

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.340.04, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»
МИНОБРНАУКИ РФ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело №

Решение диссертационного совета от 29.06.2021 г., протокол заседания №15

О присуждении Липскому Виктору Анатольевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Получение и оптические свойства высокочистого изотопно обогащенного германия», в виде рукописи, по специальности 02.00.01 – неорганическая химия принята к защите 12 апреля 2021 г. (протокол заседания № 8) диссертационным советом 24.2.340.04, созданным на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина ,23, приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №561/нк от 03.06.2021).

Соискатель Липский Виктор Анатольевич, 1988 года рождения. В 2012 году соискатель окончил химический факультет ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского». В 2016 году окончил очную аспирантуру Института химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девятых РАН направленности Неорганическая химия, направление подготовки Химические науки. Справка о сдаче кандидатских экзаменов №12215-6522/182 выдана 15.03.2021 г. в ИХВВ РАН.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девятых Российской академии наук (ИХВВ РАН).

Научный руководитель – доктор химических наук, директор ИХВВ РАН, заведующий лабораторией веществ особой чистоты **Буланов Андрей Дмитриевич.**

Официальные оппоненты:

Андреев Борис Александрович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела физики полупроводников Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ФИЦ ИПФ РАН) (г. Нижний Новгород)

Маренкин Сергей Федорович, доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук» (ИОНХ РАН) (г. Москва)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (г. Москва) **в своем положительном отзыве**, составленном и подписанным профессором кафедры неорганической химии д.х.н. Зломановым Владимиром Павловичем, заведующим кафедрой неорганической химии д.х.н. профессором Шевельковым Андреем Владимировичем, ученым секретарем кафедры неорганической химии к.х.н. Маркеловой Марией Николаевной, заместителем декана химфака МГУ по научной работе д.х.н. профессором Зверевой Марией Эмильевной, указала, что диссертационная работа Липского Виктора Анатольевича «Получение и оптические свойства высокочистого изотопно обогащенного германия» представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, которая полностью соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской

Федерации №842 от 24 сентября 2013 года, а ее автор, Липский Виктор Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, которые включены в перечень ВАК для опубликования основных научных результатов диссертации, 4 тезисов докладов на международных и всероссийских научных конференциях.

Недостоверные сведения о списке трудов, об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, в диссертации Липского В.А. отсутствуют.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Адамчик, С.А. Моногерманы $^{74}\text{GeH}_4$ И $^{73}\text{GeH}_4$ с высокой изотопной и химической чистотой / С.А. Адамчик, А.Д. Буланов, М.Ф. Чурбанов, О.Ю. Трошин, А.Ю. Лашков, А.В. Гусев, **В.А. Липский** // Доклады академии наук. – 2014. – Т. 458. – № 6. – С. 667–670.
2. Гавва, В.А. Спектры ИК поглощения и комбинационного рассеяния монокристаллов стабильных изотопов германия / В.А. Гавва, Т.В. Котерева, **В.А. Липский**, А.В. Нежданов // Оптика и спектроскопия. – 2016. – Т. 120. – № 2. – С. 266–271.
3. Churbanov, M.F. Production of germanium stable isotopes single crystals. / M.F. Churbanov, V.A. Gavva, A.D. Bulanov, N.V. Abrosimov, E.A. Kozyrev, I.A. Andryushchenko, **V.A. Lipskii**, S.A. Adamchik, O.Yu. Troshim, A.Yu. Lashkov, A.V. Gusev// Crystal Research and Technology. – 2017. –V. 52. – № 4. – 1700026. – P. 1 – 6.
4. Патент №2641126 Российская Федерация, МПК C22B 41/00, C01G 17/00. Способ получения изотопных разновидностей элементарного германия с высокой изотопной и химической чистотой / Чурбанов М.Ф., Буланов А.Д., Гавва В.А., Козырев Е.А., Андрющенко И.А., **Липский В.А.**, Зырянов С.М. Заявка: 2016105192 от 16.02.2016., опубл. 16.01.2018. Бюл. № 2.

5. Lipskiy, V.A. Refractive index spectral dependence, Raman spectra, and transmission spectra of high-purity ^{72}Ge , ^{73}Ge , ^{74}Ge , ^{76}Ge , and $^{\text{nat}}\text{Ge}$ single crystals / V.A. Lipskiy, V.O. Nazaryants, T.V. Kotereva, A.D. Bulanov, V.A. Gavva, V.V. Koltashev, M.F. Churbanov, V.G. Plotnichenko // Appl. Opt. – 2019. – V. 58, P. 7489 – 7496.

6. **Липский, В.А.** Получение изотопно обогащенного поликристаллического германия пиролизом моногермана / В.А. Липский, В.А. Гавва, А.Д. Буланов // Неорганические материалы. – 2020. – Т. 56. – № 3. – С. 235–240.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Конакова Антона Алексеевича, кандидата физико-математических наук, доцента кафедры теоретической физики физического факультета ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского". Отзыв без замечаний.

Романовой Елены Анатольевны, доктора физико-математических наук, профессора кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе Саратовского филиала института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. В отзыве замечаний не имеется.

Тверьяновича Юрия Станиславовича, доктора химических наук, профессора, заведующего кафедрой лазерной химии и лазерного материаловедения Института химии Санкт-Петербургского государственного университета.

В качестве замечаний отмечено следующее:

1. Следует отметить, что практическая значимость работы, изложенная в пунктах 1-3, достаточно весома и дополнение её пунктами 4-5, имеющими значение скорее для фундаментальной науки, излишне.

2. В конце стр.4 имеется неудачная формулировка: «Из анализа литературных данных следует, что оптические свойства германия определяются колебаниями фононов». Если имеется в виду спектральная область колебаний

атомарной решетки, то зачем для этого утверждения потребовался анализ литературы?

3. В пункте 4 Положений выносимых на защиту присутствует опечатка: пропущены слова «корня квадратного» перед словами «атомной массы изотопа».

Все отзывы положительные и их авторы отмечают, что диссертационная работа в полной мере соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в Постановлении Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г. (в ред. «О порядке присуждения ученых степеней»).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, достижениями в научных исследованиях с близкой тематикой, наличием у оппонентов и сотрудников ведущей организации публикаций в рецензируемых журналах и высоким профессиональным уровнем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработаны новые и оптимизированы известные методики получения монокристаллов изотопов германия ^{72}Ge , ^{73}Ge , ^{74}Ge с высокой степенью химической и изотопной чистоты;

- предложен новый 2-х стадийный способ выращивания высокочистых изотопно обогащенных монокристаллов германия, позволяющий избежать изотопного разбавления;

- доказана высокая эффективность использования моногермана на стадии разделения изотопов германия в общей схеме получения моноизотопных разновидностей Ge;

- введены новые представления о влиянии изменения массы изотопа германия на значение показателя преломления изотопно обогащенного германия.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- доказано влияние значения величины атомной массы изотопа германия на показатель преломления, положение групповых колебаний фононов и полосы

оптического фонона LTO в точке (Γ) в изотопно обогащенном германии при комнатной температуре.

- применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных экспериментальных методов исследования:

1. методы масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС), хромато-масс-спектрометрии (ХМС), лазерной масс-спектрометрии (ЛМС);

2. 4-х зондовые методы, в том числе метод Ван дер Пау;

3. метод прецизионной интерференционной рефрактометрии, разработанный в Научном центре волоконной оптики им. Е.М. Дианова РАН, для исследования показателя преломления оптических материалов высокой химической чистоты;

3. спектроскопические методы (ИК спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС);

- изложены новые данные по изотопным сдвигам частот групповых колебаний фононов в изотопно обогащенном германии при комнатной температуре, подтверждающие теорию приближения виртуального кристалла и данные по спектральной зависимости показателя преломления изотопов германия, имеющие важное значение в волоконной и интегральной оптике при создании новых оптоволоконных приборов, которые необходимы для развития современной техники;

- раскрыто влияние атомной массы изотопа германия на оптические свойства изотопно обогащенного германия;

- изучены спектральная зависимость показателя преломления изотопно обогащенного германия от атомной массы германия при комнатной температуре, ИК спектры изотопов германия в области $1,739\text{--}40 \text{ мкм}$ ($5750 \text{ см}^{-1} - 250 \text{ см}^{-1}$), спектры КРС изотопов германия при комнатной температуре;

- проведена модернизация аппроксимации зависимости показателя преломления германия от волнового числа при помощи полиномиальной функции вместо функции Коши.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждаются тем, что:

- разработаны новые подходы в получении монокристаллов высокочистого изотопно обогащенного германия гидридным методом;

- определены

1. условия процесса пиролиза изотопно обогащенного моногермана, обеспечивающие выход целевого продукта более 95%;

2. параметры аппроксимации дисперсии показателя преломления монокристаллов моноизотопов германия в области от 1,94 мкм до 20 мкм с погрешностью менее $7 \cdot 10^{-5} - 1,5 \cdot 10^{-4}$;

3. получены данные по положениям максимумов групповых колебаний фононов и основной полосы КР фонона LTO(Γ) и их изотопные сдвиги в изотопно обогащенном германии при комнатной температуре;

- создана система практических рекомендаций по получению высокочистых монокристаллов моноизотопов германия гидридным методом и исследованию их оптических свойств;

- представлены данные по спектральной зависимости показателя преломления изотопов германия, актуальные для волоконной и интегральной оптики при создании многослойных волноводных и квантоворазмерных структур.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

- для экспериментальных работ установлена достоверность результатов, подтвержденная их повторяемостью и воспроизводимостью, достигнутая путем применения современного оборудования и широкого набора методов исследования;

- теория согласуется с опубликованными экспериментальными данными отечественных и зарубежных авторов по теме диссертации, полученные результаты рассмотрены в соответствии с данными современной химической литературы; приведенные теоретические заключения основаны на достижениях,

химии твердого тела, оптики, физики полупроводников и достоверно установленных экспериментальных фактах;

- **идея базируется** на анализе литературных данных по химии элементарного германия и его соединений, по тепловым и оптическим свойствам, по изотопным эффектам;

- **использованы** современные научные представления при анализе авторских данных и их сопоставление с имеющимися в литературе;

- **установлено**, что наблюдается хорошая корреляция между теоретическими заключениями и полученными экспериментальными данными;

- **использованы** современные методы исследования свойств полученных моноизотопов и определения их изотопного состава и элементного состава примесей: масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, хромато-масс-спектрометрия, лазерная масс-спектрометрия; прецизионная интерференционная рефрактометрия, ИК спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния;

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах работы: при постановке цели и задач, планировании и выполнении научных экспериментов, обработке, обсуждении и интерпретации полученных экспериментальных данных, формулировке заключений и выводов по полученным результатам. Диссертант принимал личное участие в апробации результатов исследования на конференциях различного уровня и подготовке публикаций по выполненной работе.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи (проблемы) и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием обоснованного и целенаправленного плана исследований, формулировки цели работы и выводов на основании полученных результатов.

На заседании 29 июня 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Липскому В.А. ученую степень кандидата химических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 3 доктора наук (по специальности 02.00.01 – неорганическая химия), участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 15, против 0, воздержавшихся 0.

Председательствующий член
диссертационного совета 24.2.340.04,
д.х.н., профессор

Нипрук Оксана Валентиновна



Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.340.04,
к.х.н.

Буланов Евгений Николаевич

29 июня 2021 г.