

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 3, Number 423 (2017), 37 – 45

**B.K. Kasenov, Zh.I. Sagintaeva, Sh.B. Kasenova, E.E. Kuanyshbekov**J. Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan  
[kasenov1946@mail.ru](mailto:kasenov1946@mail.ru)**INVESTIGATION OF SOME ELECTROPHYSICAL PROPERTIES  
OF ZINCATO-MANGANITES  $\text{LaMe}_2\text{ZnMnO}_6$  (Me-Mg, Ca, Sr, Ba)****Abstract:** The paper presents the results of electrophysical studies of zincate-manganites  $\text{LaMe}_2\text{ZnMnO}_6$  (Me – Mg, Ca, Sr, Ba).

The zincate manganites subjected to electrophysical investigation were obtained by the ceramic technology in the range 800-1200 ° C from alkaline earth metal carbonates and lanthanum (III), zinc (II) and manganese (III) oxides. It has been established that all synthesized zincate manganites crystallize in cubic syngony. Their lattice parameters, incl. Their number of formula units, the volumes of elementary cells, x-ray and pycnometric densities.

Further on, the temperature dependences of the electrical capacity (C), the dielectric constant (R), and the electrical resistivity (R) of new zincate manganites of lanthanum and alkaline earth metals of the composition  $\text{LaMe}_2\text{ZnMnO}_6$  (Me – Mg, Ca, Sr, Ba).  $\text{LaCa}_2\text{ZnMnO}_6$  at 453 K exhibits a sharp drop in the permittivity from 21.6 to 56, which is shown by its piezoelectric properties.On the basis of the conducted studies it was established that all the zincate-manganites studied in this temperature range exhibit semiconductor and metallic conductivities alternating one after the other. In the zincate manganites  $\text{LaMg}_2\text{ZnMnO}_6$  and  $\text{LaCa}_2\text{ZnMnO}_6$ , as the temperature increases, the dielectric constant increases to  $10^6$ - $10^7$ , which indicates their promise as a capacitor material.**Key words:** Zincato-manganite, lanthanum, alkaline earth metals, electrophysics.

УДК 546.654:442:47+549.5

**Б.К. Касенов, Ж.И. Сагинтаева, Ш.Б. Касенова, Е.Е. Куанышбеков**

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ЦИНКАТО-МАНГАНИТОВ  $\text{LaMe}_2\text{ZnMnO}_6$  (Me – Mg, Ca, Sr, Ba)****Аннотация:** В статье приводятся результаты электрофизических исследований цинкато-манганитов  $\text{LaMe}_2\text{ZnMnO}_6$  (Me – Mg, Ca, Sr, Ba).

Подвергаемые к электрофизическому исследованию цинкато-манганиты получены методом керамической технологии в интервале 800-1200°С из карбонатов щелочноземельных металлов и оксидов лантана (III), цинка (II) и марганца (III). Установлено, что все синтезированные цинкато-манганиты кристаллизуются в кубической сингонии. Определены их параметры решеток, в т.ч. их число формульных единиц, объемы элементарных ячеек, рентгеновские и пикнометрические плотности.

Далее на приборе LCR (Производство «Тайвань») в интервале 293-483 К исследованы температурные зависимости электроемкости (C), диэлектрической проницаемости ( $\epsilon$ ) и электросопротивления (R) полученных новых цинкато-манганитов лантана и щелочноземельных металлов состава  $\text{LaMe}_2\text{ZnMnO}_6$  (Me – Mg, Ca, Sr, Ba). На основании проведенных исследований установлено, что все изучаемые цинкато-манганиты в указанном интервале температуры проявляют полупроводниковые и металлические проводимости, чередующие друг за другом. У  $\text{LaCa}_2\text{ZnMnO}_6$  при 453 К наблюдается резкое падение диэлектрической проницаемости от 21,6 млн до 56, что показывает его пьезоэлектрические свойства.У цинкато-манганитов  $\text{LaMg}_2\text{ZnMnO}_6$  и  $\text{LaCa}_2\text{ZnMnO}_6$  с повышением температуры увеличиваются величины диэлектрической проницаемости достигая до  $10^6$ - $10^7$ , что показывают их перспективность в качестве конденсаторных материалов.**Ключевые слова:** Цинкато-манганит, лантан, щелочноземельные металлы, электрофизика.

Магнитные полупроводники, к классу которых относится оксид цинка, легированный переходными металлами (Mn, Co) представляют большой интерес для создания нового поколения устройств хранения и записи информации, поскольку позволяют оперировать как электрическими, так и магнитными степенями свободы в пределах одного и того же материала. Широкозонные разбавленные магнитные полупроводники на основе ZnO, сочетая электрические и ферромагнитные свойства с оптической прозрачностью, открывают возможности для создания новых устройств спинтроники [1]. Следует также особо отметить, что манганиты редкоземельных элементов, допированные оксидами щелочноземельных металлов, обладающие гигантскими и колоссальными магнитосопротивлениями представляют особый интерес для создания датчиков магнитного поля, считывающие головки для магнитной записи высокой плотности и др. [2].

В Химико-металлургическом институте им. Ж. Абишева в течение ряда лет проводятся систематические и целенаправленные исследования по синтезу и изучению физико-химических свойств двойных и тройных манганитов, хромитов, ферритов, манганито-ферритов, купрато-манганитов, кобальто-манганитов, хромито-манганитов, цинкато-манганитов, ферро-хромоманганитов и других перспективных соединений, результаты которых обобщены в ряде монографиях и опубликованы в международных научных журналах [3-17].

В связи с вышеизложенными целью данной работы является исследование электрофизических свойств синтезированных нами новых цинкато-манганитов  $LaMe_2ZnMnO_6$  (Me – Mg, Ca, Sr, Ba). Данные цинкато-манганиты получены нами по керамической технологии из карбонатов щелочноземельных металлов и оксидов лантана (III), цинка (II) и марганца (III). Методом рентгенофазового анализа и индиферированием рентгенограмм указанных цинкато-манганитов установлено, что они кристаллизуются в кубической сингонии в структуре перовскита с пространственной группе  $Rm3m$  и определены их параметры решеток: число формульных единиц в электронной ячейке, объемы элементарной ячейки кристаллической решетки, рентгеновские и пикнометрические плотности [18, 19].

Измерения электрофизических свойств проводились согласно методикам [20, 21].

Исследование электрофизических свойств (диэлектрической проницаемости и электрического сопротивления) проводилось путем измерения емкости образцов на серийном приборе LCR-800 (Taiwan) при рабочей частоте 1кГц непрерывно в сухом воздухе в термостатном режиме со временем выдержки при каждой фиксированной температуре.

Предварительно изготавливались плоскопараллельные образцы в виде дисков диаметром 10 мм и толщиной 1,3 мм со связующей добавкой (~1,5 %). Прессование проводилось под давлением 20 кг/см<sup>2</sup>. Полученные диски обжигались в силитовой печи при 1000 °С в течение 6 часов. С целью придания достаточной для проведения эксперимента прочности образцы выдерживали в течение 8 часов при температуре 600 °С. Далее проводилось их тщательное двухстороннее шлифование. Применена двухэлектродная система, электроды нанесены вжиганием серебряной пасты.

Диэлектрическая проницаемость определялась из емкости образца при известных значениях толщины образца и площади поверхности электродов. Для получения зависимости между электрической индукцией  $D$  и напряженностью электрического поля  $E$  использована схема Сойера-Тауэра. Визуальное наблюдение  $D$  ( $E$  петли гистерезиса) проводилось на осциллографе С1-83 с делителем напряжения, состоящим из сопротивления 6 мОм и 700 кОм, и эталонным конденсатором 0,15 мкФ. Частота генератора 300 Гц. Во всех температурных исследованиях образцы помещались в печь, температура измерялась хромель-алюмелевой термопарой, подключенной к вольтметру В2-34 с погрешностью  $\pm 0,1$  мВ. Скорость изменения температуры ~5 К/мин.

Величина диэлектрической проницаемости при каждой температуре определялась по формуле:

$$\varepsilon = \frac{C}{C_0}, \quad (1)$$

где  $C_0 = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{d}$  – емкость конденсатора без исследуемого вещества (воздушного).

Поскольку керамические материалы обладают определенной инерционностью, изменение электрофизических свойств, данные по интегральному электрическому сопротивлению и электроемкости определялись только после предварительной выдержки в течение ~0,5 часа при фиксированной температуре. Это особенно важно в области аномальных изменений указанных выше характеристик. Для сравнения данных по электропроводности проводятся также измерения методом непосредственного отклонения с помощью термоомметра Е6-13А.

Нами для сравнения были проведены электрофизические исследования классического сегнетоэлектрика  $\text{BaTiO}_3$ , результаты которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость электросопротивления (R) и диэлектрической проницаемости ( $\epsilon$ )  $\text{BaTiO}_3$  от температуры

T, K	$\epsilon$	lg R	T, K	$\epsilon$	lg R
293	1354	3,68	393	1512	4,01
303	1360	3,71	403	1537	4,00
313	1364	3,73	413	1552	3,77
323	1370	3,77	423	1581	3,65
333	1385	3,75	433	1618	3,62
343	1398	3,82	443	1710	3,58
353	1417	3,94	453	1710	3,58
363	1440	4,01	463	1778	3,55
373	1466	4,06	473	1852	3,50
383	1490	4,04	483	1938	3,48

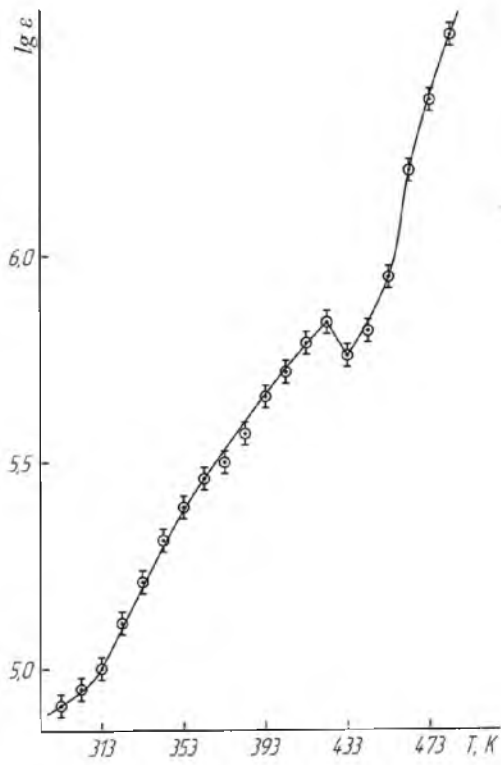
Далее ниже в таблице 2 и на рисунках 1, 2 приведены результаты электрофизических измерений цинкато-манганитов  $\text{LaMe}_2\text{ZnMnO}_6$  (Me – Mg, Ca, Sr, Ba).

Таблица 2 – Зависимость электросопротивления (R), электроемкости (C) и диэлектрической проницаемости ( $\epsilon$ ) от температуры цинкато-манганитов

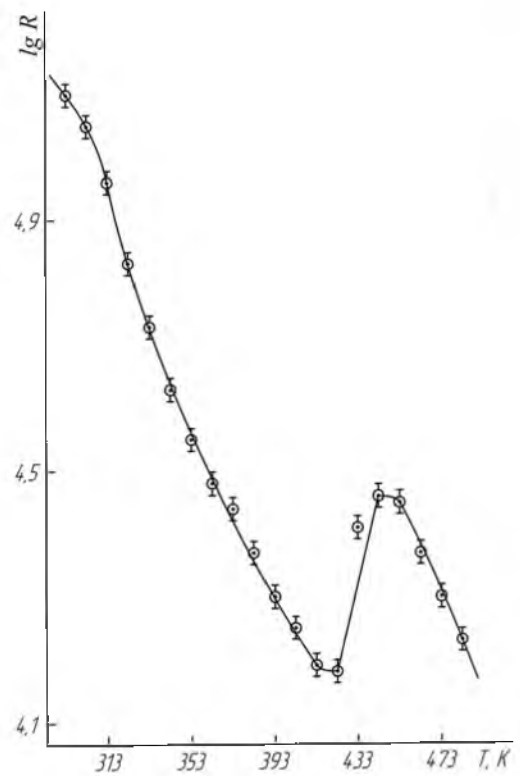
T, K	C, пФ	$\epsilon$	lg $\epsilon$	R, Ом	lg R
1	2	3	4	5	6
$\text{LaMg}_2\text{ZnMnO}_6$					
293	6,7652	81799	4,91	126300	5,10
303	7,3011	88278	4,95	111900	5,05
313	8,3355	100785	5,00	90510	4,96
323	10,681	129145	5,11	67300	4,83
333	13,44	162505	5,21	53180	4,73
343	16,707	202006	5,31	43000	4,63
353	20,409	246768	5,39	35140	4,55
363	23,773	287442	5,46	29900	4,48
373	26,317	318202	5,50	27370	4,44
383	30,966	374413	5,57	23610	4,37
393	37,908	458350	5,66	19770	4,30
403	43,703	528418	5,72	17600	4,25
413	51,534	623104	5,79	15540	4,19
423	57,441	694526	5,84	15000	4,18
433	47,347	572478	5,76	25930	4,41
443	54,397	657720	5,82	28730	4,46
453	73,747	891683	5,95	28150	4,45
463	134,45	1625650	6,21	23340	4,37
473	197,49	2387874	6,38	19750	4,30
483	283,55	3428436	6,54	16870	4,23
$\text{LaCa}_2\text{ZnMnO}_6$					
293	5,866	42218	4,63	178600	5,25
303	6,6793	48072	4,68	132700	5,12
313	8,8752	63876	4,81	95630	4,98
323	11,663	83940	4,92	69720	4,84
333	15,325	110295	5,04	52460	4,72
343	22,008	158394	5,20	37060	4,57

Продолжение таблицы 2					
1	2	3	4	5	6
353	30,18	217208	5,34	27500	4,44
363	38,391	276304	5,44	22020	4,34
373	49,968	359624	5,56	17070	4,23
383	61,07	439526	5,64	14480	4,16
393	67,857	488373	5,69	14010	4,15
403	77,796	559905	5,75	33410	4,52
413	134,64	969017	5,99	28520	4,46
423	264,54	1903919	6,28	22390	4,35
433	706,43	5084242	6,71	18170	4,26
443	1545,3	11121667	7,05	11470	4,06
453	3008,6	21653172	7,34	7183	3,86
463	0,00773	56	1,75	2871000	6,46
473	0,00702	51	1,70	3437000	6,54
483	0,00671	48	1,68	4208000	6,62
LaSr <sub>2</sub> ZnMnO <sub>6</sub>					
293	0,141	1086	3,04	1802000	6,26
303	0,20134	1551	3,19	1396000	6,14
313	0,25633	1974	3,30	1119000	6,05
323	0,35062	2700	3,43	888200	5,95
333	0,55298	4258	3,63	709300	5,85
343	0,60324	4646	3,67	549500	5,74
353	0,84169	6482	3,81	399400	5,60
363	1,0895	8390	3,92	312300	5,49
373	1,4193	10930	4,04	245000	5,39
383	1,7536	13504	4,13	206300	5,31
393	2,1524	16575	4,22	184600	5,27
403	2,01	15479	4,19	242400	5,38
413	1,5051	11591	4,06	397600	5,60
423	1,6475	12687	4,10	414000	5,62
433	2,2424	17268	4,24	375100	5,57
443	3,4279	26398	4,42	308700	5,49
453	5,3101	40892	4,61	244700	5,39
463	9,4299	72619	4,86	180200	5,26
473	17,134	131947	5,12	130100	5,11
483	28,387	218605	5,34	88100	4,94
LaBa <sub>2</sub> ZnMnO <sub>6</sub>					
293	0,00734	66	1,82	1882000	6,27
303	0,00827	74	1,87	2954000	6,47
313	0,01013	91	1,96	3126000	6,49
323	0,01123	101	2,00	3525000	6,55
333	0,01208	109	2,04	3823000	6,58
343	0,01298	117	2,07	4043000	6,61
353	0,01324	119	2,08	3177000	6,50
363	0,01436	129	2,11	2789000	6,45
373	0,01365	123	2,09	2816000	6,45
383	0,01187	107	2,03	3106000	6,49
393	0,01033	93	1,97	3510000	6,55
403	0,00861	78	1,89	3759000	6,58
413	0,00756	68	1,83	3047000	6,48
423	0,00772	70	1,84	2720000	6,43
433	0,00819	74	1,87	2979000	6,47
443	0,00885	80	1,90	3384000	6,53
453	0,00906	82	1,91	3662000	6,56
463	0,00962	87	1,94	4278000	6,63
473	0,01051	95	1,98	4498000	6,65
483	0,01156	104	2,02	4917000	6,69

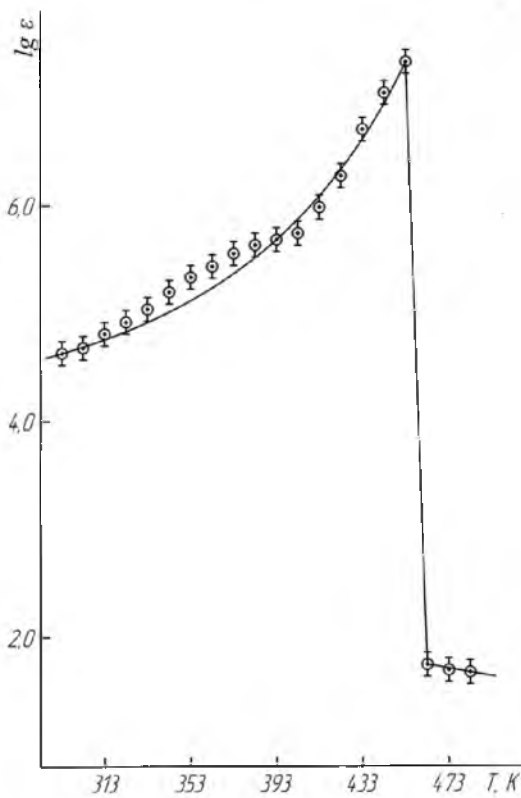
Ниже приводим описания электрофизических характеристик исследуемых цинкато-манганитов.



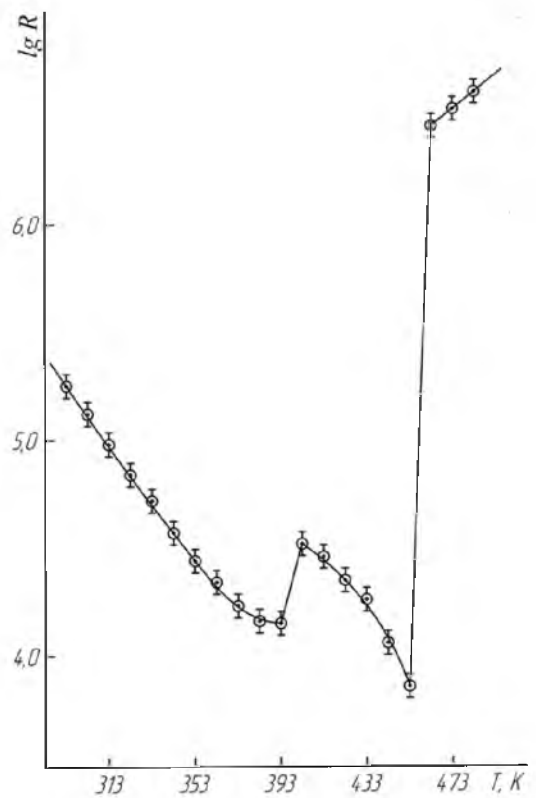
a -  $\text{LaMg}_2\text{ZnMnO}_6$



б -  $\text{LaMg}_2\text{ZnMnO}_6$



a -  $\text{LaCa}_2\text{ZnMnO}_6$



б -  $\text{LaCa}_2\text{ZnMnO}_6$

Рисунок 1 – Температурная зависимость диэлектрической проницаемости (а) и электросопротивления (б) цинкато-манганитов  $\text{LaMg}_2\text{ZnMnO}_6$  и  $\text{LaCa}_2\text{ZnMnO}_6$  в интервале 293-483 К

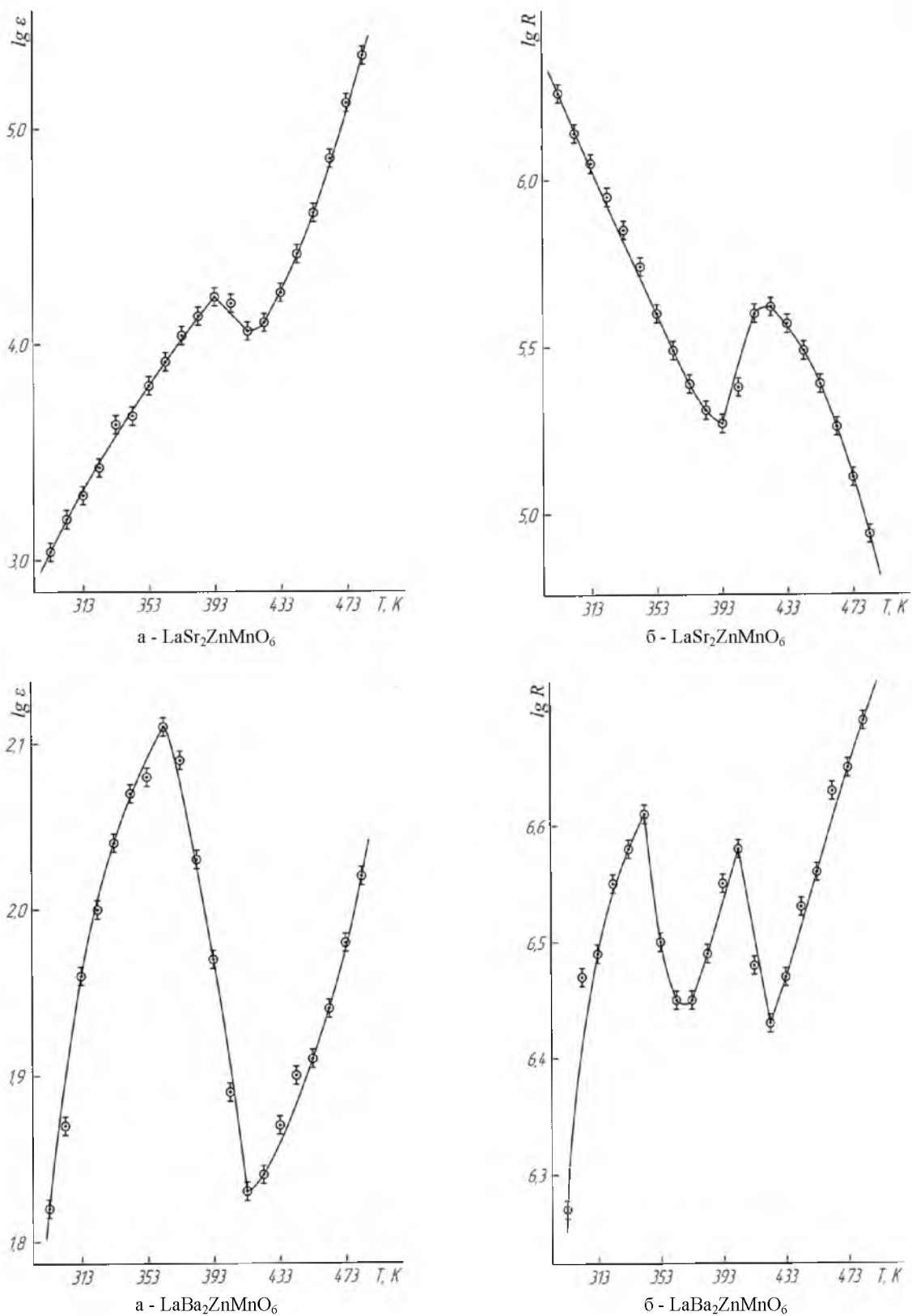


Рисунок 2 – Температурная зависимость диэлектрической проницаемости (а) и электросопротивления (б) цинкато-манганитов  $\text{LaSr}_2\text{ZnMnO}_6$  и  $\text{LaBa}_2\text{ZnMnO}_6$  в интервале 293-483 К

$\text{LaMg}_2\text{ZnMnO}_6$ . В интервале 293-423 К проявляет полупроводниковый, при 423-443 К – металлический, при 443-483 К полупроводниковый характер проводимости, Диэлектрическая проницаемость повышается от 81799 при 293 К до 3428436 при 483 К и представляет интерес как материал для конденсаторной технологии.

$\text{LaCa}_2\text{ZnMnO}_6$ . В интервале 293-393 К проявляет полупроводниковый, при 393-403 К металлический, при 403-453 К – полупроводниковый и при 453-483 К металлический тип проводимости. Диэлектрическая проницаемость возрастает при 453 К до 21,65 млн и резко падает при 463 К до 56. Является перспективным соединением для конденсаторной технологии.

Данный эффект показывает пьезоэлектрический эффект и представляет интерес для создания датчиков.

$\text{LaSr}_2\text{ZnMnO}_6$ . В интервале 293-403 К проявляет полупроводниковый, при 403-423 К металлический, при 423-483 К – полупроводниковый характер проводимости.

$\text{LaBa}_2\text{ZnMnO}_6$ . В интервале 293-343 К проявляет металлический, при 343-373 К – полупроводниковый, при 373-403 К – металлический, при 403-423 К – полупроводниковый, при 423-483 К – металлический характер проводимости.

Сравнение электрофизических характеристик исследуемых соединений и  $\text{BaTiO}_3$  показывает, что диэлектрическая проницаемость ( $\epsilon$ ) цинкато-манганитов  $\text{LaMg}_2\text{ZnMnO}_6$ ,  $\text{LaCa}_2\text{ZnMnO}_6$  и  $\text{LaSr}_2\text{ZnMnO}_6$  на 2-4 порядка выше чем у титаната бария, что указывает их перспективность для конденсаторной и полупроводниковой технологии.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чупахина Т.И., Базуев Г.В., Заболоцкая Е.В., Мелкозерова М.А. Синтез и магнитные свойства сложного оксида  $\text{La}_{1.5}\text{Sr}_{1.5}\text{CuMnO}_{6.67}$  // Журнал неорганической химии. – 2011. – Т. 56, № 8. – С. 1248-1252. DOI: [10.1134/S0036023611080067](https://doi.org/10.1134/S0036023611080067)
- [2] Третьяков Ю.Д., Брылев О.А. Новые поколения неорганических функциональных материалов // Журнал РХО им. Д.И. Менделеева. – 2000. – Т. 45, № 4. – С. 10-16.
- [3] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Ермагамбет Б.Т., Адекенов С.М., Бектурганов Ж.С., Касенова Ш.Б., Давренбеков С.Ж., Мустафин Е.С., Сагинтаева Ж.И., Оралова А.Т., Жумадиловым Е.К. Двойные и тройные манганиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: Изд-во «Тенгри», 2012. – 317 с. ISBN: 978-601-80284-0-3.
- [4] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Мустафин Е.С., Ермагамбет Б.Т., Касенова Ш.Б., Давренбеков С.Ж., Сагинтаева Ж.И., Абилядаева А.Ж., Едильбаева С.Т., Сергазина С.М., Толоконников Е.Г., Жумадилов Е.К. Рентгенография, термодинамика и электрофизика двойных ферритов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: Изд-во «Тенгри», 2012. – 112 с. ISBN: 978-601-80229-8-2.
- [5] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Мустафин Е.С., Касенов Ш.Б., Ермагамбет Б.Т., Сагинтаева Ж.И., Жумадилов Е.К. Двойные и тройные хромиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: Типография «Тенгри», 2013. – 172 с. ISBN 978-601-80339-9-5.
- [6] Ермаганбетов К.Т., Чиркова Л.С., Касенов Б.К. Магнитные свойства и явления переноса в манганитах. – Караганда: Типография издательства КарГУ им. Е.А. Букетова, 2016. – 135 с. ISBN 978-9965-07-979-5.
- [7] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Ермагамбет Б.Т., Касенов Ш.Б., Сагинтаев Ж.И., Исабаев М.А. Манганиты, хромиты, ферриты редкоземельных, щелочных и щелочноземельных металлов. – Караганда: Типография ТОО «Litera», 2016. – 616 с. ISBN 978-601-210-194-2.
- [8] Касенова Ш.Б., Мустафин Е.С., Касенов Б.К., Акишева Ж.Н., Бектурганов Ж.С. Теплоемкость и термодинамические функции манганита  $\text{DyLiMgMn}_2\text{O}_6$  // Журнал физ. химии. – 2005. – Т. 79, № 2. – С. 377-379.
- [9] Касенов Б.К., Мустафин Е.С., Касенова Ш.Б., Едильбаева С.Т., Сагинтаева Ж.И., Давренбекова С.Ж. Калориметрия и термодинамические функции манганитов  $\text{NdM}^1\text{Mg}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$  ( $\text{M}^1 = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}$ ) в интервале 298,15-673К // Теплофизика высоких температур. – 2009. – Т. 47, № 1. – С. 31-36.
- [10] Касенов Б.К., Касенова Ш.Б., Абилядаева А.Ж., Сагинтаева Ж.И., Давренбеков С.Ж. Теплоемкость и термодинамические функции манганито-ферритов  $\text{NdM}^1\text{MnFeO}_5$  ( $\text{M}^1 = \text{Li}, \text{Na}$ ) в интервале 298,15-673К // Журнал физ. химии. – 2013. – Т. 87, № 5. – С. 739-743. DOI: [10.7868/S0044453713050117](https://doi.org/10.7868/S0044453713050117)
- [11] Касенова Ш.Б., Касенов Б.К., Сагинтаева Ж.И., Бектурганов Н.С., Ермаганбетов К.Т., Куанышбеков Е.Е., Сейсенова А.А., Смагулова Д.И. Теплоемкость и термодинамические функции нового наноструктурированного купрата – манганита  $\text{NdCa}_2\text{CuMnO}_6$  // Журнал физ. химии. – 2014. – Т. 88, № 10. – С. 1615-1618. DOI: [10.7868/S0044453714100215](https://doi.org/10.7868/S0044453714100215)
- [12] Касенов Б.К., Давренбеков С.Ж., Жумадилов Е.К., Мустафин Е.С., Касенов Ш.Б., Едильбаев С.Т. Калориметрия и электрофизические свойства хромита  $\text{GdMgCr}_2\text{O}_{5.5}$  // Журнал неорганической химии. – 2004. – Т. 49, № 2. – С. 304-308.
- [13] Касенов Б.К., Сагинтаева Ж.И., Касенова Ш.Б., Куанышбеков Е.Е., Сейсенова А.А. Калориметрическое исследование теплоемкости ферритов состава  $\text{ErMFe}_2\text{O}_{5.5}$  ( $\text{M} = \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$ ) в интервале температур 298,15-673 К и расчет их термодинамических функций // Теплофизика высоких температур. – 2015. – Т. 53, № 3. – С. 378-382. DOI: [10.7868/S0040364415030084](https://doi.org/10.7868/S0040364415030084)

- [14] Сергазина С.М., Касенов Б.К., Мустафин Е.С., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Еркасов Р.Ш. Термодинамические свойства ферритов  $GdMe^II Fe_2O_{5.5}$  ( $Me^{II} - Mg, Ca, Sr$ ) // Журнал прикладной химии. – 2006. – Т. 79, № 8. – С. 1242-1246.
- [15] Касенов Б.К., Мустафин Е.С., Акубаева М.А., Сагинтаева Ж.И., Едилбаева С.Т., Касенова Ш.Б., Давренбеков С.Ж. Синтез и рентгенографическое исследование соединений  $LaMe^IMg(CrO_3)_2$  ( $Me^I = Li, Na, K$ ) // Журнал неорганической химии. – 2008. – Т. 53, № 11. – С. 1812-1813.
- [16] Касенов Б.К., Туртубаева М.О., Амерханова Ш.К., Николов Р.Н., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И. Теплоемкость и термодинамические функции манганитов  $NdM^{II}_2CoMnO_6$  ( $M^{II} - Mg, Ca, Sr, Ba$ ) в интервале 298,15-673 К // Теплофизика высоких температур. – 2016. – Т. 54, № 4. – С. 540-544. DOI: [10.7868/S0040364416040104](https://doi.org/10.7868/S0040364416040104)
- [17] Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Сейсенова А.А., Туртубаева М.О., Куанышбеков Е.Е., Ермаганбетов К.Т. Термодинамические свойства цинкато-манганитов состава  $LaM^{II}_2ZnMnO_6$  ( $M^{II} - Mg, Ca, Sr, Ba$ ) // Журнал физ. химии. – 2016. – Т. 90, № 4. – С. 517-521. DOI: [10.7868/S0044453716040117](https://doi.org/10.7868/S0044453716040117)
- [18] Касенов Б.К., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И. и др. Теплоемкость и термодинамические функции новых наноразмерных ферро-хромо-манганитов  $LaM^{II}_{0.5}FeCrMnO_{6.5}$  ( $M^{II} - Mg, Ca, Sr, Ba$ ) // Журнал физ. химии. – 2017. – Т. 91, № 3. – С. 410-416. DOI: [10.1134/S0036024417030116](https://doi.org/10.1134/S0036024417030116)
- [19] Касенов Б.К., Туртубаева М.О., Касенова Ш.Б., Сейсенова А.А., Сагинтаева Ж.И., Куанышбеков Е.Е. Синтез и рентгенографическое исследование цинкато-манганитов  $LaM^{II}_2ZnMnO_5$  ( $M^{II} - Mg, Ca$ ) // Изв. НАН РК. Сер. хим. и технологии. – 2015. – № 2. – С. 79-81.
- [20] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Ермагамбет Б.Т., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Куанышбеков Е.Е. Способ получения двойных цинкато-манганитов редкоземельных, щелочных и щелочноземельных металлов составов  $LnM^{II}_2ZnMnO_5$  и  $LnM^{II}_2ZnMnO_6$  ( $Ln - La, Nd$ ;  $M^I - Li, Na, K$ ;  $M^{II} - Mg, Ca, Sr, Ba$ ). Заключение о выдаче Патента РК на полезную модель №2016/0308.2.
- [21] Окадзаки К. Технология керамических диэлектриков. – М.: Энергия, 1976. – 256 с.
- [22] Жумадилов Е.К., Давренбеков С.Ж., Мустафин Е.С., Касенов Б.К., Едилбаева С.Т. Исследование электрофизических свойств хромита  $GdSrCr_2O_{5.5}$  // Вестник НАН РК. – 2004. – № 5. – С. 114-118.

#### REFERENCES

- [1] Chupahina T.I., Bazuev G.V., Zabolockaja E.V., Melkozerova M.A. *Zhurnal neorganicheskoy himii*, **2011**, 56, 8, 1248-1252. DOI: [10.1134/S0036023611080067](https://doi.org/10.1134/S0036023611080067)
- [2] Tret'jakov Ju.D., Brylev O.A. *Zhurnal RHO im. D.I. Mendeleeva*, **2000**, 45, 4, 10-16 (In Russ).
- [3] Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Ermagambet B.T., Adekenov S.M., Bekturganov Zh.S., Kasenova Sh.B., Davrenbekov S.Zh., Mustafin E.S., Sagintaeva Zh.I., Oralova A.T., Zhumadilovym E.K. (2012) Double and triple manganites of alkaline, alkaline earth and rare earth metals. *Karaganda, Tengri*. ISBN: 978-601-80284-0-3. (In Russ).
- [4] Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Mustafin E.S., Ermagambet B.T., Kasenova Sh.B., Davrenbekov S.Zh., Sagintaeva Zh.I., Abil'daeva A.Zh., Edil'baeva S.T., Sergazina S.M., Tolokonnikov E.G., Zhumadilov E.K. (2012) Radiography, thermodynamics and electrophysics of binary ferrites of alkaline, alkaline earth and rare earth metals. *Karaganda, Tengri*. ISBN: 978-601-80229-8-2. (In Russ).
- [5] Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Mustafin E.S., Kasenov Sh.B., Ermagambet B.T., Sagintaeva Zh.I., Zhumadilov E.K. (2013) Double and triple chromites of alkali, alkaline earth and rare earth metals. *Karaganda, Tengri*, ISBN: 978-601-80339-9-5. (In Russ).
- [6] Ermaganbetov K.T., Chirkova L.S., Kasenov B.K. (2016) Magnetic properties and transport phenomena in manganites. *Karaganda, KarGU im. E.A. Buketova*, ISBN: 978-9965-07-979-5. (In Russ).
- [7] Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Ermagambet B.T., Kasenov Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Isabaev M.A. (2016) Manganites, chromites, ferrites of rare-earth, alkaline and alkaline-earth metals. *Karaganda, Litera*, ISBN: 978-601-210-194-2. (In Russ).
- [8] Kasenova Sh.B., Mustafin E.S., Kasenov B.K., Akisheva Zh.N., Bekturganov Zh.S. *Zhurnal fiz. himii.*, **2005**, 79, 2: 377-379. (In Russ).
- [9] Kasenov B.K., Mustafin E.S., Kasenova Sh.B., Edil'baeva S.T., Sagintaeva Zh.I., Davrenbekova S.Zh. *Teplofizika vysokih temperatur*. **2009** 47, 1: 31-36. (In Russ).
- [10] Kasenov B.K., Kasenova Sh.B., Abil'daeva A.Zh., Sagintaeva Zh.I., Davrenbekov S.Zh. *Zhurnal fiz. himii*. **2013**, 87, 5: 739-743. DOI: [10.7868/S0044453713050117](https://doi.org/10.7868/S0044453713050117)
- [11] Kasenova Sh.B., Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I., Bekturganov N.S., Ermaganbetov K.T., Kuanyshbekov E.E., Seisenova A.A., Smagulova D.I. *Zhurnal fiz. himii*. **2014**, 88, 10: 1615-1618. DOI: [10.7868/S0044453714100215](https://doi.org/10.7868/S0044453714100215)
- [12] Kasenov B.K., Davrenbekov S.Zh., Zhumadilov E.K., Mustafin E.S., Kasenov Sh.B., Edil'baev S.T. *Zhurnal neorgan. himii*. **2004**, 49, 2: 304-308. (In Russ).
- [13] Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I., Kasenova Sh.B., Kuanyshbekov E.E., Seisenova A.A. *Teplofizika vysokih temperatur*. **2015**, 53, 3: 378-382. DOI: [10.7868/S0040364415030084](https://doi.org/10.7868/S0040364415030084)
- [14] Sergazina S.M., Kasenov B.K., Mustafin E.S., Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Erkasov R.Sh. *Zhurnal prikladnoj himii*. **2006**, 79, 8: 1242-1246. (In Russ).
- [15] Kasenov B.K., Mustafin E.S., Akubaeva M.A., Sagintaeva Zh.I., Edil'baeva S.T., Kasenova Sh.B., Davrenbekov S.Zh. *Zhurnal neorgan. himii*. **2008**, 53, 11: 1812-1813. (In Russian).
- [16] Kasenov B.K., Turtubaeva M.O., Amerhanova Sh.K., Nikolov R.N., Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I. *Teplofizika vysokih temperatur*. **2016**, 54, 4: 540-544. DOI: [10.7868/S0040364416040104](https://doi.org/10.7868/S0040364416040104)
- [17] Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Seisenova A.A., Turtubaeva M.O., Kuanyshbekov E.E., Ermaganbetov K.T. *Zhurnal fiz. himii*. **2016**, 90, 4: 517-521. DOI: [10.7868/S0044453716040117](https://doi.org/10.7868/S0044453716040117)



- [18] Kasenov B.K., Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I. i dr. *Zhurnal fiz. himii*. **2017**, 91, 3: 410-416. DOI: 10.1134/S0036024417030116
- [19] Kasenov B.K., Turtubaeva M.O., Kasenova Sh.B., Sejsenova A.A., Sagintaeva Zh.I., Kuanyshbekov E.E. *Izv. NAN RK. Ser. him. i tehnologii*. **2015**, 2: 79-81. (In Russ).
- [20] Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Ermagambet B.T., Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Kuanyshbekov E.E. (2016/0308.2.) Method for the preparation of double zinc-manganites of rare-earth, alkaline and alkaline-earth metals of the compositions  $\text{LnM}^I_2\text{ZnMnO}_5$  and  $\text{LnM}^I_2\text{ZnMnO}_6$  (Ln-La, Nd;  $M^I$ -Li, Na, K;  $M^I$ -Mg, Ca, Sr, Ba). Conclusion on the grant of a patent of the Republic of Kazakhstan for a utility model (In Russ).
- [21] Okadzaki K. Technology of ceramic dielectrics, *Jenergija*, **1976**, 256p.
- [22] Zhumadilov E.K., Davrenbekov S.Zh., Mustafin E.S., Kasenov B.K., Edil'baeva S.T. *Bestnik NAN RK*, **2004**, 5: 114-118. (In Russ).

*Работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования КН МОН РК 2126/ТФ4 «Физико-химические основы получения ряда новых полифункциональных соединений из оксидов s-, d-, f- элементов».*

**Б.К. Қасенов, Ж.И. Сағынтаева, Ш.Б. Қасенова, Е.Е. Қуанышбеков**

Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қарағанды қ.

### **$\text{LaMe}_2\text{ZnMnO}_6$ (Me – Mg, Ca, Sr, Ba) ЦИНКАТ-МАНГАНИТТЕРІНҢІ КЕЙБІР ЭЛЕКТРФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

**Аннотация.** Мақалада цинкат-манганиттердің  $\text{LaMe}_2\text{ZnMnO}_6$  (Me – Mg, Ca, Sr, Ba) электрфизикалық зерттеулер нәтижелері келтірілген.

Электрфизикалық зерттеліп отырған цинкат-манганиттер керамикалық технология әдісімен 800-1200 аралықта сілтілі-металдар карбонаттары мен лантан (III), мырыш (II) және марганец (III) тотықтарынан алынды. Барлық синтезделініп алынған цинкат-манганиттер кубтық сингонияда кристалданады. Олардың тор көрсеткіштері: формулалық бірліктер саны, элементарлы ұшықтар көлемі, рентгендік және пикнометрлік тығыздықтары анықталынды.

Өрі қарай LCR (өндіруші «Тайвань») қондырғысында 293-483 К аралықта  $\text{LaMe}_2\text{ZnMnO}_6$  (Me – Mg, Ca, Sr, Ba) құрамды жаңа лантан және сілтілі-жер металдар цинкат-манганиттердің электрсійымдылық (C), диэлектрлік өтімділік ( $\epsilon$ ) және электрқарсылықтарының (R) температураға тәуелділіктері зерттелді.

Жүргізілген зерттеулер негізінде барлық қарастырылып отырған цинкат-манганиттердің берілген температуралар аралығында кезектесіп жартылайөткізгіштік және металдық өткізгіштік қасиет көрсететіні анықталды.  $\text{LaCa}_2\text{ZnMnO}_6$  қосылысында 453 К-де диэлектрлік өткізгіштікті күрт 21,6 млн-нан 56 дейін түсуі оның пьезоэлектрлік қасиетін көрсететінін байқалтады.

$\text{LaMg}_2\text{ZnMnO}_6$  және  $\text{LaCa}_2\text{ZnMnO}_6$  цинкат-манганиттерде температура жоғарылаған сайын конденсаторлық материалдар ретінде олардың келелігін көрсететін диэлектрлік өтімділік шамасы  $10^6$ - $10^7$  жетеді.

**Тірек сөздер:** Цинкат-манганит, лантан, сілтілі-жер металдар, электрофизика.