

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по НИР

ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского»
доктор физико-математических наук, профессор

Алексей Александрович Короновский

“ 23 ” исабря 2020 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

по диссертации **Корсаковой Светланы Владимировны** «Взаимодействие мод световода с внешней поглощающей средой в сенсорных элементах для волоконной эванесцентной спектроскопии среднего ИК-диапазона» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 «Оптика», выполненной на кафедре компьютерной физики и метаматериалов на базе Саратовского филиала ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Тема диссертации утверждена приказом ректора СГУ № 54-Д от 20.04.2020 г.

Корсакова Светлана Владимировна окончила в 2015 году ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по специальности «Физика» с присвоением квалификации «Физик».

В период написания диссертации являлась соискателем ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 «Оптика»; приказ о прикреплении №45-Д от 25.03.2020 г.

Справка об обучении № 94-2020 выдана 03.11.2020 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского».

Научный руководитель - Романова Елена Анатольевна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», утвержденная приказом ректора СГУ от 20.04.2020 г. № 54-Д, представила положительный отзыв о диссертации и соискателе.

Научную экспертизу диссертационная работа проходила на расширенном заседании кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» с приглашением специалистов по профилю из других структурных подразделений. На заседании присутствовали:

1. Аникин Валерий Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
2. Андрейченко Дмитрий Константинович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры математической кибернетики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;

3. Зимняков Дмитрий Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Физика» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Ю.А.Гагарина»;
4. Кочубей Вячеслав Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
5. Романова Елена Анатольевна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
6. Рябухо Владимир Петрович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
7. Симоненко Георгий Валентинович, доктор физико-математических наук, профессор, доцент кафедры оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
8. Шаповалов Александр Степанович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
9. Акчурин Гариф Газизович, кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник кафедры оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
10. Конохов Андрей Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
11. Кузюткина Юлия Сергеевна, кандидат физико-математических наук, инженер кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
12. Машников Валерий Васильевич, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
13. Ремизов Александр Сергеевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
14. Цой Валерий Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»;
15. Яковлев Дмитрий Анатольевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник кафедры оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Рецензенты диссертации:

Конохов Андрей Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» представил положительный отзыв;

Кочубей Вячеслав Иванович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры оптики и биофотоники ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» представил положительный отзыв;

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение.

Диссертация Корсаковой С.В. посвящена исследованию оптических явлений при взаимодействии мод многомодовых халькогенидных световодов с внешней поглощающей средой в сенсорных элементах волоконно-оптических датчиков для эванесцентной спектроскопии среднего ИК-диапазона длин волн.

Актуальность диссертации обусловлена необходимостью создания датчиков, позволяющих определять химический состав вещества в режиме реального времени. Анализаторы химического состава вещества востребованы в различных сферах жизнедеятельности человека, таких как промышленное производство, наука, экологический мониторинг, медицинская диагностика, контроль качества пищи и т.д. В настоящее время для контроля природных и производственных процессов производится забор проб исследуемых веществ для определения их состава в лабораториях, что не позволяет своевременно выявлять наличие тех или иных примесей. Разработка средств обеспечения качественного дистанционного контроля постоянно текущих научных, промышленных, природных процессов является актуальной научной задачей. Для контроля в режиме реального времени могут быть использованы волоконно-оптические спектроскопические датчики, обладающие целым рядом преимуществ, такими как быстродействие, низкая стоимость, безопасность использования. В диссертационной работе исследуется взаимодействие мод регулярного и изогнутого световодов с внешней поглощающей средой, производится расчет выходных характеристик сенсорного элемента, а также предлагается оптимизация волоконно-оптического датчика.

Соответствие специальности. В диссертационной работе исследуется взаимодействие мод сенсорных элементов волоконно-оптических спектроскопических датчиков среднего ИК-диапазона с внешней поглощающей средой. Содержание диссертации отвечает пунктам 1,3,5 специальности 01.04.05 «Оптика».

Научная новизна полученных результатов:

1. В задачах волоконной эванесцентной спектроскопии для описания оптического излучения в волоконном световоде применена волновая теория. Излучение в световоде представлено в виде направляемых мод, мощность которых в СЭ уменьшается при распространении вследствие поглощения во внешней среде. Разработаны теоретические модели и методология для исследования взаимодействия оптического излучения с внешней поглощающей средой в СЭ на основе регулярного и изогнутого световода, в которых учтены как сильное поглощение излучения в среднем ИК-диапазоне, так и большая разница показателей преломления халькогенидного стекла и внешней среды.

2. Разработана методика расчета электромагнитных полей мод световода в СЭ при заданной геометрии и заданных оптических параметрах световода и поглощающей внешней среды на примере двухкомпонентных жидких растворов. Выявлены особенности взаимодействия мод регулярного бесструктурного световода с внешней поглощающей средой в виде двухкомпонентного жидкого раствора. Установлено, что поглощение среды приводит как к увеличению как параметра моды в оболочке, так и продольного коэффициента затухания моды световода, причем, коэффициент затухания растет при увеличении радиального и/или азимутального порядка моды. Доля мощности моды в

оболочке уменьшается в результате поглощения внешней среды, а в поперечном сечении сердцевины световода возникают радиальные и азимутальные потоки мощности. Показано, что создание тонкой кольцевой оболочки с большим показателем преломления, чем у сердцевины, позволяет значительно увеличить коэффициенты затухания у мод оболочки с низкими радиальными порядками. Установлено, что при уменьшении радиуса изгиба световода в несколько раз линейный коэффициент затухания моды изогнутого световода возрастает на несколько порядков.

3. Разработана методика расчета выходных характеристик (диапазон измеряемых значений, чувствительность и предел обнаружения) волоконно-оптического спектроскопического датчика. Рассчитана поглощательная способность для отдельных мод и суммы мод регулярного световода в СЭ разной длины. Установлено, что при распространении в световоде нескольких мод зависимость поглощательной способности от длины СЭ не является линейной. Получены выходные характеристики СЭ на основе регулярного световода, как бесструктурного, так и с тонкой кольцевой оболочкой, на заданной длине волны в полосе поглощения исследуемого вещества для отдельных мод, а также для суммы мод разных порядков. Установлено, что наибольшая чувствительность и наименьший предел обнаружения могут быть получены при условии, что длина сенсорного элемента имеет тот же порядок величины, что и характерная длина затухания моды, распространяющейся в световоде. В приближении слабой связи между модами рассчитана поглощательная способность для отдельных мод изогнутого бесструктурного световода при разных радиусах изгиба и числе витков световода.

4. Проведена верификация разработанной теоретической модели путем сравнения рассчитанных выходных характеристик датчика с результатами эксперимента по измерению концентрации водного раствора ацетона и двухкомпонентной смеси нефтепродуктов. Установлено согласие результатов измерений пропускания СЭ на основе бесструктурного регулярного световода, погруженного в водный раствор ацетона различной концентрации, и результатов вычислительного эксперимента. В натурном эксперименте с СЭ на основе регулярного бесструктурного световода предел обнаружения ацетона в водном растворе составил 1 мол.%. В вычислительном эксперименте показано, что использование мод высокого порядка позволяет уменьшить предел обнаружения ацетона до 0.01 – 0.02 %.

5. Исследована возможность совмещения в одном волоконном устройстве функции СЭ и генератора суперконтинуума. Рассчитаны спектральные зависимости параметра дисперсии групповой скорости мод регулярного халькогенидного световода, как бесструктурного, так и с тонкой кольцевой оболочкой. Поскольку дисперсия мод световода может компенсировать нормальную дисперсию халькогенидного стекла, показано, что для высших мод нули спектральных зависимостей дисперсии групповой скорости смешаются в область меньших длин волн.

Научная ценность. Применение волновой теории в задачах волоконной эванесцентной спектроскопии позволяет создать теоретические модели волоконно-оптических сенсорных элементов различной геометрии, разработать методические основы для разработок таких элементов на основе выявленных закономерностей распространения в них мод волоконных световодов. Таким образом, выявленные в работе особенности взаимодействия мод световодов разной геометрии и с разным профилем показателя преломления, являются основой для создания системы проектирования спектроскопических волоконно-оптических датчиков.

Практическая значимость. Установлено, что использование высших мод для передачи излучения в световоде позволяет оптимизировать выходные характеристики и размеры сенсорного элемента спектроскопического волоконно-оптического датчика, а также компенсировать нормальную дисперсию групповой скорости халькогенидного стекла в ИК диапазоне для генерации суперконтинуума с накачкой в ближнем ИК. Проведены лабораторные испытания сенсорных элементов на основе многомодового

халькогенидного световода, погруженного в модельную жидкость. Полученные теоретические и экспериментальные результаты предназначены для разработок, создания и внедрения в производство волоконно-оптических датчиков для эванесцентной спектроскопии среднего ИК диапазона.

Личный вклад автора. Все основные результаты были получены автором лично или при непосредственном участии. Постановка задач и целей, выработка путей решения проводилась совместно с научным руководителем д.ф.-м.н., профессором Романовой Е.А. Часть алгоритмов вычислительных программ (создание математической модели сенсорного элемента с тонкой кольцевой оболочкой и изогнутого световода) разрабатывалась при консультативном содействии старшего научного сотрудника СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, доцента кафедры нелинейной физики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» Рожнёва А.Г. Экспериментальные результаты были получены совместно с сотрудниками Института химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых РАН д.х.н. Ширяевым В.С, к.х.н. Вельмузовым А.П., к.х.н. Котеревой Т.В., к.х.н. Сухановым М.В.

Достоверность полученных научных результатов подтверждается корректностью использованных теоретических моделей для описания распространения излучения в многомодовых халькогенидных световодах, используемых в качестве сенсорных элементов спектроскопических волоконно-оптических датчиков для исследования химического состава жидких сред, согласованностью теоретических и экспериментальных результатов, полученных в диссертационной работе, а также их согласованностью с экспериментально апробированными данными, опубликованными в работах других авторов. Экспериментальные данные получены на современном оборудовании (FTIR IFS 113v спектрометр, МСТ-детектор, охлаждаемый жидким азотом).

Апробация работы. Результаты, представленные в диссертационной работе, были доложены и обсуждены на международных и российских конференциях: XV Конференции и VIII Школы молодых ученых «Высокочистые вещества. Получение. Анализ. Применение» (г. Нижний Новгород, 2015), Saratov Fall Meeting International School for Junior Scientists and Students on Optics, Laser Physics and Biophotonics (SFM-15) (г. Саратов, 2015, 2016, 2017, 2018), VI International Conference for young scientists «Presenting Academic Achievements to the world» (г. Саратов, 2015, 2016), 20th International Symposium on Non-Oxide and New Optical Glasses (г. Нижний Новгород, 2016), International Training School on Fiber Lasers and Optical Fiber Technology (ITS), (г. Прага (Чешская Республика), 2016), COST Action MP1401 Meeting Participant invitation to Action 2nd Annual Conference (г. Тель-Авив (Израиль), 2017), 38th Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS), (г. Санкт-Петербург, 2017), XVI Всероссийская конференция и IX Школа молодых ученых, посвященные 100-летию академика Г.Г. Девярых Высокочистые вещества и материалы. Получение, анализ, применение (г. Нижний Новгород, 2018), SPIE Photonics Europe (г. Страсбург (Франция), 2018), COST Action MP1401 Meeting Participant invitation to 'AFLaser' Conference (г. Варшава (Польша), 2018), 20th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON) (г. Бухарест (Румыния), 2018), 21st International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON) (г. Анже (Франция), 2019), CLEO/EUROPE-EQEC 2019 (г. Мюнхен (Германия), 2019), 22nd International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON) (г. Бари (Италия), 2020).

Выступления на семинарах. Результаты работы были представлены на семинарах в Чешском техническом университете (г. Прага (Чешская Республика), 2015 г.), в Институте химии высокочистых веществ РАН (г. Нижний Новгород (Россия), 2016 г., 2019 г.), на кафедральных семинарах в Саратовском государственном университете имени Н.Г. Чернышевского.

Публикации. По материалам диссертации были опубликованы 19 печатных работ, в том числе 6 статей, опубликованных в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК Минобрнауки РФ, Scopus и Web of Science, 8 статей в сборниках конференций,

индексируемые в ВАК, Scopus и Web of Science, – в изданиях базы Scopus и Web of Science, и 5 – в других изданиях. Получены 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

**Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах,
определенных ВАК и индексируемых в Scopus и Web of Science:**

1. Romanova E., Korsakova S., Komanev M., Nemecek T., Velmuzhov A., Sukhanov M., Shiryayev V. Multimode chalcogenide fibers for evanescent wave sensing in the mid-IR // *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*. – 2017. – Vol.23. – I. 2. – P.1 – 7.

2. Korsakova S., Romanova E., Velmuzhov A., Kotereva T., Sukhanov M., Shiryayev V. Peculiarities of the mid-infrared evanescent wave spectroscopy based on multimode chalcogenide fibers // *Journal of Non-Crystalline Solids*. – 2017. – Vol. 475. – P. 38-43.

3. Корсакова С.В., Романова Е.А., Вельмузов А.П., Котерева Т.В., Суханов М.В., Ширяев В.С. Исследование характеристик сенсорных элементов для волоконной эванесцентной спектроскопии среднего ИК диапазона // *Оптика и спектроскопия*. – 2018. – Т. 125. – В.3. – С.402 – 410.

4. Корсакова С.В., Виноградова Е.А., Романова Е.А., Ширяев В.С. Использование высших мод халькогенидных световодов для оптимизации метода эванесцентной спектроскопии среднего ИК-диапазона // *Письма в журнал технической физики*. – 2019. – В.10. – С. 17 – 21.

5. Romanova E.A., Korsakova S.V., Rozhnev A.G., Velmuzhov A.P., Kotereva T.V., Sukhanov M.V., Shiryayev V.S. Chalcogenide fiber loop probe for the mid-IR spectroscopy of oil products // *Optics Express*. – 2020. – Vol. 28. – I. 4. – P.5267-5272.

6. Корсакова С.В., Романова Е.А. Особенности математического моделирования световых полей в сенсорном элементе для волоконной эванесцентной спектроскопии среднего ИК диапазона. // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Физика*. – 2020. – В.1. – С.55-63.

**Статьи, опубликованные в сборниках конференций,
индексируемые в Scopus и Web of Science:**

1. Korsakova S.V., Romanova E.A. Evanescent wave sensors for mid-IR spectroscopy // *Saratov Fall Meeting 2015: Third International Symposium on Optics and Biophotonics and Seventh Finnish-Russian Photonics and Laser Symposium (PALS). Proceedings of SPIE. Progress in Biomedical Optics and Imaging. Conf. Proc. Saratov (Russia)* – 2016 – Vol. 9917. – P. 99173G-1 - 99173G-8.

2. Korsakova S.V., Romanova E.A., Velmuzhov A.P., Kotereva T.V., Sukhanov M.V., Shiryayev V.S. Propagation of evanescent waves in multimode chalcogenide fiber immersed in an aqueous acetone solution: theory and experiment // *Proc. SPIE 10337, Saratov Fall Meeting 2016: Laser Physics and Photonics XVII and Computational Biophysics and Analysis of Biomedical Data III. Conf. Proc. Saratov (Russia)* – 2017. – Vol.10337. – P.1033700-1 – 1033700-6.

3. Korsakova S.V., Romanova E.A., Rozhnev A.G., Velmuzhov A.P., Kotereva T.V., Sukhanov M.V., Shiryayev V. S. Chalcogenide sensing elements for the mid-IR analysis of liquids: design on the base of electromagnetic theory of optical fiber // *SPIE Photonics Europe. Conf. Proc. Strasbourg (France). Proceedings of SPIE. Micro-Structured and Specialty Optical Fibres V* – 2018. – Vol.106810N.

4. Romanova E.A., Korsakova S.V., Rozhnev A.G., Velmuzhov A.P., Shiryayev V.S. Novel approach for design of fiber-based evanescent wave sensors for the mid-infrared spectroscopy // *20th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON). Conf. Proc. Bucharest (Romania)*. – 2018.

5. Romanova E., Korsakova S., Zhivotkov D., Rozhnev A., Shiryayev V. Evanescent waves in glassy chalcogenide structures for remote spectroscopic sensing of environment // *21st*

International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON). Conf. Proc. Angers (France). - 2019.

6. Korsakova S.V., Vinogradova E.A., Romanova E.A., Rozhnev A.G. Electromagnetic approach in design of the fiber-based evanescent wave sensors for the mid-infrared spectroscopy // *Conference on Lasers and Electro-Optics Europe & European Quantum Electronics Conference (CLEO/Europe-EQEC). Conf. Proc. Munich (Germany).* - 2019.

7. Romanova E., Korsakova S., A. Rozhnev, M. Sukhanov, A. Velmuzhov, T. Kotereva, V. Shiryayev. All-fiber evanescent wave sensors for the mid-infrared spectroscopy of liquids // *Conference on Lasers and Electro-Optics Europe & European Quantum Electronics Conference (CLEO/Europe-EQEC). Conf. Proc. Munich (Germany).* - 2019.

8. Romanova E., Korsakova S., Shiryayev V. Multimode chalcogenide fibre based platform for the mid-IR evanescent wave spectroscopy of liquids // *22nd International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON). Conf. Proc. Bari (Italy).* - 2020.

Статьи, опубликованные в других изданиях:

1. Корсакова С.В., Романова Е.А. Чувствительные элементы спектроскопических датчиков на основе халькогенидного стекла // *Тезисы докладов XV Конференции и VIII Школы молодых ученых «Высокочистые вещества. Получение. Анализ. Применение».* Нижний Новгород. - 2015. - С. 160.

2. Korsakova S., Romanova E., Komanec M., Nemecek T., Shiryayev V., Velmuzhov A. Evanescent wave analysis of a multimode chalcogenide fiber embedded into an aqueous acetone solution // *Представляем научные достижения миру. Естественные науки: сборник трудов научной конференции.* Саратов. - 2017. - С.101-106.

3. Korsakova S.V., Romanova E.A., Shiryayev V.S., Pushkin A.A., Velmuzhov A.P. Evanescent wave analysis of a multimode chalcogenide fiber embedded into a crude oil // *Тезисы докладов 20th International Symposium on Non-Oxide and New Optical Glasses (ISNOG).* Нижний Новгород. - 2016. - С.136.

4. Корсакова С.В., Романова Е.А., Рожнев А.Г., Вельмузов А.П., Котерева Т.В., Суханов М.В., Ширяев В.С. Халькогенидные сенсорные элементы с различным профилем показателя преломления для эванесцентной спектроскопии среднего ИК-диапазона // *Высокочистые вещества и материалы. Получение, анализ, применение. Сборник XVI Всероссийской конференции и IX Школы молодых ученых, посвященные 100-летию академика Г.Г. Девярых.* Нижний Новгород. - 2018. - С.170.

5. Корсакова С.В., Виноградова Е.А., Романова Е.А., Ширяев В.С. Дисперсионные свойства эванесцентных мод халькогенидных световодов // *Проблемы оптической физики и биофотоники. SFM-2018: Материалы Международного симпозиума и Международной молодежной научной школы Saratov Fall Meeting 2018 /* под ред. Г. В. Симоненко, В. В. Тучина. - Саратов: Изд - во «Новый ветер», - 2018. - С.100 - 104.

Свидетельства о регистрации интеллектуальной деятельности:

1. Программный комплекс для расчета эванесцентных мод халькогенидного световода с тонкой кольцевой оболочкой (EW RingCladding): свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ / С.В.Корсакова, А.Г. Рожнев, Е.А. Романова. № 2019613342; дата регистрации 13.03.2019

2. Программный комплекс для расчета выходных характеристик волоконно-оптического датчика для эванесцентной спектроскопии среднего ИК диапазона (EWUnclad): свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ / С.В.Корсакова, Е.А. Романова. №2019612395; дата регистрации 19.03.2019.

Общая оценка диссертации. Диссертационная работа Корсаковой С.В. является научно-квалификационной работой, содержащей результаты научного исследования оптических эффектов при взаимодействии мод световода с внешней поглощающей средой в приложении к задачам волоконной эванесцентной спектроскопии среднего ИК-диапазона длин волн.

Диссертация выполнена с применением современных методов теории волоконных световодов для решения актуальных задач спектроскопии. Основные положения и результаты диссертации в полной мере опубликованы в научных статьях и материалах конференций.

Диссертационная работа соответствует специальности 01.04.05 «Оптика». Диссертация удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям, представляемым на соискание учёной степени кандидата наук.

Диссертация «Взаимодействие мод световода с внешней поглощающей средой в сенсорных элементах для волоконной эванесцентной спектроскопии среднего ИК-диапазона» Корсаковой Светланы Владимировны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 «Оптика» как удовлетворяющая критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» для кандидатских диссертаций.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры компьютерной физики и метаматериалов на базе Саратовского филиала ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Присутствовало 8 докторов и 7 кандидатов физико-математических наук. Результаты открытого голосования: «за» - 15 чел., «против» - нет, «воздержались» - нет (протокол № 3 от «23» ноября 2020 г.).

Заведующий кафедрой компьютерной физики и метаматериалов
на базе СФ ФГБУН Институт радиотехники и электроники
им. В.А. Котельникова РАН
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»
д.ф.-м.н., профессор


Аникин Валерий Михайлович



Подпись	
Ученый секретарь	
доцент	23 11