

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.226.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 14.03.2023 г. № 19

О присуждении Титову Роману Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Технологические и структурные факторы формирования физических характеристик нелинейно-оптических монокристаллов ниобата лития, легированных цинком и бором» по специальности 2.6.7. «Технология неорганических веществ» принята к защите 22 декабря 2022 года (протокол заседания № 18) диссертационным советом 24.1.226.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук» Минобрнауки РФ (184209, г. Апатиты, Мурманская обл., ул. Ферсмана, 14), утвержденным приказом Минобрнауки Российской Федерации № 548/нк от 01 июля 2019 года.

Соискатель **Титов Роман Алексеевич**, 06 декабря 1993 года рождения, в 2017 году окончил магистратуру кафедры «Химии и строительного материаловедения» Апатитского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мурманский государственный технический университет» (АФ МГТУ). В 2021 году окончил очную аспирантуру Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ РАН) по направлению подготовки 18.06.01 «Химическая технология», профиль – 05.17.01 «Технология неорганических веществ». С марта 2022 года по настоящее время

работает в должности младшего научного сотрудника Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН), Минобрнауки РФ.

Диссертация выполнена в лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН), Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный химик РФ, **Сидоров Николай Васильевич**, главный научный сотрудник лаборатории материалов электронной техники ИХТРЭМС КНЦ РАН, г. Апатиты.

Официальные оппоненты:

Строганова Елена Валерьевна, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры оптоэлектроники, декан физико-технического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» (ФГБОУ ВО «КубГУ»), г. Краснодар,

Шлыков Сергей Александрович, доктор химических наук, доцент, заведующий кафедрой физической и коллоидной химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет» (ФГБОУ ВО «ИГХТУ»), г. Иваново,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ООО Научно-производственная компания «ОПТОЛИНК» в своем положительном отзыве, подписанном Кострицким

Сергеем Михайловичем, доктором физико-математических наук, доцентом, техническим директором Зеленоградского отделения ООО НПК “Оптолинк”, и Редичевым Евгением Николаевичем, кандидатом технических наук, инженером технологического участка Зеленоградского отделения ООО НПК “Оптолинк”, утвержденном Фёдоровым Вячеславом Александровичем, доктором физико-математических наук, профессором, техническим директором ООО НПК “Оптолинк”, указала, что в рассматриваемой диссертации предложен новый способ легирования кристалла ниобата лития, заключающийся во введении следовых количеств элемента бора в тетраэдрические пустоты структуры кристалла. Данным способом можно получать крупногабаритные кристаллы ниобата лития стехиометрического состава, получение которых по другим технологиям невозможно. Выполнено, применительно к кристаллам $\text{LiNbO}_3:\text{Zn}$ и $\text{LiNbO}_3:\text{B}$, сопоставление технологий прямого легирования расплава, технологии твёрдофазного легирования и технологии, использующей легированную шихту, синтезированной с использованием прекурсора $\text{Nb}_2\text{O}_5:\text{B}$ (метод гомогенного легирования). Показано, что технология гомогенного легирования позволяет получать кристаллы $\text{LiNbO}_3:\text{B}$, обладающие структурой более совершенной и более близкой к структуре кристалла стехиометрического состава, чем технология прямого твёрдофазного легирования оксидом бора и борной кислотой. Полученные в диссертации научные результаты важны для оптимизации структуры и фоторефрактивных свойств монокристалла ниобата лития при разработке технологий кристаллов LiNbO_3 с предельно низким эффектом фоторефракции, а также для корректировки технологических режимов при промышленном выращивании кристаллов с заданными свойствами. По мнению ведущей организации, представленная диссертационная работа представляет собой полноценную и законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне, имеющую актуальность, теоретическую основу, научно-практическую значимость и соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской

Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 в редакции от 26 сентября 2022 г. № 1690, а ее автор, Титов Роман Алексеевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. «Технология неорганических веществ».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации выполнен в соответствии с п. 22, 24 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в ред. от 26.09.2022 г. № 1690) и обоснован их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Соискатель имеет 49 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 23 работы, из них 16 статей в российских журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных положений кандидатских и докторских диссертаций, или в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, общим объёмом 20 условных печатных листов. Федеральной службой по интеллектуальной собственности (Роспатент) выдан патент на изобретение № 2777116 от 01.08.2022 г.

Опубликованные работы полностью отражают основные положения диссертационного исследования, в диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые работы автора по теме диссертации: **1.** Сидоров Н.В., Палатников М.Н., Яничев А.А., **Титов Р.А.**, Теплякова Н.А. Структурный беспорядок и оптические свойства конгруэнтных кристаллов ниобата лития, легированных цинком и бором // Оптика и спектроскопия. - 2016. - Т. 121, № 1. - С. 40-49 [Sidorov N.V., Palatnikov M.N., Yanichev A.A., **Titov R.A.**, Teplyakova N.A. Structural disorder and optical properties of congruent lithium niobate crystals doped with zink and boron // Optics and Spectroscopy. - 2016. - V. 121, №. 1. - P. 36-44. Impact factor (IF) 0.740, Scopus Q3, Web of Science (WoS) Q4]; **2.** Сидоров Н.В., Палатников М.Н., Яничев А.А., **Титов Р.А.**, Макарова О.В. Особенности получения и строения кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:Zn}$ в области концентрационного

порога 6.76 мол. % ZnO // Журнал технической физики. - 2017. - Т. 87, № 3. - С. 394-400 [Sidorov N.V., Palatnikov M.N., Yanichev A.A., **Titov R.A.**, Makarova O.V. Specific features of growth and structure of LiNbO₃:Zn crystals near the ZnO concentration threshold of 6.76 mol % // Technical Physics. - 2017. - V. 62, №. 3. - P. 417-423. IF 0.489, Scopus Q3, WoS Q4]; **3.** Сидоров Н.В., Теплякова Н.А., **ТИТОВ Р.А.**, Палатников М.Н. Фотоэлектрические поля и особенности вторичной структуры номинально чистых кристаллов ниобата лития, выращенных из шихты, легированной бором // Журнал технической физики. - 2020. - Т. 90, № 4. - С. 652-659 [Sidorov N.V., Teplyakova N.A., **Titov R.A.**, Palatnikov M.N. Photovoltaic fields and the secondary structure of nominally pure lithium niobate crystals grown from a boron-doped furnace charge // Technical Physics. - 2020. - V. 65, №. 4. - P. 627-634. IF 0.489, Scopus Q3, WoS Q4]; **4.** Сидоров Н.В., **ТИТОВ Р.А.**, Воскресенский В.М., Палатников М.Н. Особенности локализации катионов B³⁺ в структуре кристалла LiNbO₃ и их влияние на свойства кристалла // Журнал структурной химии. - 2021. - Т. 62, № 2. - С. 235-243 [Sidorov N.V., **Titov R.A.**, Voskresenskiy V.M., Palatnikov M.N. Localization of B³⁺ cations in the LiNbO₃ crystal structure and its effect on the crystal properties // Journal of Structural Chemistry. - 2021. - V. 62, № 2. - P. 221-229. IF 1.004, Scopus Q4, WoS Q4]; **5.** Sidorov N.V., Teplyakova N.A., Makarova O.V., Palatnikov M.N., **Titov R.A.**, Manukovskaya D.V., Birukova I.V. Boron influence on defect structure and properties of lithium niobate crystals // Crystals. - 2021. - V. 11, I. 5. - P. 458 (1-37). IF 2.670, Scopus Q2, WoS Q2.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов, все отзывы имеют положительную оценку, некоторые содержат замечания и вопросы:

1. Петрова Ольга Борисовна, доктор химических наук, доцент, профессор кафедры химии и технологии кристаллов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», г. Москва: *без замечаний.*

2. Карпович Наталья Фёдоровна, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии отверждения РАО, АО Радиевый институт им. В.Г. Хлопина, г. Санкт-Петербург: *без замечаний*.

3. Красюков Антон Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры интегральной электроники и микросистем (ИЭМС) Национального исследовательского университета Московский институт электронной техники (МИЭТ), г. Москва: *1. Одной из задач диссертационной работы было получение оптически однородных монокристаллов ниобата лития. Однако в автореферате не приводятся данные об особенностях распределения дефектов и легирующих примесей по объёму монокристалла, определяющих его оптическую однородность; 2. Оптическую однородность сегнетоэлектрического монокристалла определяют также особенности его доменной структуры. В автореферате следовало бы дать информацию об особенностях доменной структуры исследованных кристаллов, а также пояснить особенности монодоменизации каждого исследованного кристалла.*

4. Гынгазов Сергей Анатольевич, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Проблемной научно-исследовательской лаборатории электроники, диэлектриков и полупроводников Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов «Национального исследовательского Томского политехнического университета», г. Томск: *1. Восприятие содержания значительно улучшилось бы, если бы был введён дополнительно раздел «Предмет исследования»; 2. На рисунках 2а и 3 на экспериментальных кривых не указаны доверительные интервалы.*

5. Криштоп Виктор Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Научно-исследовательского института радиофотоники и оптоэлектроники, ПАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания» (ПАО ПНППК); Журавлёв Антон Александрович, кандидат технических наук, главный конструктор структурного подразделения – начальник лаборатории радиофотоники Научно-исследовательского института радиофотоники и оптоэлектроники, ПАО

ПНППК, г. Пермь: *На рисунке 4 не указан угловой масштаб коноскопических картин; кроме того, в тексте не приведено время облучения образцов при наблюдении фотоиндуцированного рассеяния света при мощности 160 мВт, что является существенным фактором для данного явления.*

6. Шур Владимир Яковлевич, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Института естественных наук и математики, директор Уральского ЦКП «Современные нанотехнологии» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ); Черепанов Владимир Александрович, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой физической и неорганической химии Института естественных наук и математики УрФУ, г. Екатеринбург: *1. В автореферате отсутствует информация о структурной и композиционной однородности и фоторефрактивных свойствах монокристаллов, а также об особенностях распределения структурных неоднородностей и примесей. Такая информация представляет значительный практический интерес. 2. Не представлена информация о подготовке образцов для проведения исследований, в частности процесса монодоменизации. 3. Следовало бы изложить в автореферате использованные методики определения отношения Li/Nb , концентрации точечных дефектов и ОН-групп, определяющих фоторефрактивные свойства кристалла.*

7. Баранчиков Александр Евгеньевич, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН), г. Москва: *1. Особенностью метода Чохральского, использованного для получения объектов исследования, является неоднородность распределения легирующих элементов по объёму кристалла. Из текста автореферата не ясно, учитывалась ли потенциальная неоднородность химического состава монокристаллов, проводили ли независимый анализ различных фрагментов монокристаллов? 2. В*

автореферате не указано, каким методом и с какой погрешностью определено содержание ОН-групп (стр. 15), в каких диапазонах может изменяться эта концентрация в зависимости от способа синтеза (например, при отжиге монокристаллов)?

8. Стукова Елена Владимировна, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Амурский государственный университет» (ФГБОУ ВО «АмГУ»); Родина Татьяна Андреевна, доктор химических наук, доцент, профессор кафедры химии и химической технологии ФГБОУ ВО «АмГУ», г. Благовещенск: *В автореферате диссертации на странице 10 автор описывает причины выбора бора в качестве легирующей добавки, но не указываются причины выбора в качестве легирующей добавки цинка.*

9. Мурашкевич Анна Николаевна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники УО «Белорусский государственный технологический университет», Белоруссия, г. Минск: *Ряд положений и выводов, выносимых на защиту, скорее можно отнести к области физического материаловедения, в меньшей степени к технологии неорганических веществ.*

10. Яценко Александр Викторович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры конденсированных сред, физических методов и компьютерных технологий в медицине, Физико-технический институт, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского; Шульгин Виктор Федорович, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры общей химии, Институт биохимических технологий, экологии и фармации, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь: *1. Понимание части 4.6 автореферата (стр. 15) осложняет отсутствие в тексте исходных ИК-спектров, а также информации о методике расчёта отношения $R=[Li]/[Nb]$ в образцах НЛ, рассматриваемых в табл. 1; 2. Из текста автореферата (стр. 16) следует, что расчёт энергии кластера ионов (рис. 5) проводился по модели точечных зарядов. Однако индуцированный дипольный*

момент ионов кислорода также даёт большой вклад в локальное электрическое поле и потенциал. Отметим, что в данном случае желательно было бы учесть и энергию межионного отталкивания в парах (В – О); 3. На стр. 17 автореферата указывается, что кристалл $\text{LiNbO}_3:\text{B}$, выращенный по технологии гомогенного легирования прекурсора $\text{Nb}_2\text{O}_5:\text{B}$ наиболее близок по структурному совершенству к кристаллу НЛ стехиометрического состава. Поэтому логично было бы сравнить значение $R=[\text{Li}]/[\text{Nb}]$ для этого кристалла с соответствующим параметром для образцов, выращенных по технологии прямого твёрдофазного легирования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана технология получения боросодержащих композиционно однородных кристаллов ниобата лития, близких по составу к стехиометрическому, обладающих улучшенными оптическими характеристиками, в том числе, повышенной стойкостью к оптическому повреждению; **предложен** принципиально новый подход для получения близких по составу к стехиометрическим кристаллов ниобата лития из шихты конгруэнтного состава, учитывающий допустимые концентрации легирующих неметаллических катионов бора, что позволило определить технологические параметры роста композиционно однородных кристаллов оптического качества; **доказано** многофакторное воздействие неметаллических катионов бора на систему кристалл-расплав, вторичную структуру и оптические свойства близких к стехиометрическим кристаллам $\text{LiNbO}_3:\text{B}$; **предложена** концепция локализации следовых количеств неметаллических катионов бора в гранях вакантных тетраэдрических пустот кислородно-октаэдрической структуры кристалла ниобата лития.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что: **научно обоснована** перспективность легирования шихты ниобата лития конгруэнтного состава катионами бора для повышения стехиометрии кристаллов, снижения в них концентрации структурных дефектов и некоторых металлических примесей, повышающих эффект фоторефракции;

применительно к проблематике диссертации результативно, с получением обладающих новизной результатов, выполнены модельные расчёты локализации следовых количеств неметаллических катионов бора в структуре кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$, позволившие определить наиболее вероятное положение катионов бора в гранях вакантных тетраэдрических пустот и интерпретировать снижение концентрации дефектов Nb_{Li} и металлических примесей в кристаллах $\text{LiNbO}_3:\text{B}$, а также расчёты изобарно-изотермического потенциала образования боратов примесных металлов (Al, Ca, Pb и др.) в расплаве конгруэнтного состава, что позволило убедительно подтвердить, с теоретической точки зрения, снижение в кристаллах $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ (по сравнению с номинально чистыми кристаллами LiNbO_3) концентрации регламентируемых катионных примесей, ухудшающих оптические свойства кристалла; экспериментальные результаты, полученные методами спектроскопии комбинационного рассеяния света, ИК-спектроскопии поглощения, полнопрофильного рентгеноструктурного анализа, оптической спектроскопии, лазерной коноскопии и фотоиндуцированного рассеяния света, **интерпретированы** на высоком научном уровне. Впервые **установлено**, что в кристаллах $\text{LiNbO}_3:\text{Zn}$, помимо основных концентрационных порогов при 3.95 и 5.19^{II} мол. % ZnO в кристалле, присутствуют слабовыраженные концентрационные пороги при 1.39, 3.43 и 5.19^{III} мол. % ZnO в кристалле. **Определено**, что в кристаллах $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ наблюдается повышение упорядочения структурных единиц катионной подрешётки вдоль полярной оси и изменение длин связей $\langle\text{O}-\text{O}\rangle$ кислородно-октаэдрических кластеров MeO_6 (где Me – Li, Nb), определяющих нелинейно-оптические и сегнетоэлектрические свойства кристалла; **определены** особенности искажения кислородного каркаса кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$, полученных по технологии прямого твёрдофазного легирования бором шихты конгруэнтного состава, в зависимости от типа и концентрации легирующего компонента (B_2O_3 , H_3BO_3). **Установлено**, что технология с использованием гомогенно легированного прекурсора $\text{Nb}_2\text{O}_5:\text{B}$ борной кислотой H_3BO_3 позволяет получать кристаллы, обладающие кристаллической структурой,

наиболее близкой к таковой для кристалла стехиометрического состава, по сравнению с кристаллами, полученными по технологии прямого твёрдофазного легирования борной кислотой; **изучено** методом фотоиндуцированного рассеяния света и по интенсивности линии спектра комбинационного рассеяния света с частотой 630 см^{-1} , соответствующей полносимметричным колебаниям кислородных октаэдров $A_1(\text{TO})$ -типа симметрии, чувствительными к эффекту фоторефракции, преимущественное с ростом концентрации цинка в кристалле LiNbO_3 возрастание вклада, обусловленного эффектами разупорядочения структурных единиц катионной подрешетки вдоль полярной оси, над вкладом, обусловленным снижением концентрации точечных дефектов Nb_{Li} (являющихся наиболее глубокими электронными ловушками), обеспечивающим снижение эффекта фоторефракции в кристалле. В кристаллах $\text{LiNbO}_3:\text{B}$, наоборот, **обнаружена** корреляция величины угла раскрытия спекл-структуры индикатрисы фотоиндуцированного рассеяния света и относительной интенсивности линии с частотой 630 см^{-1} $A_1(\text{TO})$.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: **разработана и внедрена** в опытном масштабе технология получения по составу близких к стехиометрическим боросодержащих кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ высокого оптического качества на ростовой установке промышленного типа «Кристалл-2»; **определены** величины слабовыраженных концентрационных порогов (обнаружены автором впервые) в кристаллах $\text{LiNbO}_3:\text{Zn}$. Этот факт использован при разработке технологии выращивания композиционно и структурно однородных кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{Zn}$, обладающих максимально низким эффектом фоторефракции; **разработан** комплекс систематизированных эмпирических данных оптических и структурных свойств кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{Zn}$ и $\text{LiNbO}_3:\text{B}$, что может быть использовано для разработки новых способов введения легирующих компонентов, модифицирования параметров синтеза шихты и роста кристаллов, а также для совершенствования существующих технологий одинарного и двойного легирования кристаллов ниобата лития; **представлены**

практические рекомендации по введению оптимального количества боросодержащего легирующего компонента в шихту конгруэнтного состава, позволяющие осуществить синтез гранулированной боросодержащей шихты, обеспечивающей при определённых технологических режимах роста формирование композиционно однородных кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ высокого оптического качества.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для экспериментальных работ использованы запатентованные и опубликованные в ведущих научных журналах технологии синтеза шихты и монокристаллов ниобата лития, разработанные в ИХТРЭМС КНЦ РАН. Высокая надёжность полученных данных обусловлена применением аттестованного современного оборудования; **теория** основана на достоверных, общедоступных и проверяемых данных, согласуется с современными представлениями по теме диссертации; **идея базируется** на подробном и тщательном анализе отечественных и зарубежных данных, обобщении и анализе накопленных научных знаний по тематике исследования и в смежных областях; **использован** комплекс взаимодополняемых экспериментальных методов анализа свойств и структуры вещества во взаимосвязи с теоретическими расчётами, основанными на литературных данных и экспериментальных данных автора; **установлено** качественное и количественное совпадение результатов автора с результатами других авторов, представленными в независимых источниках по тематике диссертационной работы; **использованы** современные высокоточные программы обработки и представления экспериментальных данных (LabSpec 5.5, Vomet Grams V. 2.03, Origin 8.1 и пр.).

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном и активном участии в постановке целей и задач диссертационного исследования, в разработке путей их решения, в проведении экспериментальных исследований, интерпретации и обсуждении полученных результатов в научном коллективе; самостоятельных творческих подходах при анализе литературных данных, установлении экспериментальных закономерностей, формулировке выводов

диссертационной работы, а также при подготовке в составе авторского коллектива статей к публикации в отечественных и зарубежных научных журналах, устных и стендовых докладов на конференциях; самостоятельном выполнении расчётов изобарно-изотермического потенциала образования боратов регламентируемых катионных примесей в расплаве конгруэнтного состава; самостоятельных и впервые выполненных модельных расчётах особенностей локализации следовых количеств катионов V^{3+} в структуре кристалла ниобата лития, самостоятельной интерпретации их влияния на состояние дефектной структуры кристалла вдоль полярной оси, на длины связей кислород-кислород, металл (Me)-кислород, металл-металл, формирующих геометрию кислородно-октаэдрических кластеров MeO_6 , определяющих нелинейно-оптические и сегнетоэлектрические свойства кристалла.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Не для всех величин указаны погрешности измерений.
2. В работе не рассмотрены особенности формирования и изменения композиционной и оптической однородности монокристалла ниобата лития при увеличении размера выращиваемого кристалла.

Соискатель Титов Роман Алексеевич согласился с частью замечаний, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привёл собственную аргументацию.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Титова Романа Алексеевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным п. 9-14 «Положения о присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 в редакции от 26 сентября 2022 г. № 1690.

На заседании 14 марта 2023 года, проходившем в удаленном интерактивном режиме, диссертационный совет принял решение за новые

научно-обоснованные технические, технологические разработки и решение научной задачи, имеющей значение для развития технологии получения и обработки функциональных наноматериалов из Перечня критических технологий РФ присудить Титову Роману Алексеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.7. «Технология неорганических веществ».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 6 докторов наук по специальности 2.6.7. «Технология неорганических веществ», принимавших участие в голосовании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13 (тринадцать), против – 0 (ноль).

Председатель

диссертационного совета 24.1.226.01

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.1.226.01

14 марта 2023 года



А.И. Николаев

Т.Ю. Прохорова