

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.14
по диссертации Латкина Константина Павловича
на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация «Автоматизация неразрушающего контроля параметров заготовок активных волоконных световодов на основе измерения интенсивности люминесценции примеси в безымерсионной среде» по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами принята к защите «26» марта 2025 г. (протокол заседания № 2) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.14, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от «27» января 2022 г. № 4-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым - четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. N 1792-р.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Пермском национальном исследовательском политехническом университете.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, **Первадчук Владимир Павлович**, основное место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, профессор кафедры «Прикладная математика».

Официальные оппоненты:

Бурдин Антон Владимирович, доктор технических наук, доцент, 05.12.13, АО «НПО Государственный оптический институт им. С. И. Вавилова», г. Санкт-Петербург, советник генерального директора по инновациям.
Аглиуллин Тимур Артурович, кандидат технических наук, 05.11.07, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ», г. Казань, доцент кафедры радиофотоники и микроволновых технологий.

дали положительные отзывы о диссертации

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск (отзыв ведущей организации утверждён Фоминым Александром Николаевичем, кандидатом технических наук, проректором по научной работе, заслушан на заседании Научно-технического совета (НТС) Научно-исследовательского института им. С. П. Капицы Ульяновского государственного университета и подписан Фотиади Андрей Александровичем, кандидатом физико-математических наук, ведущим научным сотрудником)

По теме диссертации соискателем опубликовано 21 научных трудов, в

том числе 1 работа – в журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 6 работ – в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Web of Science Core Collection, Mathematics, Scopus, Springer, MathSciNet и т. д., 12 – в других изданиях, соискателем получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Латкин, К. П.** Система управления процессом контроля концентрации активной примеси в преформах волоконных световодов / **К. П. Латкин**, В. П. Первадчук, Ю. А. Константинов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2022. – № 42. – С. 111-131.

Соискателем предложена автоматизированная система управления технологическим процессом контроля параметров заготовок активных волоконных световодов и представлен метод управления технологическим процессом изготовления активных волоконных световодов, основанный на измерениях эталонов в составе системы.

2. **Latkin, K. P.** The Simulation of Active Ions Luminescence in the Preform Core under the Pumping Through the Lateral Surface / **K. P. Latkin** // Optics Communications. – 2023. – № 542. – С. 129564.

Соискателем предложена модель люминесценции сердцевины заготовки активного волоконного световода в условиях боковой накачки и при отсутствии специальной иммерсионной жидкости, а также верификация модели посредством натурного эксперимента.

3. Konstantinov, Y. A. A Non-Destructive Study of Optical, Geometric and Luminescent Parameters of Active Optical Fibers Preforms / Y. A. Konstantinov, A.T. Turov, **K. P. Latkin**, Claude D., I. S. Azanova // Optics. – 2024. – № 5 (1). – С. 176-194.

Соискателем предложена автоматизированная система как часть межстадийного контроля качества заготовок активных волоконных световодов.

4. Burdin, V. V. Multistage Quality Control Of Active Fiber Light Guides / V. V. Burdin, Y. A. Konstantinov, Claude D., **K. P. Latkin**, M. E. Belokrylov, A. I. Krivosheev, M. K. Tsibinogina // Instruments and Experimental Techniques. – 2021. – № 5 (64). – С. 768-775.

Соискателем предложена методика измерения однородности концентрации активной примеси в заготовках активных волоконных световодов как часть многоэтапного производственного контроля. Предложена модель люминесценции сердцевины заготовки в условиях боковой накачки. Предложена методика уменьшения влияния изменений спектральных характеристик диода накачки с помощью измерений эталона. Соискателем представлены результаты сравнения измерений заготовки на

автоматизированной системе управления с измерениями, проведёнными с помощью сертифицированного прибора, использующего спектроскопический метод.

5. Belokrylov, M. E. An All-Fiber Time Domain Reflectometer For Measuring The Length Of Active Erbium Doped Optical Fibers / M. E. Belokrylov, Y. A. Konstantinov, **K. P. Latkin**, Claude D., V. A. Shcherbakova, D. A. Seleznev, A. A. Stepin, Y. A. Konin, R. R. Kashina // Instruments and Experimental Techniques. – 2020. – № 4 (63). – С. 481-486.

Соискателем сформирована концепция многостадийного контроля параметров заготовок активных волоконных световодов.

6. Konstantinov, Yu. A. Special Optical Fiber Preform Layers 3D-Reconstruction / Yu. A. Konstantinov, **K. P. Latkin**, F. L. Barkov, A. S. Smirnov, M. M. Poskrebyshv, V. P. Pervadchuk, D. B. Vladimirova, Yu. A. Konin, A. I. Garanin, V. V. Burdin // Scientific Visualization. – 2017. – № 4 (9). – С. 47-58.

Соискателем предложена система измерения однородности концентрации активной примеси в заготовках активных волоконных световодов в составе комплексной системы измерения и визуализации заготовок.

7. Smirnov, A. S. Rapid Method For Evaluating The Efficiency Of Excitation Energy Transfer Between Ytterbium And Erbium Ions In An Active Fiber Preform / A. S. Smirnov, **K. P. Latkin**, A. S. Kurkov, Y. E. Sadovnikova, E. G. Leksina // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. – 2015. – № 6 (51). – С. 582-586.

Соискателем предложена методика измерения концентрации активной примеси в заготовках, легированных эрбием и иттербием, с помощью измерения мощности люминесценции сердцевины при боковой накачке.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022666232 Российская Федерация. ErGOSystem : № 2022663356 : заявл. 07.07.2022 : опубл. 26.08.2022 / **К. П. Латкин**, Ф. Л. Барков, D. Claude.

Соискателем создан графический интерфейс пользователя и разработаны основные программные процедуры.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022660503 Российская Федерация. erbiumCalc : № 2022660112 : заявл. 06.06.2022 : опубл. 17.06.2022 / **К. П. Латкин**.

Соискателем предложена модель люминесценции сердцевины заготовки активного волоконного световода в условиях боковой накачки. Соискателем написан исходный код программного обеспечения.

В данных работах соискатель представил основные результаты диссертационного исследования: разработал математическую модель люминесценции сердцевины заготовки активного волоконного световода в условиях боковой накачки, метод управления технологическим процессом

контроля параметров осаждения активной легирующей примеси в заготовках активных волоконных световодов, автоматизированную систему контроля параметров заготовок активных волоконных световодов и автоматизированную систему научных исследований. Проведено сравнение работы автоматизированной системы с сертифицированным рентгенооскопом.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана математическая модель процесса люминесценции сердцевины заготовки активного волоконного световода, учитывающая наличие боковой накачки и отсутствие специальной иммерсионной среды;

предложен новый метод управления технологическим процессом производства активных волоконных световодов, позволяющий измерять концентрацию активной примеси в заготовках активных волоконных световодов, особенностью которого является учёт несовпадения сердцевины с геометрической осью заготовки и отсутствие специальной иммерсионной среды;

доказана перспективность применения нового метода в автоматизированных системах контроля параметров осаждения активной примеси и автоматизированной системе научных исследований;

введено понятие *«контроль параметров распределения активной легирующей примеси»*.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны эффективность и перспективность применения нового метода неразрушающего контроля в производстве активных волоконных световодов;

использованы методы математического моделирования, методы теории измерений и методы автоматизированного управления;

изложена постановка математической модели с обоснованием допущений, лежащей в основе метода неразрушающего контроля параметров заготовок активных волоконных световодов;

раскрыты проблемы автоматизации контроля параметров заготовок активных волоконных световодов и создания систем неразрушающего контроля, реализующих метод люминесцентной фотометрии;

изучено влияние динамики оптических параметров излучателя (лазерного диода накачки) на результаты измерения и изложен метод, корректирующий искажения, вносимые этим фактором;

проведена модернизация алгоритма измерения концентрации активной примеси в сердцевине заготовки активного волоконного световода на основе измерения интенсивности люминесценции примеси с учётом отсутствия специальной иммерсионной среды.

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

разработаны и внедрены элементы автоматизированной системы контроля в технологический процесс производства и контроля качества активных волоконных световодов в ПАО «ПНППК», что позволило удешевить производство на стадии отработки технологии на 29%, в ходе серийного

изготовления продукции – на 6%;

определены перспективы применения разработанных методов и подходов в области производства специальных волоконных световодов;

создана система практических рекомендаций по созданию эффективного автоматизированного метода неразрушающего контроля параметров осаждения активной легирующей примеси в сердцевине заготовки;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию промежуточного производственного контроля заготовок активных волоконных световодов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ стенды создавались на основе аттестованных, сертифицированных и поверенных компонентов, элементов и устройств;

теория построена на известных законах оптики и на обработке экспериментальных данных, которые согласуются с ранее опубликованными работами других авторов;

идея базируется на анализе существующих методов контроля параметров волоконных световодов, выявленных проблемах и возможности их решения путем разработки новых подходов;

использовано сравнение результатов, полученных автором, и результатов, представленных в литературе другими исследователями.

Личный вклад соискателя состоит в анализе публикаций по теме исследования, сравнении представленных подходов, подготовке экспериментальных стендов, сборе и анализе экспериментальных данных, реализации метода управления технологическим процессом изготовления активных волоконных световодов, разработке автоматизированной системы контроля параметров заготовок активных волоконных световодов и автоматизированной системы научных исследований и проведении верификации рассматриваемых систем.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 09 декабря 2021 г. № 4334-В: в ней изложены новые научно обоснованные технические решения для автоматизации технологического процесса контроля параметров осаждения активной легирующей примеси в заготовках активных волоконных световодов, позволяющие удешевить процесс производства отбраковкой некондиционной продукции на ранних стадиях, что имеет важное значение для совершенствования отечественной производственной отрасли.

На заседании «30» мая 2025 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.14 принял решение присудить Латкину Константину Павловичу ученую степень кандидата технических наук (протокол заседания № 11 от 30.05.2025).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 13, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета
Д ПНИПУ.05.14,
д-р техн. наук, профессор

/ Южаков Александр Анатольевич /

Ученый секретарь диссертационного совета
Д ПНИПУ
д-р техн. и

/ Фрейман Владимир Исаакович /

«30» 05

М.П.