

Заключение диссертационного совета МГУ.013.3
по диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук

Решение диссертационного совета от «17» апреля 2025 г. № 1

О присуждении Лхамсурэну Энхтору, гражданину Монголии, ученой степени
доктора физико-математических наук.

Диссертация «Ближний порядок и статические смещения в бинарных поликристаллических твердых растворах замещения с различными кристаллическими структурами» по специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния принята к защите диссертационным советом МГУ.013.3 «26» декабря 2024 г., протокол № 12.

Соискатель Лхамсурэн Энхтор, 1962 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Ближний порядок в сплавах Fe-Re, Fe-Rh и Ni-W» защитил в 1996 году в диссертационном совете №1 (К 053.05.19) при Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова.

Соискатель работает профессором на кафедре физики Факультета науки и свободных искусств Монгольского государственного университета (г. Улан-Батор, Монголия).

Диссертация выполнена на кафедре физики Факультета науки и свободных искусств Монгольского государственного университета (г. Улан-Батор, Монголия).

Официальные оппоненты:

Виницкий Сергей Ильич, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова Международной межправительственной научно-исследовательской организации Объединенный институт ядерных исследований,

Удодов Владимир Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем Инженерно-технологического института ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»,

Орешко Алексей Павлович, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой физики твердого тела физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова
дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 96 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 33 работы, из них 22 статьи, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния. Все статьи индексируются в базах данных Web of Science, Scopus и RSCI:

1. Энхтор Лхамсурэн. Дебаевская характеристическая температура, ближний порядок и устойчивость твердого раствора Ni-6 ат.% W / Силонов В.М., Энхтор Л. // Физика металлов и металловедение. – 1995. – Т.80, № 5. – С.79-85. IF=1,21 (РИНЦ), 0,7 печ. л., вклад автора - 0,5.

2. Энхтор Лхамсурэн. Ближний порядок в твердых растворах Fe-5 ат.% Re/ Силонов В.М., Энхтор Л. // Вестник Московского Университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 1997. – №3. – С. 37-38. IF=0,55 (РИНЦ), 0,2 печ. л., вклад автора - 0,5.

3. Энхтор Лхамсурэн. Ближний порядок в твердых растворах Fe-Rh/ Силонов В.М., Энхтор Л.// Известия ВУЗов. Физика. – 1998. – №3. – С. 71-77. IF=0,33 (РИНЦ)

Enkhtor Lhamsuren. Short-range order in Fe-Rh solid solutions / Silonov V.M., Enkhtor L. // Russian Physics Journal. – 1998. – V. 41, No. 3. – P. 255–259. SJR=0,297 (Scopus), 0,5 печ. л., вклад автора - 0,5.

4. Энхтор Лхамсурэн. Расчет упругих постоянных многокомпонентных твердых растворов / Силонов В.М., Родин С.Ю., Энхтор Л.// Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2000. – №. 3 – С.28-30. IF=0,55 (РИНЦ), 0,3 печ. л., вклад автора - 0,4.

5. Энхтор Лхамсурэн. Исследование ближнего порядка в твердом растворе на основе магния в сплавах Mg-In./ Силонов В.М., Рохлин Л.Л., Энхтор Л., Глянченко И.А., Чернокозов О.Б.// Металлы. – 2002. – №6. – С. 111-114. IF=0,36 (РИНЦ),

Enkhtor Lhamsuren. Investigation of a short-range order in the magnesium-based solid solution in Mg-In alloys / Silonov V.M., Enkhtor L., Glyanenko I.A., Chernokozov O.B., Rokhlin L.L. // Russian Metallurgy (Metally). – 2002. – № 6. – С. 608-611. SJR= 0,211 (Scopus), 0,3 печ. л., вклад автора - 0,4.

6. Энхтор Лхамсурэн. Экспериментальное и теоретическое исследование ближнего порядка в разбавленных твердых растворах Ni-W/ Силонов В.М., Скоробогатова Т.В., Энхтор Л. //Вестник Московского университета. Серия 3. Физика и астрономия. – 2004. – №6. – С. 47-49. IF=0,55 (РИНЦ), 0,3 печ. л., вклад автора - 0,4.

7. Энхтор Лхамсурэн. Упорядочение в твердом растворе Ni-13,1 ат.%W / Энхтор Л., Силонов В.М. Перспективные материалы. – 2011. – №6. – С. 5-9. IF=0,31 (РИНЦ), 0,5 печ. л., вклад автора - 0,8.

8. Энхтор Лхамсурэн. Ближний порядок и энергии упорядочения в поликристаллических сплавах золото–медь, богатых золотом / Энхтор Л., Силонов В. М., Сафронов П.П.// Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2014. – № 4. – С. 61-64. IF=0,55 (РИНЦ)

Enkhtor Lhamsuren. The short-range order and ordering energies in gold-copper polycrystalline alloys that are rich in gold / Enkhtor L., Silonov V.M., Safronov P.P. // Moscow University Physics Bulletin. – 2014. – Vol. 69, No. 4. – P. 336–339. SJR=0,22 (Scopus), 0,4 печ. л., вклад автора - 0,6.

9. Энхтор Лхамсурэн. Методика расчета упругих постоянных щелочных металлов методом псевдопотенциала// Энхтор Л., Силонов В.М.// Известия РАН. Серия физическая. – 2014. – Т. 78, № 11. – С. 1431–1436. IF=0,54 (РИНЦ)

Enkhtor Lhamsuren. Procedure for pseudopotential calculations of alkali metal elastic constants. / Enkhtor L., Silonov V.M. // Bulletin of Russian Academy of Sciences: Physics. – 2014. – Vol. 78, No. 11. – P. 1163–1168. SJR=0,238 (Scopus), 0,6 печ. л., вклад автора -0,8.

10. Энхтор Лхамсурэн. Упорядочение в твердых растворах Cu-25ат%Au и Cu-75ат%Au// Энхтор Л., Силонов В. М., Сафронов П.П. // Поверхность: Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2015. – №4. – С. 14-18. IF=0,16 (РИНЦ)

Enkhtur Lhamsuren. On ordering in solid solutions of Cu-25 at % Au and Cu-75 at % Au. / Enkhtur L., Silonov V.M., Safronov P.P. // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 2015. – Vol. 9, No. 2. – P. 326–330. SJR=0,18 (Scopus), 0,5 печ. л., вклад автора - 0,6.

11. Энхтор Лхамсурэн. Ближний порядок в твердых растворах системы железо- рений / Энхтор Л., Силонов В.М. // Поверхность: Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2015. – №10. – С. 16-22. IF=0,16 (РИНЦ)

Enkhtor Lhamsuren. Short-range order in solid solutions of iron–rhenium. / Enkhtor L., Silonov V.M. // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 2015. – Vol. 9, No. 5. – P. 1005-1011 SJR=0,18 (Scopus), 0,7 печ. л., вклад автора - 0,8.

12. Энхтор Лхамсурэн. Расчет радиальных и тангенциальных силовых постоянных цезия из экспериментального фононного спектра / Энхтор Л., Силонов В.М., Галбадрах Р. Поверхность: Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2015. – №12. – С. 59-62. IF=0,16 (РИНЦ)

Enkhtor Lhamsuren. Calculation of the radial and tangential force constants of cesium from the experimental phonon spectrum. / Enkhtor L., Silonov V.M., Galbadrakh R. //Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 2015. – Vol. 9, No. 6. – P. 1262-1265. SJR=0,18 (Scopus), 0,4 печ. л., вклад автора - 0,8.

13. Энхтор Лхамсурэн. Расчет радиальных и тангенциальных силовых постоянных никеля из экспериментального фононного спектра / Энхтор Л., Силонов В. М. // Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2016. – №1. – С.101-105. IF=0,55 (РИНЦ)

Enkhtor Lhamsuren. The calculation of radial and tangential force constants for nickel using an experimental phonon spectrum / Enkhtor L., Silonov V.M. // Moscow University Physics Bulletin. – 2016. – Vol. 71, No. 1. – P. 123–127. SJR=0,22 (Scopus), 0,5 печ. л., вклад автора - 0,8.

14. Enkhtor Lhamsuren. Short-range order and static displacements in polycrystalline Ni-13.1at. %W alloy / Enkhtor L., Galbadrakh R., Silonov V. // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 271. – P. 98-105. SJR=0,211 (Scopus) 0,5 печ. л., вклад автора - 0,8.

15. Энхтор Лхамсурэн. Ближний порядок в сплаве Ni-14 ат.%Ir / Энхтор Л., Силонов В.М., Белов Ю.К.// Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. – 2018. – Т.10, № 1. – С. 53-58. IF=0,36 (РИНЦ)

Enkhtor Lhamsuren. Short-range order in Ni-14 at. %Ir / Enkhtor L., Silonov V., Belov Y. // RENSIT. – 2018. – Vol. 10, No. 1. – P. 53-58. SJR= 0,194 (Scopus), 0,4 печ. л., вклад автора - 0,5.

16. Enkhtor Lhamsuren. Estimation of the critical temperatures of order-disorder phase transitions in Cu-Au alloys using short-range order parameters/ Enkhtor L., Silonov V.M.// Solid State Phenomena. – 2019. – Vol. 288. – P. 65-70. SJR=0,211 (Scopus), 0,4 печ. л., вклад автора - 0,6.

17. Энхтор Лхамсурэн. Ближний порядок и его энергетические характеристики в сплаве Ni-14 ат. % Pt / Энхтор Л., Силонов В.М. Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2019. – №2. – С. 73-76. IF=0,55 (РИНЦ)

Enkhtor Lhamsuren. Short-Range Order and Its Energy Characteristics in the Ni-14 at % Pt Alloy. / Enkhtor L., Silonov V.M. // Moscow University Physics Bulletin. – 2019. – Vol. 74, No. 2. – P. 181-185. SJR=0,22 (Scopus), 0,6 печ. л., вклад автора -0,6.

18. Энхтор Лхамсурэн. Новый метод расчета энергий упорядочения бинарных твердых растворов/ Силонов В.М., Энхтор Л.// Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2020. – № 2. – С. 45-48. IF=0,55 (РИНЦ)

Enkhtor Lhamsuren. New Method for Calculating Pairwise Effective Potential in Binary Solid Solutions. / Silonov V.M., Enkhtor L. // Moscow University Physics Bulletin. – 2020. –Vol.75, No.2. –P.158–162. SJR=0,22 (Scopus), 0,5 печ. л., вклад автора - 0,4.

19. Энхтор Лхамсурэн. Расчет энергий упорядочения методом модельного потенциала с учетом линейного размерного эффекта в сплаве Ni-14 ат.%Pt. / Силонов В.М., Энхтор Л. //

Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. – 2020. – Т.12, № 2. – С. 235-240. IF=0,36 (РИНЦ)

Enkhtor Lhamsuren. Calculation of ordering energis by the model potential method taking account the linear size effect in thr Ni-14 at.%Pt alloy./ Silonov V.M., Enkhtor L. // RENSIT. – 2020. – Vol. 12, No. 2.– P. 235-240. SJR= 0,194 (Scopus), 0,4 печ. л., вклад автора -0,4.

20. Enkhtor Lhamsuren. Calculation of Pairwise Effective Potentials in the Disordered Ni-22.5at.%Fe Alloy Using Model Potential Method with Account of Size Effect / Silonov V., Enkhtor L. // Solid State Phenomena. – 2021. – Vol. 323. – P. 125-129. JIF=0,536 (WoS), 0,3 печ. л., вклад автора - 0,8.

21. Enkhtor Lhamsuren. Static Displacements and Short-Range Order in Ni-14 at. % Ir Alloy/ Enkhtor L., Silonov V., Gantulga Ts., Galbadrakh R., Amartaivan Ts., Odbadrakh Kh. // Solid State Phenomena. – 2021. – Vol. 323. – P. 159-165. JIF=0,536 (WoS), 0,4 печ. л., вклад автора - 0,8.

22. Энхтор Лхамсурэн. Ближний порядок и размерный эффект в сплаве Ni-11 at. %Cr / Силонов В.М., Энхтор Л.// Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2021. – №4. – С. 34-38. IF=0,55 (РИНЦ)

Enkhtor Lhamsuren. Short-Range Order and Size Effect in Ni–11 at % Cr Alloy / Silonov V., Enkhtor L. // Moscow University Physics Bulletin. 2021. – Vol. 76, No. 4. – P. 221–225. SJR=0,22 (Scopus), 0,5 печ. л., вклад автора - 0,4.

На диссертацию и автореферат поступили 3 дополнительных отзыва, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их профессиональной квалификацией и наличием публикаций в области физики конденсированного состояния.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований, развитых в диссертационной работе подходов и полученных через них результатов можно квалифицировать как научное достижение в области физики сплавов, связанное с решением проблемы определения типа ближнего упорядочения в бинарных сплавах методом диффузного рассеяния рентгеновских лучей.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Разработанный метод расчета амплитуд волн статических смещений атомов с применением значений силовых постоянных межатомного взаимодействия позволяет достоверно определить параметры ближнего порядка и статические смещения атомов из положений “средней решетки” на первых семи координационных сферах для сплавов с гранецентрированной кубической структурой, шести-деяти сферах для сплавов с объемноцентрированной кубической структурой, восьми сферах для сплавов с гексагональной плотноупакованной структурой. Тем самым возможно определить тенденцию типа упорядочения двойного сплава замещения через экспериментальный спектр параметров ближнего порядка.

2. Полученные новые выражения элементов динамической матрицы для объемноцентрированной кубической, гранецентрированной кубической и гексагональной плотноупакованной структур позволяют рассчитать модули упругости металлов и сплавов

методом псевдопотенциала или оценить их из экспериментальных фононных спектров. Для применения динамической матрицы в расчетах амплитуд волн статических смещений атомов компонент сплава, в описании экспериментальных фононных спектров, в оценке значений модулей упругости металлов и сплавов достаточно учесть межатомное взаимодействие на первых трех-девяти координационных сферах.

3. Разработанный с применением статистической теории упорядочения метод оценки критических температур фазового перехода порядок–беспорядок позволяет уточнить фазовые диаграммы равновесия бинарных сплавов с использованием экспериментальных значений параметров ближнего порядка, определенных методом диффузного рассеяния рентгеновских лучей. Для оценки критической температуры фазовых переходов порядок-беспорядок достаточно использовать значения энергий упорядочения на первых восьми координационных сферах в сплавах с гранцентрированной кубической и гексагональной плотноупакованной структурой, четырех – в сплавах с объемноцентрированной кубической структурой.

4. Учет статических смещений атомов в расчетах энергий упорядочения бинарных сплавов методом модельного потенциала позволяет оценить параметры ближнего порядка и повышает их сходимость с экспериментальными результатами, а также дает возможность прогнозирования существования ближнего порядка в бинарных сплавах замещения.

На заседании «17» апреля 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Лхамсурэну Энхтору ученую степень доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 4 доктора наук, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 16, против - 0, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель диссертационного совета,
доктор физико-математических наук,
профессор, академик РАН

А.Р. Хохлов

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат физико-математических наук, доцент

И.А. Малышкина

17 апреля 2025 г.

Подписи А.Р. Хохлова и И.А. Малышкиной заверяю.
Ученый секретарь физического факультета МГУ,
профессор

С.Ю. Стремоухов