

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.238.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26.09.2022 №157

О присуждении Волковской Ирине Игоревне, гражданке РФ, учёной
степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Поглощение и рассеяние электромагнитных волн малыми частицами и системами из них» по специальности 1.3.4 – Радиофизика принята к защите 27.06.2022, протокол № 155, диссертационным советом 24.1.238.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ Министерства образования и науки РФ о создании совета №717/нк от 09.11.2012. Соискатель, Волковская Ирина Игоревна, 1994 года рождения, в 2017 году окончила ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ), в 2021 году окончила аспирантуру ИПФ РАН, работает младшим научным сотрудником в ИПФ РАН.

Диссертация выполнена в отделе электронных приборов ИПФ РАН. Научный руководитель – доктор физ.-мат. наук, доцент Рыбаков Кирилл Игоревич, заведующий сектором теории СВЧ разряда отдела физики плазмы ИПФ РАН. Официальные оппоненты, Кудрин Александр Владимирович, доктор физ.-мат. наук, профессор ННГУ и Рыбин Михаил Валерьевич, доктор физ.-мат. наук, доцент ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» дали положительные отзывы на диссертацию. Ведущая организация, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ), в своём положительном заключении, составленном и подписанном

кандидатом физ.-мат. наук А.И. Мусориным и утверждённом проректором МГУ доктором физ.-мат. наук А.А. Федяниным, указала, что диссертация И.И. Волковской удовлетворяет критериям действующего «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 — Радиоп физика.

Соискатель имеет по теме диссертации 26 публикаций, в том числе 11 статей в рецензируемых журналах. Наиболее значимыми работами являются:

1. Волковская И. И., Семенов В. Е., Рыбаков К. И. *Эффективная высокочастотная магнитная проницаемость компактированных металлических порошковых материалов*//Известия вузов. Радиоп физика. 2017. Т. 60 (10), С. 892–903.
2. Волковская И. И., Еремеев А. Г., Быков Ю. В. *Измерение коэффициента поглощения микроволнового излучения в керамических и композиционных материалах при высоких температурах*//Известия вузов. Радиоп физика. 2018. Т. 61 (4). С. 321–331.
3. Frizyuk K., Volkovskaya I., Smirnova D., Poddubny A., and Petrov M. *Second-harmonic generation in Mie-resonant dielectric nanoparticles made of noncentrosymmetric materials*//Phys. Rev. B. 2019, Vol. 99, 075425.
4. Volkovskaya I., Smirnova D., Xu L., Huang L., Smirnov A. I., and Miroshnichenko A. *Multipolar second-harmonic generation from high-Q quasi-BIC states in subwavelength resonators*//Nanophotonics. 2020. Vol. 9 (12) P. 3953-3963.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов. Все отзывы положительные, в них отмечаются актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Положительный отзыв ведущей организации содержит следующие замечания: требуется учесть влияние диэлектрической подложки, используемой в экспериментах при расчетах генерации второй гармоники наночастицами из AlGaAs; также требуется уделить внимание вопросу влияния поглощения на частоте второй гармоники в сферических частицах из AlGaAs; в работе не

указаны параметры азимутального пучка, при которых реализуется эффективное преобразование частоты в нанодиске из AlGaAs.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. А.В. Кудрина содержит, наряду с редакционными, следующие замечания: в работе не обсуждается возможность реализации материалов с выбранной для расчетов комплексной диэлектрической проницаемостью; требуется пояснить расчеты погрешности измерений тангенса угла диэлектрических потерь и фактора ослабления мощности генерации второй гармоники при использовании лазерных импульсов.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. М.В. Рыбина содержит вопросы и замечания: желательно увидеть сравнение значений эффективности генерации второй гармоники в нанодиске с имеющимися экспериментальными данными; неясно, как проявляется эффект анизотропии для олигомеров с произвольными размерами; желательно привести сравнение нелинейного отклика олигомера с откликами диска той же высоты и объема при возбуждении азимутальным пучком и привести расчеты при возбуждении олигомера радиальным пучком; при анализе возбуждения третьей гармоники было бы полезно сравнить результаты расчетов с экспериментом и продемонстрировать влияние апертуры принимаемого сигнала.

Положительный отзыв на автореферат главного научного сотрудника ИОФ РАН д.ф.-м.н. Н.Г. Гусейн-заде содержит, наряду с редакционными, замечание об отсутствии в работе сравнения модельных и экспериментальных данных о поглощении микроволнового излучения в смесях металлических и диэлектрических частиц. Положительный отзыв на автореферат заведующего кафедрой физики конденсированного состояния физического факультета ЧелГУ д.ф.-м.н. В.Д. Бучельникова содержит замечания: неясно, как учитывались температурные зависимости диэлектрических проницаемостей компонент керамических образцов и как измерялась их температура; обладают ли частицы металлического порошка собственными магнитными свойствами. Положительный отзыв на автореферат профессора СГТУ им. Ю.А. Гагарина д.т.н. В.В. Комарова содержит замечания: на каких частотах проводилось

моделирование генерации второй гармоники в нанодиске из AlGaAs и была ли учтена дисперсия показателя преломления выбранного материала; чем объясняется увеличение тангенса угла диэлектрических потерь для образцов из алюмооксидной керамики с ростом температуры, и чем обусловлен разброс измеренных значений. Положительный отзыв старшего научного сотрудника физического факультета Университета ИТМО к.ф.-м.н. К.В. Барышниковой, наряду с редакционными, содержит замечания о желательности указания диапазона значений концентрации металлических частиц в модели магнитной проницаемости, о новизне результатов расчетов, представленных на рис. 1, и их сравнении с численными расчетами. Положительные отзывы на автореферат главного научного сотрудника ИНХС РАН Ю. А. Лебедева, ведущего научного сотрудника ИГ СО РАН д.т.н. Д.В.Дудиной и главного научного сотрудника ИЯФ СО РАН д.ф.-м.н. А.В. Аржанникова замечаний не содержат.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области радиофизики и оптики, а одним из направлений работ ведущей организации является исследование физических явлений в различных типах наноструктур, включая метаматериалы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана модель эффективной среды для расчета комплексной магнитной проницаемости компактированных металлических порошковых сред;
- реализован метод измерений диэлектрических свойств керамических и композитных материалов в СВЧ диапазоне при температурах от 200°C до 1100°C;
- получены аналитические выражения для мультипольных коэффициентов генерируемого поля на удвоенной частоте для сферических частиц из AlGaAs и BaTiO₃ и продемонстрирована возможность создания удвоителя частоты лазерного излучения на основе нанодиска из AlGaAs при использовании азимутально поляризованного лазерного излучения;

- дано теоретическое описание анизотропии нелинейного отклика структур из кремниевых нанодисков (тримеров и квадрумеров), а также продемонстрировано увеличение эффективности генерации третьей гармоники на два порядка при возбуждении квадрумера нормально падающим лазерным излучением с азимутальной поляризацией по сравнению со случаями линейной или радиальной поляризации.

Теоретическая значимость работы состоит в развитии методов расчета характеристик генерации оптических гармоник наноструктурами, поддерживающими резонансы Ми, создании модели для описания возникновения высокочастотных резонансных состояний в субволновых диэлектрических резонаторах, создании модели эффективной среды для расчета поглощения микроволнового излучения в мелкодисперсных материалах.

Практическая значимость работы связана с использованием полученных результатов для разработки перспективных процессов микроволновой обработки материалов, а также для постановки экспериментов по исследованию особенностей генерации оптических гармоник в диэлектрических и полупроводниковых наноструктурах.

Достоверность результатов исследования обусловлена использованием апробированных методов расчетов, согласованием аналитических выводов с результатами экспериментов и численного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в том, что основные результаты, представленные в диссертации, получены лично автором или при ее непосредственном участии. Постановка задач, обсуждение и интерпретация результатов проводились совместно с научным руководителем и соавторами. Эксперименты по измерению поглощения СВЧ-излучения в керамических образцах проводились совместно с научной группой лаборатории микроволновой обработки материалов. Обработка результатов эксперимента производилась автором лично.

На все вопросы и замечания, высказанные в ходе защиты и содержащиеся в отзывах, И.И. Волковская дала ответы и комментарии.

На заседании от 26.09.2022 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития радиофизики, присудить И.И. Волковской учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 27 человек, из них 11 докторов наук по специальности 1.3.4, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 27, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета,
академик РАН

Литвак Александр Григорьевич

Ученый секретарь диссертационного совета,

доктор физ.-мат. наук

Абубакиров Эдуард Булатович

«26» сентября 2022 г.

