

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова

А.Е. Шашурин

«29» *декабря* 2025 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Балтийский государственный технический
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова» (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова)

Диссертация «Улучшение условий труда на рабочих местах с источниками
инфракрасного и ультрафиолетового излучения».

Выполнена на кафедре Е5 «Техносферная безопасность и вычислительная
механика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова».

В период подготовки диссертации Храпко Наталья Николаевна с 2021 года по
настоящее время работала на кафедре Е5 «Техносферная безопасность и вычислительная
механика» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова. В 2021 году окончила БГТУ
«ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная
безопасность с присвоением квалификации «магистр». В 2024 году завершила обучение в
аспирантуре по направлению подготовки 56.06.01 Военные науки с присвоением
квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» в БГТУ «ВОЕНМЕХ»
им. Д. Ф. Устинова.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов по научной специальности 2.10.3 –
Безопасность труда выдано в 2025 году федеральным государственным бюджетным

образовательным учреждением высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова».

Научный руководитель - доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Е5 «Техносферная безопасность и вычислительная механика» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Патрушева Тамара Николаевна.

По итогам обсуждения диссертации «Улучшение условий труда на рабочих местах с источниками инфракрасного и ультрафиолетового излучения» принято следующее заключение:

1. Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Храпко Н.Н. на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам. В диссертации, на основании выполненных автором исследований, решена задача обеспечения безопасных условий труда по критериям выполнения санитарных норм параметров микроклимата и неионизирующих излучений (ультрафиолетового диапазона) на рабочих местах литейных, термических и сварочных цехов. Достоверность результатов исследования подтверждена серией экспериментальных исследований параметров микроклимата и неионизирующих излучений (ультрафиолетового диапазона) на реальных объектах исследования. Предложенные инженерно-технические решения позволяют привести параметры микроклимата и неионизирующие излучения (ультрафиолетового диапазона) на рабочих местах литейных, термических и сварочных цехов в соответствие с санитарно-гигиеническими нормами, подтвердившими свою корректность в ходе апробации.

2. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Личное участие Храпко Н.Н. в получении результатов, изложенных в диссертации, состоит в следующем:

- определены опасные и вредные производственные факторы, возникающие на рабочих местах литейного, термического и сварочного цехов, и на этом основании установлен класс условий труда;
- экспериментально определены уровни параметров микроклимата и неионизирующего излучения на рабочих местах литейного, термического и сварочного цехов;
- разработан комплекс защитных мероприятий на рабочих местах в цехах металлургических и машиностроительных производств, включающий экранирование, обеспечивающих снижение теплового и ультрафиолетового излучений на рабочих местах до требований норм;
- разработаны и исследованы конструкции прозрачных экранов, позволяющие снизить уровни теплового излучения на рабочих местах литейных и термических цехов до значений, не превышающих предельно допустимых уровней, при сохранении визуального контроля за технологическим процессом;

- предложен вариант защитных экранов для сварочных постов и защитных стекол для средств индивидуальной защиты глаз и лица, эффективно снижающих ультрафиолетовое излучение;
- разработана математическая модель оценки эффективности теплозащитных экранов в зависимости от расстояния до источника;
- проведена оценка улучшений условий труда после применения предложенных мероприятий и конструкций;
- проведена экономическая оценка предложенных защитных покрытий.

3. Актуальность темы диссертации определяется следующими факторами:

- необходимостью защиты от широко распространенных в современных производственных процессах источников оптического (инфракрасного и ультрафиолетового) излучения, воздействие излучений которых создает потенциальные риски для здоровья персонала машиностроительных и металлургических предприятий;
- в научной литературе достаточно полно освещены биологические эффекты воздействия УФ- и ИК-излучения на организм человека, остается нерешенной ключевая прикладная задача – создание научно обоснованной системы защиты персонала от данных физических факторов на реальных рабочих местах;
- в настоящее время для экранирования ИК-излучения используются непрозрачные экраны, от УФ-излучения используются и специальные стекла, содержащие добавки, поглощающие УФ-излучение и имеющие высокую стоимость, в связи с чем существует потребность в развитии ресурсосберегающих и масштабируемых технологий для создания средств индивидуальной и коллективной защиты нового поколения.

4. Научная новизна:

- впервые предложено, теоретически и экспериментально обосновано формирование защитных от ИК- и УФ-излучения оксидных покрытий на стеклянных подложках экстракционно-пиролитическим методом для создания прозрачных защитных экранов;
- разработана математическая модель оценки эффективности прозрачных теплозащитных экранов с оксидными покрытиями в зависимости от расстояния до источника;
- выявлены закономерности влияния состава исходных пленкообразующих растворов и параметров синтеза (температуры отжига, толщины, концентрации компонентов) на оптические и защитные характеристики оксидных покрытий на основании изучения микроструктуры и оптических спектров оксидных покрытий в ИК- и УФ-диапазонах излучения;
- предложены и обоснованы наиболее эффективные составы покрытий для защиты от ИК- и УФ-излучения.

5. Теоретическая и практическая значимость:

- развитие методологии защиты от оптических излучений инфракрасного и ультрафиолетового диапазона;

- развитие теории формирования функциональных оксидных покрытий экстракционно-пиролитическим методом для создания прозрачных покрытий с селективными оптическими свойствами;
- создание научных основ для проектирования селективных оптических фильтров;
- разработка и верификация модели оценки эффективности защитных средств;
- комплексный анализ опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах и проведенные измерения, позволили установить, что параметры микроклимата (включающие тепловое излучение) на рабочих местах литейного и термического цехов и параметры неионизирующих излучений ультрафиолетового диапазона на рабочих местах сварочного цеха являются одними из преобладающих факторов, ухудшающих условия труда на рассмотренных рабочих местах, а также позволили разработать требования к снижению последних;
- на основе математической модели предложен инженерный метод расчета оценки эффективности прозрачных теплозащитных экранов с оксидными покрытиями;
- разработаны, внедрены и исследованы конструкции прозрачных экранов, позволяющие снизить уровни теплового излучения на рабочих местах литейных и термических цехов до значений, не превышающих предельно допустимых уровней, при сохранении визуального контроля за технологическим процессом;
- разработана конструкция защитного экрана для сварочных постов и защитных стекол для СИЗ глаз и лица, эффективно снижающих ультрафиолетовое излучение;
- экспериментально подтверждено, что применение разработанных экранов способствует улучшению условий труда по параметрам микроклимата и неионизирующих излучений, а также снижение интенсивности теплового и ультрафиолетового воздействия на человека;
- разработаны рекомендации по применению комплекса защитных мероприятий на рабочих местах в цехах металлургических и машиностроительных производств.

6. Научный подход к решению поставленных задач и степень достоверности результатов, проведенных исследований

Достоверность предложенных решений по защите от ИК- и УФ-излучения и их обоснованность для практики безопасности труда базируется на ключевых принципах, соответствующих методологии специальной оценки условий труда (СОУТ) и требованиям нормативных документов (СанПиН, ГОСТ). Теоретические исследования основаны на использовании классических законов оптики и теплового излучения, включая закон Стефана–Больцмана, Планка, Вина, Тауца и другие, закономерности отражения, поглощения и пропускания оптического излучения, а также геометрические модели распространения тепловых потоков.

Достоверность результатов измерений параметров излучения и микроклимата обеспечена использованием поверенных средств контроля, входящих в реестр средств измерений и разрешённых к применению в системе охраны труда РФ (радиометр ББЕК43 1110.10 РЭ, пирометр FLUKE 59 MAX, анемометр TROTEC BA16, комплекс «Метеоскоп-

М+»). Для обоснования функциональных характеристик теплозащитных и оптических экранов применены современные методы физико-химического анализа: спектрофотометрия (СФ-56, Avatar Thermo Nicolet 3600), термоанализ (STA 449 F1), атомно-силовая микроскопия (Veeco MultiMode), что позволило установить связь между составом, структурой оксидных покрытий и их ключевыми для безопасности труда свойствами – коэффициентами пропускания и отражения в исследуемых опасных диапазонах спектра.

Достоверность результатов основана на большом объеме теоретических и экспериментальных исследований, которые основаны на современных методах исследований с использованием математического аппарата, применении стандартной измерительной аппаратуры.

7. Апробация и ценность научных работ соискателя, полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Основные положения диссертации были представлены и рассмотрены в рамках II Всероссийской научной конференции (с международным участием) «Техносферная безопасность», г. Санкт-Петербург, 2025 г., научно-практической конференции с международным участием «II экологическая неделя БРУ – СПбПУ», г. Санкт-Петербург, 2025 г., XVI научной конференции «ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ», посвященной 197-й годовщине образования Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) (СПбГТИ(ТУ)) Секция 16. Безопасность жизнедеятельности и охрана окружающей среды, г. Санкт-Петербург, 2025 г., всероссийской научно-практической конференции «Техносферная безопасность: современные научные тенденции, технические и организационные средства и методы обеспечения, специальное образование.», г. Воронеж, 2024 г., международной научно-практической конференции «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность - 2023», г. Севастополь, 2023 г., научной школе-конференции с международным участием для молодых учёных «Функциональные стекла и стеклообразные материалы: Синтез. Структура. Свойства. GlasSPSchool», г. Санкт-Петербург, 2022 г., Четырнадцатой общероссийской молодежной научно-технической конференции «Молодежь. Техника. Космос.», г. Санкт-Петербург, 2022 г., V международной конференции «Актуальные научно-технические вопросы химической безопасности» (ASTICS-2020), г. Казань, 2020 г., а также на заседаниях кафедры «Техносферная безопасность и вычислительная механика» БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова в 2022-2025 гг.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, в том числе 4 в журналах Перечня рецензируемых научных изданий Высшей аттестационной комиссии, 3 из них в изданиях категории К-2 с научной специальностью 2.10.3 – Безопасность труда (1 из которых с одновременной индексацией в международной реферативной базе данных Scopus, квартиль Q3) и 1 статья в журнале, входящем в международную реферативную базу данных Scopus и Web of Science квартиль Q4.

Статьи, опубликованные в журналах, входящих в Перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК:

1. **Храпко, Н.Н.** Разработка технологии получения покрытий для защиты рабочих мест, подверженных инфракрасному и ультрафиолетовому излучениям / Н. Н. Храпко // Безопасность труда в промышленности (2.10.3). – 2025. – № 10. – С. 7–12. – ISSN 0409-2961. (Переводная версия «Developing a Technology of Coating Production to Protect Workplaces Exposed to Infrared and Ultraviolet Radiation» индексируется в *Scopus*).

2. **Храпко, Н.Н.** Свойства оксидных пленок YSZ для теплозащитных экранов литейных и термических цехов / Н. Н. Храпко, Т. Н. Патрушева, С. В. Мякин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс (2.10.3). – 2025. – Т. 14, № 4 (72). – С. 147–152. – ISSN 2221-951X. – EDN INTZPQ.

3. **Храпко, Н.Н.** Электромагнитная безопасность вблизи станций сотовой связи / Н. Н. Храпко, С. В. Ершов, Т. Н. Патрушева, А. В. Храмов // Безопасность жизнедеятельности (2.10.3). – 2024. – № 12 (288). – С. 16–22. – ISSN 1684-6435. – EDN GANFHC.

4. **Храпко, Н.Н.** Разработка комбинированной защиты от шума и ЭМИ / Н. И. Иванов, С. В. Ершов, Н. Н. Храпко, Т. Н. Патрушева // Noise Theory and Practice. – 2025. – Т. 3, № 11. – С. 198-210. – ISBN 2412-8627.

Статьи в изданиях, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science:

5. **Khrapko, N.N.** Oxide films produced by the extraction-pyrolytic method with different transmission and absorption characteristics in the UV range / N. N. Khrapko, T. N. Patrusheva, S. V. Myakin // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2024. – Vol 58, No. 1. – P. 48–53. – DOI 10.1134/S0040579524700118.

6. **Храпко, Н.Н.** Оксидные пленки с различными характеристиками пропускания и поглощения в УФ-области, полученные экстракционно-пиролитическим методом / Н. Н. Храпко, Т. Н. Патрушева, С. В. Мякин // Химическая технология (Theoretical Foundations of Chemical Engineering, приравнивается ВАК). – 2023. – Т. 24, № 7. – С. 258–264. – DOI 10.31044/1684-5811-2023-24-7-258-264.

Доклады и тезисы докладов на конференциях:

7. **Храпко, Н.Н.** Разработка оптически селективных покрытий для защиты от УФ-излучения и обеспечения безопасности при сварочных работах / Н. Н. Храпко // Экологическая неделя БРУ – СПбПУ : сборник материалов II научно-практической конференции с международным участием, 14–16 октября 2025 г. – Санкт-Петербург, 2025. – С. 169–172.

8. **Храпко, Н.Н.** Спектральные характеристики защитных тонкопленочных покрытий на основе оксидов редкоземельных элементов / Н. Н. Храпко, С. В. Мякин, Т. Н. Патрушева, В. В. Томаев // Традиции и инновации : материалы XVI научной конференции, посвященной 197-й годовщине образования Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – Санкт-Петербург, 2025. – С. 311.

9. **Храпко, Н.Н.** Работа в условиях повышенных температур и термобарьерные покрытия / Н. Н. Храпко, В. В. Семенова, Т. Н. Патрушева // Техносферная безопасность: современные научные тенденции, технические и организационные средства и методы обеспечения, специальное образование : материалы Всероссийской научно-практической

конференции. – Воронеж, 2024. – С. 113–121. – DOI 10.58168/TECHNOSPHERE2024_113-121.

10. **Храпко, Н.Н.** Защита от УФ-излучения при проведении сварочных работ / Н. Н. Храпко, Т. Н. Патрушева, С. Д. Ломовцева // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2023 : сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Севастополь, 2023. – С. 325–329. – ISBN 978-5-605-03773-6. – EDN EMDTWF.

11. **Храпко, Н.Н.** Исследование оксидных покрытий с заданной прозрачностью в различных областях УФ-диапазона, полученных экстракционно-пиролитическим методом / Н. Н. Храпко, С. В. Мякин, Т. Н. Патрушева // Функциональные стекла и стеклообразные материалы: Синтез. Структура. Свойства. GlasSPSchool : сборник тезисов Научной школы-конференции с международным участием для молодых ученых. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 145–146. – ISBN 978-5-00105-749-9. – EDN RFMVTK.

12. **Храпко, Н.Н.** Применение наноматериалов для обеспечения защиты от ультрафиолетового излучения / Н. Н. Храпко // Молодежь. Техника. Космос : труды Четырнадцатой общероссийской молодежной научно-технической конференции. В 4 т. Т. 4. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 54–57. – (Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ», № 89).

13. **Khrapko, N.N.** Green technology for functional coatings / N. N. Khrapko, T. N. Patrusheva, S. K. Petrov, P. V. Matveev // V International Conference “Actual Scientific & Technical Issues of Chemical Safety” (ASTICS-2020) : book of abstracts. – 2020. – P. 121–122. – DOI 10.25514/CHS.2020.05.7755. – EDN RBUUAM.

Автору принадлежат следующие результаты

1. Проведен анализ ОБПФ на рабочих местах, в результате которого выявлены превалирующие факторы и превышения допустимых уровней.
2. Исследованы параметры микроклимата (включающие тепловое излучение) и параметры неионизирующих излучений (включающие ультрафиолетовое излучение) и разработаны требования к их снижению.
3. Разработан комплекс защитных мероприятий на рабочих местах в цехах металлургических и машиностроительных производств, включающий экранирование, а также обеспечивающих снижение теплового и ультрафиолетового излучений на рабочих местах до требований норм.
4. Разработаны и исследованы конструкции прозрачных экранов, позволяющих снизить уровни теплового излучения на рабочих местах литейных и термических цехов до значений, не превышающих предельно допустимых уровней, при сохранении визуального контроля за технологическим процессом.
5. Предложен вариант защитных экранов для сварочных постов и защитных стекол для СИЗ глаз и лица, эффективно снижающих ультрафиолетовое излучение.
6. Разработана математическая модель оценки эффективности теплозащитных экранов в зависимости от расстояния до источника.
7. Проведена оценка улучшений условий труда после применения предложенных мероприятий и конструкций.
8. Проведена экономическая оценка предложенных защитных покрытий.

8. Соответствие диссертации паспорту научной специальности:

Положения, выносимые на защиту, соответствуют паспорту научной специальности 2.10.3 – Безопасность труда в части пункта б: разработка научных основ, установление области рационального применения и оптимизация способов, систем и средств коллективной и индивидуальной защиты работников от воздействия вредных и опасных факторов.

9. Рекомендация о представлении диссертации к защите

Диссертация «Улучшение условий труда на рабочих местах с источниками инфракрасного и ультрафиолетового излучения» Храпко Натальи Николаевны является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-техническая и социально-экономическая задача обеспечения безопасных условий труда на рабочих местах литейных, термических и сварочных цехов. Решенные задачи имеют важное практическое значение для создания комплекса инженерно-технических решений по обеспечению предельно допустимых уровней параметров микроклимата и неионизирующих излучений (ультрафиолетового диапазона).

Диссертация соответствует требованиям п. 11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Работа рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.3 – Безопасность труда.

Заключение принято на заседании кафедры Е5 «Техносферная безопасность и вычислительная механика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова».

Присутствовало на заседании 37 чел. Результаты голосования: «за» – 37 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 7 от 19.12.2025 г.

И.о. заведующего кафедрой Е5 «Техносферная
безопасность и вычислительная механика»
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова



А.Ю. Олейников

Доцент кафедры Е5 «Техносферная
безопасность и вычислительная механика»
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова



А.В. Кудяев

Секретарь кафедры Е5 «Техносферная
безопасность и вычислительная механика»
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова



Д.Д. Коробкова