

## О Т З Ы В

к. ф.-м. н., доцента кафедры теоретической физики физического факультета  
федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Национальный исследовательский  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»  
(ННГУ им. Н.И. Лобачевского)  
КОНАКОВА Антона Алексеевича  
(konakov@nifti.unn.ru, тел. +7 831 462 33 04, 603022 Нижний Новгород,  
проспект Гагарина, д. 23, к. 3, ННГУ, физический факультет)

на автореферат диссертации ЛИПСКОГО Виктора Анатольевича  
**«Получение и оптические свойства  
высокочистого изотопно обогащенного германия»,**  
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук  
по специальности 02.00.01 – Неорганическая химия

Диссертационная работа В.А. Липского посвящена получению изотопически обогащенного германия и изучению его оптических свойств, в частности, зависимости показателя преломления от изотопного состава. Получение изотопически обогащенных кристаллов вызывает значительный интерес в области метрологии, в квантовых технологиях (системы, построенные на кристаллах, обогащенных бессpinовыми изотопами, обладают лучшими физическими характеристиками для построения квантовых вычислительных систем). Изотопно обогащенный германий-76 используется в детекторах безнейтринного двойного бета-распада (эксперимент GERDA). Кроме того, доли стабильных изотопов  $^{70}\text{Ge}$ ,  $^{72}\text{Ge}$ ,  $^{74}\text{Ge}$  в природном германии примерно одинаковые (20.4%, 27.3%, 36.7% соответственно), что делает получение кристаллов германия с высоким изотопным обогащением нетривиальной технологической задачей.

Диссертационную работу Липского В.А. можно условно разделить на 2 части: первая посвящена технологии роста изотопно обогащенных кристаллов германия и характеризации чистоты полученных образцов. Вторая посвящена исследованию оптических свойств кристаллов моноизотопного германия, в частности, зависимости показателя преломления германия от изотопного состава. В этом смысле автор проявил себя не только как технолог-«ростовик», но и как исследователь-экспериментатор физико-химических свойств полученных объектов.

Отмечу наиболее интересные, на мой взгляд, результаты диссертации.

1. Экспериментально получена зависимость показателя преломления кристаллов моноизотопного германия от массы изотопа в ИК-диапазоне спектра. Ввиду того, что сдвиг очень малый (в четвертом знаке после запятой), этот экспериментальный результат производит очень серьезное впечатление. Обнаруженный сдвиг согласуется с теоретическими предсказаниями об убывании показателя преломления с ростом массы изотопа (см., например, обзор 2005 года M. Cardona, M.L.W. Thewalt, Rev. Mod. Phys. 77, 1173).

2. Экспериментально получены зависимости сдвигов линий ИК-поглощения моноизотопного германия в зависимости от массы изотопа. Насколько можно судить, наблюдаемые сдвиги линий поглощения согласуются с предсказываемыми теорией.

3. Развитые автором в материаловедческой части диссертации методы получения моноизотопного германия вносят вклад в развитие неорганической химии в области получения новых изотопически чистых материалов. Липский В.А. является одним из авторов патента о способе получения изотопных разновидностей германия гидридным методом.

Результаты исследований, составивших основу диссертационной работы, были широко представлены в ведущих отечественных («Оптика и спектроскопия», «Неорганические материалы») и зарубежных (Applied Optics, Crystal Research and Technology) научных журналах и прошли апробацию на научных конференциях всероссийского уровня. Их достоверность не вызывает сомнений. Общее количество публикаций по теме диссертации в рецензируемых журналах, входящих в Перечень ВАК РФ, – 6.

Диссертация В.А. Липского **«Получение и оптические свойства высокочистого изотопно обогащенного германия»** представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, **Липский Виктор Анатольевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – **Неорганическая химия**.

Доцент кафедры теоретической физики  
физического факультета ННГУ им. Н.И. Лобачевского,  
кандидат физико-математических наук  
Согласен на обработку персональных данных

Подпись А.А. Конакова заверяю

Ученый секретарь ННГУ им. Н.И. Лобачевского  
кандидат социологических наук



*Конаков*  
А.А. Конаков  
20.06.2021

*Черноморская*  
Л.Ю. Черноморская