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{O}_3$  birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda (□) və 9,2 kOe intensivlikli maqnit sahəsində (■) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə:  $\text{La}_{0.95}\text{Sr}_{0.05}\text{Mn}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{O}_3$  birləşməsinin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı.



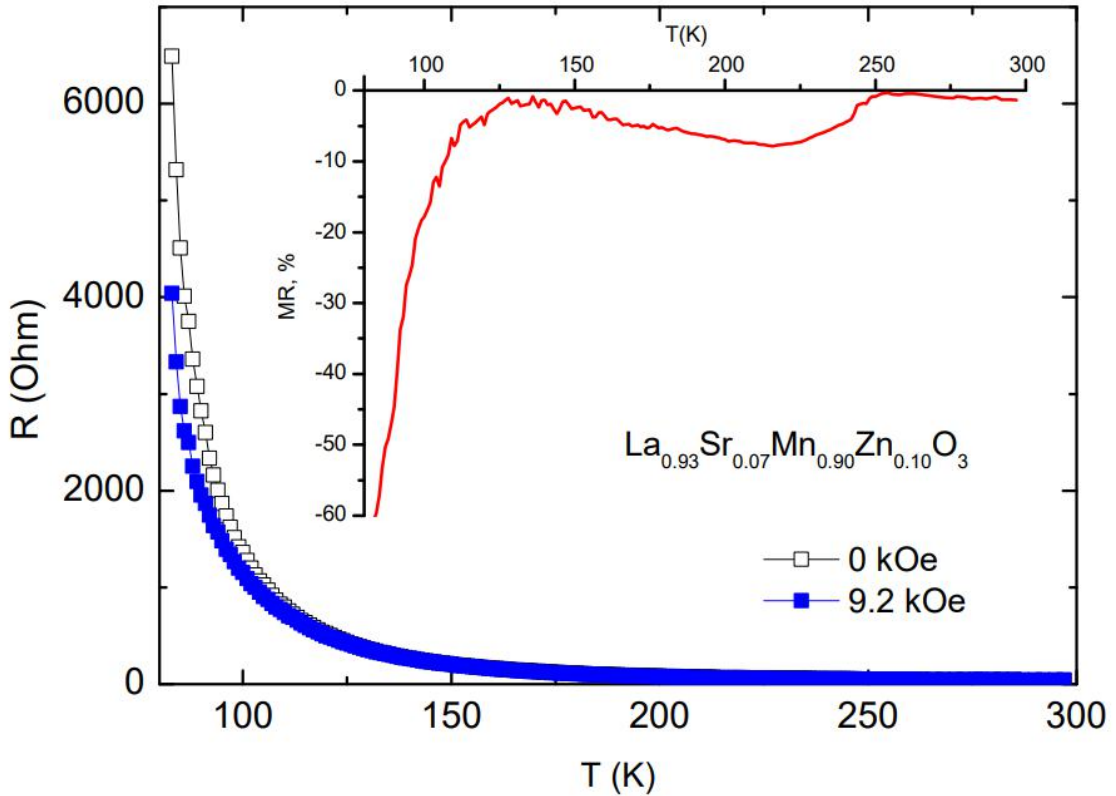
Şəkil 4.  $\text{La}_{0.975}\text{Sr}_{0.025}\text{Mn}_{0.875}\text{Zn}_{0.125}\text{O}_3$  birləşməsinin maqnit sahəsi olmadıqda ( $\square$ ) və 9,2 kOe intensivlikli maqnit sahəsində ( $\blacksquare$ ) müqavimətinin temperatur asılılıqları. Əlavədə:  $\text{La}_{0.975}\text{Sr}_{0.025}\text{Mn}_{0.875}\text{Zn}_{0.125}\text{O}_3$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

Şəkillərdən görünür ki, tədqiq olunan temperatur intervalında (80 – 300 K) birləşmələrin hamısının keçiriciliyi yarımkəçirici xarakterlidir.

## NƏTİCƏ

Beləliklə, tədqiqat göstərmişdir ki, 80-300 K temperatur intervalında maqnit sahəsi olmadıqda və 9.2kOe 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 yarımkəçirici xarakterə malikdir. Məlum olmuşdur ki, bütün strukturlu tərkiblər üçün temperatur artdıqca maqnit sahəsinin müqavimətə təsiri azalır. Fərz edilir ki, temperatur artması ilə yükdaşıyıcıların yürüklüyü azalır və bu maqnit sahəsinin yükdaşıyıcılara təsirini zəiflədir.

## MİNNƏTDARLIQ

Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmi İnkişaf Fondunun maliyyə yardımı ilə yerinə yetirilmişdir - Qrant № EİF-BGM-4-RFTF-1/2017-21/03/01.

- [1] E.L. Nagaev. Lanthanum manganites and other giant-magnetoresistance magnetic conductors. UFN, 1996, vol. 166, N8, p. 833–858, (English version: Physics–Uspekhi, 1996, 39:8, 781–805)
- [2] N.G. Bebenin, R.I. Zainullina, V.V. Ustinov. Colossal magnetoresistance manganites, UFN, 2018, vol.188, N 8, p. 801–820. (English version: Physics–Uspekhi, 2018, 61:8, 719–738)
- [3] Ю.Н. Изюмов и Ю.Н. Скрябин. Модель двойного обмена и уникальные свойства манганитов, УФН, 2001, т.171, №2, с.121. (J. M. D. Coey, M. Viret, Mixed-valence manganites, Advances in Physics, 1999, Vol. 48, No. 2, 167- 293)
- [4] E. Dagotto, T. Hotta, A. Moreo. Colossal magnetoresistant materials: the key role of phase separation. Phys. Rep., 2001, vol. 344, pp. 1-153.
- [5] J. Furukawa. Phys. Soc. Jpn., 1995, vol. 64, p. 2754.
- [6] А.Р. Булатов, Х.Г. Богданова, В.А. Голенцев-Кутузов и др.. Решеточные, электрические и магнитные эффекты в манганитах лантана  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  (x=0.125, 0.15, 0.175). ФТТ, 2010, т.52, с.2238.
- [7] Blundell S. Magnetism in condensed Matter. S. Blundell. Oxford University Press, Oxford, 2003. 238pp.
- [8] E.V. Sotirova-Haralambeva, X.L. Wang, K.H. Liu et al.. Science and Technology of Advanced Materials. 2003, vol. 4, p.149.
- [9] Z.L. Liao, G. Koster, M. Huijben, and G. Rijnders, Experimental evidence for anisotropic double exchange interaction driven anisotropic transport in manganite heterostructures, Sci Rep., 2017, 7, 2654.
- [10] Н. В. Волков. Спинтроника магнитные и туннельные структуры на основе манганитов, УФН, 2012, т.182, №3, 263-285.
- [11] А.Г. Гамзатов, А.М. Алиев, И.К. Камилов, А.Р. Кауль. ФТТ, 2016, т. 58б, №7, стр.1303-1305.
- [12] С.М. Дунаевский, А.Л. Малышев, В.В. Попов, В.А. Трунов., Физика твердого тела, 1997, т. 39, № 10, стр. 1831.

A.M. Abdullayev, M.C. Nadjafzade, I.N. Ibrakhimov

### INVESTIGATION OF THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF RESISTANCE OF MANGANITE WITH THE ADDITION OF $\text{La}_{1-c}\text{Sr}_c\text{Mn}_{1-y}\text{Zn}_y\text{O}_3$ (c + y = 0.15, 0.17)

The electrical resistance of polycrystalline samples of the compound  $\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{0.90}\text{Sr}_{0.10}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{0.95}\text{Sr}_{0.05}\text{Mn}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{0.975}\text{Sr}_{0.025}\text{Mn}_{0.875}\text{Zn}_{0.125}\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{0.855}\text{Sr}_{0.145}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{0.88}\text{Sr}_{0.12}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{0.93}\text{Sr}_{0.07}\text{Mn}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{O}_3$  was studied in the temperature range 80-300 K in the absence of a magnetic field and in a magnetic field of 9.2 kOe. The electrical conductivity of all compounds in the investigated temperature range (80-300 K) is semiconductor. It is established that for all structural components, the influence of the magnetic field on the resistance decreases with increasing temperature. It is believed that with increasing temperature, the mobility of carriers decreases, which weakens the influence of the magnetic field on the carriers.

A.M. Абдуллаев, М.Дж. Наджафзаде, И.Н. Ибрагимов

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ МАНГАНИТА С ДОБАВЛЕНИЕМ $\text{La}_{1-c}\text{Sr}_c\text{Mn}_{1-y}\text{Zn}_y\text{O}_3$ (c + y = 0,15, 0,17)

В интервале температур 80-300 К в отсутствие магнитного поля и в магнитном поле напряженностью 9,2 кОе исследованы электрическое сопротивление поликристаллических образцов соединения  $\text{La}_{0.875}\text{Sr}_{0.125}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{0.90}\text{Sr}_{0.10}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{0.95}\text{Sr}_{0.05}\text{Mn}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{0.975}\text{Sr}_{0.025}\text{Mn}_{0.875}\text{Zn}_{0.125}\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{0.855}\text{Sr}_{0.145}\text{Mn}_{0.975}\text{Zn}_{0.025}\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{0.88}\text{Sr}_{0.12}\text{Mn}_{0.95}\text{Zn}_{0.05}\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{0.93}\text{Sr}_{0.07}\text{Mn}_{0.90}\text{Zn}_{0.10}\text{O}_3$ . Электропроводность всех соединений в исследованном интервале температур (80-300 К) является полупроводниковой. Установлено, что для всех структурных компонентов влияние магнитного поля на сопротивление уменьшается с ростом температуры. Считается, что с повышением температуры подвижность носителей уменьшается, что ослабляет влияние магнитного поля на носители.

Qəbul olunma tarixi: 27.11.2021