

Заключение диссертационного совета МГУ.013.4
по диссертации на соискание учёной степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от 22 декабря 2022 г. № 21.

О присуждении Попковой Анне Андреевне гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Оптические эффекты генерации второй и третьей гармоник и сверхбыстрого переключения в наноструктурах на основе двумерных материалов» по специальности 1.3.19 — «Лазерная физика» (физико-математические науки) принята к защите диссертационным советом 01 ноября 2022 г., протокол № 17.

Соискатель Попкова Анна Андреевна 1995 года рождения, в 2019 году окончила физический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, в настоящее время обучается в очной аспирантуре физического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

С 2021 года по настоящее время соискатель работает в должности механика на кафедре нанофотоники физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена на кафедре нанофотоники физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель — доктор физико-математических наук, профессор Федянин Андрей Анатольевич, заведующий кафедрой нанофотоники физического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

Официальные оппоненты:

- 1) Глазов Михаил Михайлович — доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, ведущий научный сотрудник сектора теории квантовых когерентных явлений в твердом теле Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе Российской академии наук;
- 2) Кравцов Василий Андреевич — кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»;
- 3) Манцызов Борис Иванович — доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры общей физики физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» — дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 научных публикаций (включая 1 патент), из них 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих Положению о присуждении ученых степеней в МГУ имени М. В. Ломоносова и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.19 — «лазерная физика». Все представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии:

1. **Popkova A.A.**, Antropov I.M., Fröch J.E., Kim S., Aharonovich I., Bessonov V.O., Solntsev A.S., Fedyanin A.A. Optical Third-Harmonic Generation in Hexagonal Boron Nitride Thin Films // ACS Photonics.— 2021.— v. 8, no. 3.— p. 824–831 (**WoS Impact Factor 7.529**). Вклад автора 60%.

2. **Popkova A.A.**, Antropov I.M., Tselikov G.I., Ermolaev G.A., Ozerov I., Kirtaev R.V., Novikov S.M., Evlyukhin A.B., Arsenin A.V., Bessonov V.O., Volkov V.S., Fedyanin A.A. Nonlinear Exciton-Mie Coupling in Transition Metal Dichalcogenide Nanoresonators // *Laser & Photonics Reviews*.— 2022.— v. 16, no. 6 — p. 2100604 (**WoS Impact Factor 13.138**). Вклад автора 50%.
3. **Popkova A.A.**, Chezhegov A.A, Rybin M.G., Soboleva I.V., Obraztsova E. D., Bessonov V.O, Fedyanin A.A. Bloch Surface Wave-Assisted Ultrafast All-Optical Switching in Graphene // *Advanced Optical Materials*.— 2022. — v. 10, no. 4.— p. 2101937 (**WoS Impact Factor 10.050**). Вклад автора 70%.
4. Ermolaev G.A., Yakubovsky D.I., El-Sayed M.A., Tatmyshevskiy M.K., Mazitov A.B., **Popkova A.A.**, Antropov I.M., Bessonov V.O., Slavich A.S., Tselikov G.I., Kruglov I.A., Novikov S.M., Vyshnevyy A.A., Fedyanin A.A., Arsenin A.A., Volkov V.S. Broadband Optical Constants and Nonlinear Properties of SnS₂ and SnSe₂ // *Nanomaterials*.— 2022. — v. 12, no. 1 — p. 141 (**WoS Impact Factor 5.076**). Вклад автора 30%.

На автореферат диссертации поступил 1 отзыв – положительный.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются специалистами в области лазерной физики и спектроскопии, а также взаимодействия излучения с веществом и имеют публикации по схожей тематике. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задачи, имеющей значение для развития лазерной физики. Исследован эффект генерации третьей оптической гармоники в гексагональном нитриде бора. Показана возможность усиления эффективности генерации второй оптической гармоники в нанодисках из дисульфида молибдена при возбуждении резонанса типа Ми на удвоенной длине волны экситонного перехода. Продемонстрировано усиление модуляции коэффициента отражения монослоя графена при нанесении его на поверхность одномерного фотонного кристалла, поддерживающего возбуждение блоховских поверхностных волн.

Результаты диссертации могут быть использованы в МГУ имени М. В. Ломоносова и других высших учебных заведениях в основных образовательных программах при создании новых и обновлении имеющихся материалов учебных курсов. Полученные результаты имеют большое значение для фундаментальных исследований в области нелинейной оптики двумерных материалов и структур на их основе, а также могут быть использованы для создания эффективных нелинейно-оптических нанопотонных устройств.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Показано, что

1. Величина нелинейно-оптической восприимчивости третьего порядка $\chi_{xxxx}^{(3)}$ гексагонального нитрида бора, соответствующей генерации третьей оптической гармоники, в диапазоне длин волн накачки от 1020 нм до 1080 нм составляет $(8.4 \pm 0.5) \cdot 10^{-21} \text{ м}^2/\text{В}^2$, что по порядку величины сопоставимо со значением для ниобата лития.

2. Возбуждение резонансов типа Ми на длине волны накачки, соответствующей удвоенной длине волны экситонной линии, в нанодисках из тонких пленок квазидвумерных дихалкогенидов переходных металлов приводит к увеличению интенсивности генерации второй оптической гармоники. Для случая возбуждения магнито-дипольного ми-

резонанса и С-экситона в нанодисках из дисульфида молибдена эффективность генерации ВГ на три порядка величины превышает значение, наблюдаемое в монослое вдали от экситонного резонанса.

3. При нанесении монослоя графена на поверхность фотонного кристалла, поддерживающего возбуждение блоховских поверхностных волн, наблюдается субпикосекундная модуляция коэффициента отражения, обусловленная генерацией электронной плазмы в графене. Амплитуда модуляции коэффициента отражения в спектральном диапазоне резонанса блоховских поверхностных волн на порядок величины превышает нерезонансное значение.

На заседании 22 декабря 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Попковой Анне Андреевне учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **18** человек, из них **8** докторов наук по специальности 1.3.19 – «лазерная физика» (физико-математические науки), участвовавших в заседании, из **24** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» — **18**, «против» — **0**, недействительных голосов — **0**.

Председатель
диссертационного совета МГУ.013.4
доктор физико-математических наук,
профессор

Андреев Анатолий Васильевич

Учёный секретарь
диссертационного совета МГУ.013.4
кандидат физико-математических наук

Коновко Андрей Андреевич

Дата оформления заключения: 22 декабря 2022 г.