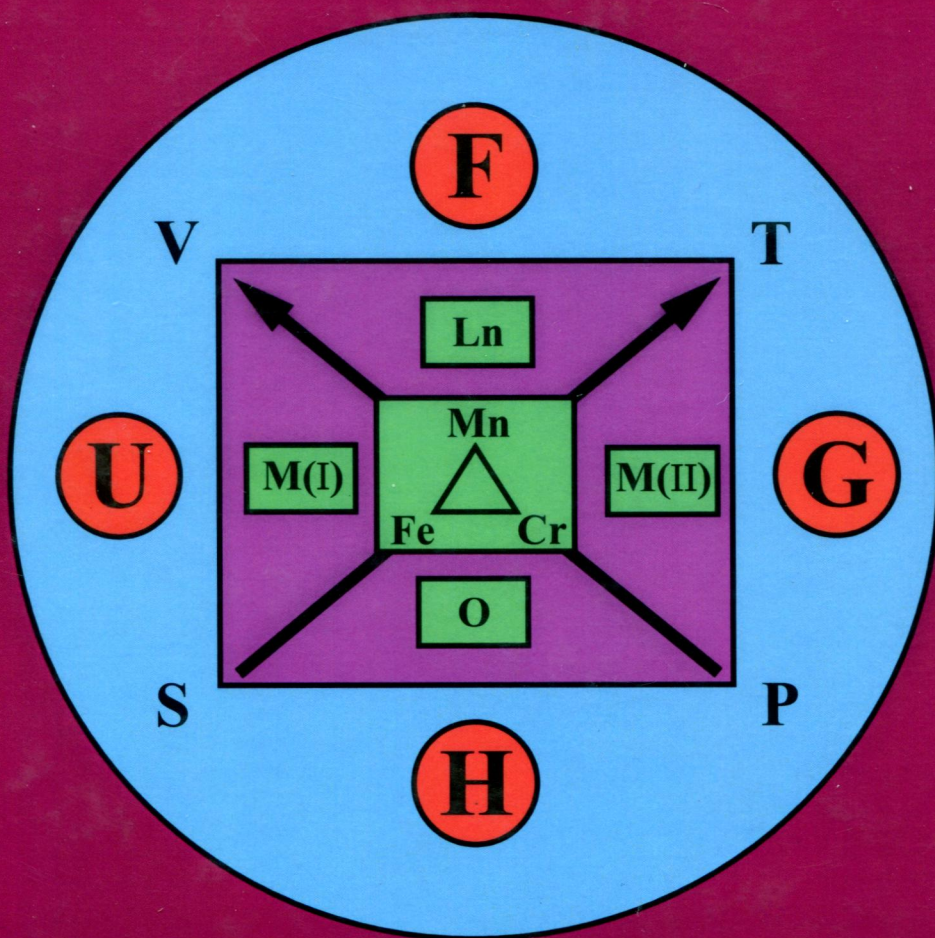


Б.К. КАСЕНОВ, Ш.Б. КАСЕНОВА, Ж.И. САГИНТАЕВА,  
Б.Т. ЕРМАГАМБЕТ, Н.С.БЕКТУРГАНОВ, И.М. ОСКЕМБЕКОВ

# ДВОЙНЫЕ И ТРОЙНЫЕ МАНГАНИТЫ, ФЕРРИТЫ И ХРОМИТЫ ЩЕЛОЧНЫХ, ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ



**Б.К. Касенов , Ш.Б. Касенова,  
Ж.И. Сагинтаева, Б.Т. Ермагамбет,  
Н.С. Бектурганов, И.М. Оскембеков**

**Двойные и тройные манганиты,  
ферриты и хромиты щелочных,  
щелочноземельных  
и редкоземельных металлов**

Москва  
Научный мир  
2017

УДК 553.6(075)  
ББК 24.1  
К 28

Ответственный редактор  
доктор химических наук, профессор М.К. Алдабергенов

Касенов Б.К., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И., Ермагамбет Б.Т.,  
Бектурганов Н.С., Оскембеков И.М.

**Двойные и тройные манганиты, ферриты и хромиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов.** — М.: Научный мир, 2017. — 416 с.: ил.

ISBN 978-5-91522-448-2

В книге обобщены результаты по синтезу, рентгенографическим, кристаллохимическим, термодинамическим и электрофизическим исследованиям более 210 новых оригинальных, полученных непосредственно авторами, двойных и тройных манганитов, хромитов и ферритов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. Следует отметить, что манганиты, хромиты и ферриты редкоземельных элементов (РЗЭ), легированные щелочными и щелочноземельными металлами являются весьма перспективными материалами для микро- и оптоэлектроники.

Приведенные результаты представляют интерес для специалистов в области неорганической химии, кристаллохимии, физической химии неорганических материалов, химической информатики, а также в области неорганического материаловедения для получения веществ с перспективными физико-химическими свойствами. В издание включены в определенной степени справочные данные по рентгенографическим и термодинамическим характеристикам манганитов, хромитов и ферритов.

Книга рассчитана на научных работников, студентов, магистрантов, докторантов, специализирующихся в области неорганической, физической химии оксидных соединений и неорганического материаловедения.

Книга одобрена и рекомендована к печати Ученым советом Химико-металлургического института им. Ж. Абишева (г. Караганда).

ISBN 978-5-91522-448-2

© Касенов Б.К., Касенова Ш.Б.,  
Сагинтаева Ж.И., Ермагамбет Б.Т.,  
Бектурганов Н.С., Оскембеков И.М., 2017  
© Научный мир, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>МАНГАНИТЫ</b> .....	7
1. Химия и физико-химия манганитов редкоземельных металлов, легированных оксидами щелочных, щелочноземельных и переходных металлов.....	9
2. Синтез, рентгенографическое исследование двойных и тройных манганитов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов.....	57
2.1. Синтез и рентгенографическое исследование манганитов составов $\text{LnMe}^{\text{I}}\text{Mn}_2\text{O}_5$ и $\text{LnMe}^{\text{II}}\text{Mn}_2\text{O}_{5,5}$ ( $\text{Ln} - \text{La, Nd, Ho, Er, Lu}$ ; $\text{Me}^{\text{I}} -$ щелочные, $\text{Me}^{\text{II}} -$ щелочноземельные металлы).....	57
2.2. Синтез и рентгенографическое исследование манганитов составов $\text{LnMe}^{\text{I}}_3\text{Mn}_2\text{O}_6$ , $\text{Ln}_2\text{Me}^{\text{II}}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ ( $\text{Ln} - \text{La, Nd}$ ; $\text{Me}^{\text{I}} -$ щелочные, $\text{Me}^{\text{II}} -$ щелочноземельные металлы).....	60
2.3. Синтез и рентгенографическое исследование манганитов составов $\text{LnMe}^{\text{I}}\text{Me}^{\text{II}}\text{Mn}_2\text{O}_6$ ( $\text{Ln} - \text{La, Nd, Dy}$ ; $\text{Me}^{\text{I}} -$ щелочные, $\text{Me}^{\text{II}} -$ щелочноземельные металлы).....	61
2.4. Синтез и рентгенографическое исследование манганитов состава $\text{LnMe}^{\text{I}}_3\text{Me}^{\text{II}}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ ( $\text{Ln} - \text{La, Nd, Dy}$ ; $\text{Me}^{\text{I}} -$ щелочные, $\text{Me}^{\text{II}} -$ щелочноземельные металлы).....	64
3. Калориметрическое исследование теплоемкости двойных и тройных манганитов и расчет температурной зависимости их термодинамических функций .....	69
3.1. Методика исследований.....	69
3.2. Теплоемкость и термодинамические функции манганитов $\text{LnMe}^{\text{I}}\text{Mn}_2\text{O}_5$ и $\text{LnMe}^{\text{II}}\text{Mn}_2\text{O}_{5,5}$ ( $\text{Ln} - \text{PЗЭ}$ ; $\text{Me}^{\text{I}} -$ щелочные, $\text{Me}^{\text{II}} -$ щелочноземельные металлы).....	71

3.3. Теплоемкость и термодинамические функции манганитов $\text{LnMe}^{\text{I}}_3\text{Mn}_2\text{O}_6$ , $\text{Ln}_2\text{Me}^{\text{II}}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ (Ln — La, Nd; $\text{Me}^{\text{I}}$ — щелочные; $\text{Me}^{\text{II}}$ — щелочноземельные металлы).....	92
3.4. Теплоемкость и термодинамические функции манганитов $\text{LnMe}^{\text{I}}\text{M}^{\text{II}}\text{Mn}_2\text{O}_6$ (Ln — La, Nd, Dy; $\text{Me}^{\text{I}}$ — щелочные; $\text{Me}^{\text{II}}$ — щелочноземельные металлы).....	107
3.5. Теплоемкость и термодинамические функции манганитов $\text{LnMe}^{\text{I}}_3\text{M}^{\text{II}}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ (Ln — La, Nd, Dy; $\text{Me}^{\text{I}}$ — щелочные; $\text{Me}^{\text{II}}$ — щелочноземельные металлы) .....	147
4. Оценка стандартных термодинамических свойств двойных и тройных манганитов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов .....	177
5. Некоторые закономерности, вытекающие из опытных и расчетных термодинамических данных манганитов .....	195
6. Исследование электрофизических свойств ряда манганитов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов.....	199
<b>ХРОМИТЫ</b> .....	<b>209</b>
7. Химия и физико-химия хромитов редкоземельных металлов, частично замещенных щелочными и щелочноземельными металлами .....	211
8. Синтез и рентгенографическое исследование двойных и тройных хромитов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов.....	223
8.1. Синтез и рентгенографическое исследование двойных хромитов щелочных и редкоземельных металлов состава $\text{LnM}^{\text{I}}\text{Cr}_2\text{O}_{5,5}$ (Ln — La, Nd, Gd, Dy; M <sup>I</sup> — Li, Na, K, Cs) .....	223
8.2. Синтез и рентгенографическое исследование двойных хромитов щелочноземельных и редкоземельных металлов состава $\text{LnM}^{\text{II}}\text{Cr}_2\text{O}_{5,5}$ (Ln — La, Nd, Gd, Dy; M <sup>II</sup> — Mg, Ca, Sr, Ba) .....	225
8.3. Синтез и рентгенографическое исследование тройных хромитов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов состава $\text{LnM}^{\text{I}}\text{M}^{\text{II}}\text{Cr}_2\text{O}_6$ (Ln — La, Nd; M <sup>I</sup> — Li, Na, K; M <sup>II</sup> — Mg, Ca, Sr, Ba).....	227
8.4. Синтез и рентгенографическое исследование наноразмерных хромитов $\text{YbM}^{\text{I}}\text{Cr}_2\text{O}_{5,5}$ (M <sup>I</sup> — Li, Na, K, Cs) и $\text{YbM}^{\text{II}}\text{Cr}_2\text{O}_{5,5}$ (M <sup>II</sup> — Mg, Ca, Sr, Ba).....	229

9. Калориметрическое исследование теплоемкости двойных и тройных хромитов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов .....	235
9.1 Теплоемкость и термодинамические функции хромитов состава $\text{LnM}^{\text{I}}\text{Cr}_2\text{O}_5$ ( $\text{Ln} - \text{La, Nd, Gd, Dy}$ ; $\text{M}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K, Cs}$ ) .....	235
9.2. Теплоемкость и термодинамические функции хромитов состава $\text{LnM}^{\text{II}}\text{Cr}_2\text{O}_{5,5}$ ( $\text{Ln} - \text{La, Nd, Gd, Dy}$ ; $\text{M}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$ ) .....	247
9.3. Теплоемкость и термодинамические функции тройных хромитов состава $\text{LnM}^{\text{I}}\text{M}^{\text{II}}\text{Cr}_2\text{O}_6$ ( $\text{Ln} - \text{La, Nd}$ ; $\text{M}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$ ; $\text{M}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$ ) .....	259
9.4. Теплоемкость и термодинамические функции наноразмерных $\text{YbM}^{\text{I}}\text{Cr}_2\text{O}_5$ ( $\text{M}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K, Cs}$ ) и $\text{YbM}^{\text{II}}\text{Cr}_2\text{O}_{5,5}$ ( $\text{M}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$ ) .....	276
10. Расчет стандартных термодинамических характеристик двойных и тройных хромитов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов .....	285
10.1. Оценка стандартных термодинамических функций двойных хромитов $\text{LnM}^{\text{I}}\text{Cr}_2\text{O}_5$ ( $\text{Ln} -$ редкоземельные, $\text{M}^{\text{I}} -$ щелочные металлы) .....	285
10.2. Оценка стандартных термодинамических функций двойных хромитов $\text{LnM}^{\text{II}}\text{Cr}_2\text{O}_{5,5}$ ( $\text{Ln} -$ редкоземельные, $\text{M}^{\text{II}} -$ щелочноземельные металлы) .....	288
10.3. Расчет стандартных термодинамических функций тройных хромитов $\text{LnM}^{\text{I}}\text{M}^{\text{II}}\text{Cr}_2\text{O}_6$ ( $\text{Ln} -$ редкоземельные, $\text{M}^{\text{I}} -$ щелочные, $\text{M}^{\text{II}} -$ щелочноземельные металлы) .....	290
11. Некоторые закономерности, вытекающие из опытных и расчетных термодинамических данных хромитов .....	293
12. Исследование электрофизических свойств ряда хромитов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов .....	299
12.1. Исследование температурной зависимости диэлектрической проницаемости и электропроводности двойных хромитов щелочноземельных и редкоземельных металлов .....	299
12.2. Электрофизическое изучение тройных хромитов $\text{LaM}^{\text{I}}\text{M}^{\text{II}}\text{Cr}_2\text{O}_6$ ( $\text{M}^{\text{I}} -$ щелочные, $\text{M}^{\text{II}} -$ щелочноземельные металлы) .....	301

12.3. Электрофизическое исследование наноразмерных хромитов иттербия, щелочных и щелочноземельных металлов .....	306
12.4. Исследование хромитов методом радиoluminesценции.....	309
<b>ФЕРРИТЫ.....</b>	<b>313</b>
13. Химия и физико-химия ферритов щелочных, щелочноземельных, редкоземельных металлов .....	315
14. Синтез и рентгенографическое исследование двойных ферритов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов.....	330
14.1. Синтез и рентгенографическое исследование ферритов состава $\text{LnMe}^{\text{I}}\text{Fe}_2\text{O}_5$ ( $\text{Ln} - \text{La, Nd, Gd, Er}$ ; $\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K, Cs}$ ).....	327
14.2. Синтез и рентгенографическое исследование ферритов состава $\text{LnMe}^{\text{II}}\text{Fe}_2\text{O}_{5,5}$ ( $\text{Ln} - \text{La, Nd, Yb, Gd, Er}$ ; $\text{Me}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$ ) .....	332
15. Калориметрическое исследование теплоемкости двойных ферритов и расчет температурной зависимости их термодинамических функций .....	335
15.1. Теплоемкость и термодинамические функции ферритов $\text{LnMe}^{\text{I}}\text{Fe}_2\text{O}_5$ ( $\text{Ln} - \text{La, Nd, Gd, Er}$ ; $\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K, Cs}$ ).....	335
15.2. Теплоемкость и термодинамические функции ферритов $\text{LnMe}^{\text{II}}\text{Fe}_2\text{O}_{5,5}$ ( $\text{Ln} - \text{La, Nd, Yb, Gd}$ ; $\text{Me}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$ ) .....	342
16. Оценка стандартных термодинамических функций двойных ферритов щелочных и редкоземельных металлов $\text{LnMe}^{\text{I}}\text{Fe}_2\text{O}_5$ ( $\text{Ln} - \text{редкоземельные}$ , $\text{Me}^{\text{I}} - \text{щелочные металлы}$ ).....	361
17. Исследование электрофизических свойств ряда двойных ферритов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов.....	365
17.1. Электроемкость, диэлектрическая проницаемость и электросопротивление ферритов $\text{GdMe}^{\text{I}}\text{Fe}_2\text{O}_5$ ( $\text{Me}^{\text{I}} - \text{щелочные металлы}$ ).....	365
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>370</b>