

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Чижика Владимира Ивановича

на диссертацию Нефедова Дениса Юрьевича на тему «ЯМР сплавов Ga-In и Ga-In-Sn в условиях наноконфайнмента», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Диссертация Д. Ю. Нефедова посвящена исследованию наноконструктур на основе нанопористых матриц, в поры которых введены галлийсодержащие сплавы Ga-In и Ga-In-Sn. В качестве метода исследования применён метод ядерного магнитного резонанса, позволяющий производить объективное сопоставление результатов исследования наноструктурированных сплавов с данными для объемных сплавов того же состава. *Актуальность* темы исследований в представленной диссертационной работе обусловлена возрастающим применением наноструктурированных материалов в различных областях современной прикладной науки и техники.

Текст диссертации имеет классическую структуру и состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Русскоязычная версия работы включает в себя 92 страницы и содержит 37 рисунков и 5 таблиц. Результаты исследований опубликованы в 6 научных статьях в журналах, индексируемых в наукометрических базах Web of Science и Scopus и представлены на 4 международных научных конференциях.

В качестве новых научных результатов, полученных автором диссертации в рамках исследований, можно выделить следующие аспекты:

1. Впервые обнаружен и изучен фазовый переход «жидкость-жидкость» в бинарном расплаве Ga-In в порах искусственного опала. Зарегистрировано изменение фазовой диаграммы сплава Ga-In по сравнению с фазовой диаграммой объемного сплава, заключающееся в смещении положения эвтектической точки по концентрации.

2. Впервые обнаружено уменьшение сдвига Найта линий ЯМР изотопов галлия и изотопа индия ^{115}In для тройного жидкого сплава Ga-In-Sn в порах различных нанопористых матриц по сравнению с объемным расплавом.

3. Для тройного расплава Ga-In-Sn, в нанопористом стекле с размером пор 7 нм, впервые наблюдалось различие частотного сдвига резонансной линии ЯМР от изотопов галлия и от величины постоянного магнитного поля. Впервые для интерпретации данных

33-06-844 от 01.10.2024

особенностей была применена модель динамического квадрупольного сдвига линии ЯМР. Для данного сплава в различных нанопористых матрицах обнаружено замедление атомной диффузии, усиливающееся с уменьшением характерного размера пор.

4. Впервые наблюдалось формирование и стабилизация кристаллической фазы со структурой β -Ga бинарного сплава Ga-In в порах опаловой матрицы, выявлена температурная область ее существования и найдены значения константы квадрупольной связи в этой области температур.

Несмотря на несомненную актуальность проведенного исследования и высокое качество представленной работы, считаю необходимым сделать ряд замечаний:

1. Неудачно сформулированы некоторые положения, выносимые на защиту (особенно, второе и третье): они написаны как перечень результатов (отсутствует необходимый признак потенциальной дискуссионности), то есть в них не отражена суть логики интерпретации результатов.

2. На стр. 23 приведено ошибочное утверждение: «...суммарная намагниченность ядерной спин-системы не равна нулю и направлена вдоль постоянного магнитного поля сонаправлено силовым линиям при положительном гиромангнитном отношении ядер и противоположно направлено при отрицательном.»

3. В целом, диссертация хорошо структурирована, написана чётко, хорошим языком, однако в ней имеются отдельные терминологические, стилистические и другие погрешности. Приведём несколько примеров:

1) В тексте диссертации анонсируется: «Целью настоящей диссертационной работы является исследование особенностей физических свойств галлийсодержащих сплавов в условиях наноконфайнмента методом ЯМР». Название диссертации не отражает эту цель.

2) На мой взгляд, в русскоязычном тексте неоправданно используются англицизмы («наноконфайнмент», «референс», единицы измерения).

3) Не ясен комментарий «Погрешности указаны для наиболее показательных данных» в подписях к нескольким рисункам.

4) Примеры неточностей: «...ввиду их стабильных электрических свойств (высокая электропроводность и низкая вязкость)...» (стр. 48); «...значение энергии активации $E_a = 7200 \text{ K} = 0.62 \text{ eV}$ » (стр. 58 и 59); в Таблицах 4.1-4.4 не указано, к какой температуре относятся данные о временах релаксации и временах корреляции.

4) Из опечаток отмечу наиболее существенные в уравнениях (2.4) и (4.4).

Указанные недостатки не затрагивают основных выводов и результатов диссертации, не снижают их ценности и не ставят под сомнение их значимость, то есть замечания не изменяют положительную оценку исследования и носят рекомендательный характер. **Научная новизна и значимость** исследования не вызывает сомнений и обусловлены как актуальностью изучаемой проблемы и выбором метода исследования, так и объёмом и качеством полученных результатов. **Достоверность** полученных в диссертации результатов обеспечивается использованием аттестованной аппаратуры и апробированных методик экспериментальных исследований, полученные в диссертации результаты не противоречат известным в научной литературе представлениям и результатам. Результаты апробированы на международных конференциях.

Заключение. Диссертация Нефедова Дениса Юрьевича «ЯМР сплавов Ga-In и Ga-In-Sn в условиях наноконфайнмента» соответствует паспорту научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния и является законченной научно-квалификационной работой, которая по уровню выполнения, объёму, актуальности, новизне, значимости и достоверности полученных результатов соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а соискатель Нефедов Денис Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета,
профессор кафедры
ядерно-физических методов исследования СПбГУ

Дата: 23.09.2024

В. И. Чижик

Чижик Владимир Иванович
Доктор физ.-мат. наук по специальностям
1.3.4 – радиофизика и 1.3.8 – физика конденсированного состояния,
профессор по кафедре радиофизики,
профессор кафедры ядерно-физических методов исследования,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет»
198504, Санкт-Петербург, Петергоф ул. Ульяновская, д. 1
Электронный адрес: v.chizhik@spbu.ru



23.09.2024