

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.2.6.09 РХТУ им. Д.И. Менделеева
по диссертации на соискание ученой степени доктора наук

аттестационное дело № 10/26
решение диссертационного совета
от «30» июня 2026 г. № 5

О присуждении ученой степени доктора технических наук Петрову Дмитрию Юрьевичу, представившему диссертационную работу на тему «Методическое и программно-информационное обеспечение автоматизированного управления энергоресурсоэффективностью многостадийного производства высококачественного листового стекла» по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Диссертационная работа Петрова Д.Ю. принята к защите «23» апреля 2026 г., протокол № 3, диссертационным советом РХТУ.2.6.09 РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 17 человек приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 353 А от «08» сентября 2022 г. В состав диссертационного совета внесены изменения в соответствии с приказами и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 437 А от «20» октября 2022 г., № 309 А от «26» октября 2023 г., № 349 А от «22» ноября 2023 г., приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 204 ОД от «22» октября 2025 г. Полномочия диссертационного совета продлены приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 86 ОД от «05» мая 2025 г.

Соискатель Петров Дмитрий Юрьевич, 1972 года рождения, в 1994 году с отличием окончил Саратовский государственный технический университет по специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления», с присвоением квалификации инженер-системотехник, диплом Г-1 №405132.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему: «Интерактивная многокритериальная оптимизация структур роботизированных технологических комплексов дуговой сварки» по специальности 05.13.07 – Автоматизация технологических процессов и производств защитил в 2000 году в диссертационном совете Д 063.58.05, созданном на базе Саратовского государственного технического института. Петрову Д.Ю. была присуждена ученая степень кандидата технических наук, диплом кандидата наук КТ № 025382 от 14 июля 2000 г.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами выполнена на кафедре логистики и экономической информатики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева) и в лаборатории системного анализа и управления Института проблем точной механики и управления РАН (ИПТМУ РАН) – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук» (ФИЦ СНЦ РАН) (далее совместно ИПТМУ РАН - ФИЦ СНЦ РАН).

Соискатель работает в должности старшего преподавателя кафедры логистики и экономической информатики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» и в должности старшего научного сотрудника лаборатории системного анализа и управления ИПТМУ РАН.

Научный консультант – академик РАН, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Мешалкин Валерий Павлович, директор Международного института логистики ресурсосбережения и технологической инноватики (НОЦ) РХТУ

им. Д.И. Менделеева, профессор кафедры логистики и экономической информатики РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор **Тёмкин Игорь Олегович**, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», заведующий кафедрой автоматизированных систем управления.

Доктор технических наук, доцент **Хорошева Елена Руслановна**, ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», профессор кафедры информационных систем и информационного менеджмента.

Доктор технических наук, профессор **Пиотровский Дмитрий Леонидович**, ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», профессор кафедры промышленной информатики.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Основные положения диссертации получили полное отражение в 23 статьях, из них 5 статей – в изданиях, индексируемых в международной базе научного цитирования Scopus. Получены 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и свидетельство на полезную модель. Справки о практическом внедрении результатов диссертационной работы на предприятиях и ОА «Саратовстройстекло», ОА «Саратовский институт стекла», АО «Конструкторское бюро промышленной автоматики», а также в образовательной деятельности ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ». Опубликовано коллективная монография.

Личный вклад соискателя в работах, выполненных в соавторстве, составляет 60-80 % и заключается в непосредственном участии в постановке задач исследования, разработке моделей и методов, проведении экспериментальных исследований, анализе полученных результатов, разработке программного обеспечения и подготовке публикаций.

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:

1. **Petrov D.Yu.** A System Dynamics Model for Float Glass Production Management // Society 5.0. Studies in Systems, Decision and Control. 2023. Vol. 437. P. 227-240. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35875-3_18 (Scopus)

2. **Petrov D.Yu.** Assessment of the protection level of continuous production based on the Markov life cycle model / D.Yu. Petrov // Izvestiya of Saratov University. Mathematics. Mechanics. Informatics. – 2022. – Vol. 22, No. 3. – P. 393-400. – DOI 10.18500/1816-9791-2022-22-3-393-400 (Scopus)

3. Meshalkin V.P. Wavelet-neuro-heuristics complex procedure of diagnostics of point defects of sheet glass / V.P. Meshalkin, **D.Yu. Petrov** // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2014. – Vol. 48, No. 3. – P. 301-305. – DOI 10.1134/S0040579514030129 (Scopus)

4. Meshalkin V.P. Algorithms and software system for controlling the quality batch using artificial neural networks / V.P. Meshalkin, A.A. Bolshakov, **D.Yu. Petrov**, O.A. Krainov // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2012. Vol. 46, No. 3. P. 284-287. – DOI 10.1134/S0040579512030062 (Scopus)

5. Yakovlev, D. Modeling the Operation of a Digital Twin of a Conveyor Line / D.Yakovlev, **D.Petrov**, A.Kosterev / Cyber-Physical Systems. Studies in Systems, Decision and Control. 2024. Vol. 554. P. 105-115. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67685-7_7 (Scopus)

Публикации в рецензируемых изданиях:

1. Мешалкин В.П. Инжиниринг цифрового тренажера для обучения операторов формирования листового стекла / В.П. Мешалкин, Т.Б. Чистякова, **Д.Ю. Петров** // Программные продукты и системы. 2024. Т. 37. № 2. С. 213-220. – DOI 10.15827/0236-235X.146.213-220.

2. **Петров Д.Ю.** Модельно-управляемое проектирование автоматизированной системы идентификации дефектов листового стекла // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика.

2023. № 4. С. 41-48. – DOI 10.24143/2072-9502-2023-4-41-48.

3. Мешалкин В.П. Цифровые платформы для автоматизированного управления химико-технологическими системами / В.П. Мешалкин, А.А. Большаков, **Д.Ю. Петров** // Автоматизация в промышленности. 2023. № 8. С. 45-48. – DOI 10.25728/avtprom.2023.08.09.

4. **Петров Д.Ю.** Архитектура информационной системы управления жизненным циклом цифрового двойника для непрерывного производства / **Д.Ю. Петров** // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2021. № 57 (83). С. 98-104. – DOI 10.36807/1998-9849-2020-57-83-98-104.

5. **Петров Д.Ю.** Комплекс программ идентификации точечных дефектов листового стекла / В.П. Мешалкин, **Д.Ю. Петров**, В.А. Иващенко, И.В. Ефимов // Программные продукты и системы. 2014. № 3. С. 147-152.

6. Большаков А.А. Программный комплекс управления жизненным циклом мехатронных систем / А.А. Большаков, **Д.Ю. Петров** // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2012. № 2. С. 20-26.

7. Домнич В.С. Автоматизация поиска причин аварийных ситуаций при формовании листового стекла / В.С. Домнич, В.А. Иващенко, **Д.Ю. Петров** // Проблемы управления. 2011. № 5. С. 52-58.

8. Резчиков А.Ф. Алгоритм оптимизации структур робототехнических сборочных комплексов / А. Ф. Резчиков, А. А. Большаков, **Д.Ю. Петров**, Д. Д. Яковлев // Автоматизация в промышленности. 2025. № 5. С. 3–10.

9. Мешалкин В.П. Оптимизация планирования выпуска партий многоассортиментного высококачественного листового стекла / В. П. Мешалкин, А. А. Большаков, **Д. Ю. Петров** // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2025. № 74. С. 66-72. – DOI 10.36807/1998-9849-2025-74-100-66-72.

10. Ефимов И.В. Автоматизированная нейронно-эвристическая процедура распознавания точечных дефектов в листовом стекле / И.В. Ефимов, **Д.Ю. Петров**, В.А. Иващенко, В.П. Мешалкин // Химическая технология. 2014. Т. 15. № 8. С. 500-504.

11. Ефимов И.В. Аппаратурно-техническое и алгоритмическое обеспечение автоматизированной системы локализации точечных дефектов в листовом стекле / И.В. Ефимов, **Д.Ю. Петров**, В.А. Иващенко, В.П. Мешалкин // Химическая технология. 2014. Т. 15. № 2. С. 122-128.

12. Ефимов И.В. Алгоритмическое обеспечение классификации точечных дефектов листового стекла / И.В. Ефимов, В.А. Иващенко, **Д.Ю. Петров**, В.П. Мешалкин // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 1-6.

13. Причинно-следственный подход для системного анализа производства листового стекла / Ю.А. Аветисян, В.С. Домнич, **Д.Ю. Петров** // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2010. N 4 (50). С. 75-79.

14. Крайнов О.А. Модели анализа качества стекольной шихты на основе искусственных нейронных сетей / О.А. Крайнов, **Д.Ю. Петров**, П.А. Король // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2010. № 4 (50). С. 79-82.

15. **Петров Д.Ю.** Построение автоматизированной системы управления производством шихты / О.А. Крайнов, **Д.Ю. Петров** // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2009. №4 (43). Вып. 2. С. 105-108.

16. **Петров Д. Ю.** Надежность манипуляционных роботов / Д. Ю. Петров // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2007.Т. 3, № 1(26). С. 71-82.

Публикация в рецензируемом издании по специальности 2.6.14 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

1. **Петров Д.Ю.** Математическое моделирование процесса формования листового стекла как объекта автоматизированного управления // Химическая промышленность сегодня. 2024. № 2. С. 55-64.

Публикация в прочих изданиях

1. Применение гибридной цифровой платформы для обработки больших массивов данных химических производств / Н. А. Куцевич, Д. Х. Михайлиди, **Д. Ю. Петров**, А. Г. Бубнов // Российский химический журнал. 2023. Т. 67, № 3. С.77-83.

Свидетельства о результатах интеллектуальной деятельности

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619943 Российская Федерация. Программа для моделирования растекания расплава стекла при его формировании методом флоат-процесса : № 2023618403 : заявл. 28.04.2023 : опубл. 17.05.2023 / Ю.А. Захаров, **Д.Ю. Петров**, В.Ю. Мусатов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.».

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619944 Российская Федерация. Программа для обучения персонала выполнению штатных операций в различных режимах при варке стекла и его формовании и действиям по устранению нештатных ситуаций и дефектов стекла : №2023618401 : заявл. 28.04.2023 : опубл. 17.05.2023 / В.П. Мешалкин, А.Ф. Резчиков, **Д.Ю. Петров**, В.Ю. Мусатов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.».

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023664748 Российская Федерация. Программная модель системной динамики функционирования многостадийного производства листового стекла методом флоат-процесса: № 2023663928: заявл. 03.07.2023: опубл. 07.07.2023 / А.А. Большаков, **Д.Ю. Петров**, В.Ю. Мусатов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

4. Патент на полезную модель № 29158 U1 Российская Федерация, МПК G05B 19/43, CO2F 1/00, CO2F 9/00. Система управления подготовкой котловой воды : № 2003102173/20: заявл. 30.01.2003 : опубл. 27.04.2003 / С.П. Подопрigора, В.Н. Федонин, **Д.Ю. Петров**, Д.М. Бекасов.

Монография

1. Системы искусственного интеллекта в мехатронике / А. А. Большаков, М. Б. Бровкова, В. П. Глазков [и др.]. – Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2014. – 252 с. – ISBN 978-5-7433-2690-7 (личное участие **Петрова Д.Ю.** – раздел 1.4. Мобильные мехатронные комплексы и управление их жизненным циклом).

Публичные доклады на всероссийских и международных научных мероприятиях (конференциях, съездах, симпозиумах, конгрессах):

1. Мешалкин В.П. Энергоресурсоэффективные автоматизированные многостадийные производства высококачественного листового стекла с применением цифровых двойников / В.П. Мешалкин, **Д.Ю. Петров** // Международный год стекла в России. Материалы научной конференции – СПб.: АИР. 2022. – 189 с. – ISBN 978-5-906224-14-9 – С. 68-82.

2. Лалыкин Н.В. Стратегия повышения техногенной безопасности на предприятиях с непрерывным производством / Н.В. Лалыкин, А.Ф. Резчиков, **Д.Ю. Петров** // Высокие технологии – путь к прогрессу: Сборник научных трудов – Саратов: «Научная книга», 2003. – ISBN 5-93888-309-1. – С. 133-135.

3. Быков, Р. С. Разработка систем диспетчерского управления и сбора первичной информации для производства стекла / Р. С. Быков, В. П. Мешалкин, **Д. Ю. Петров** // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в химической и нефтехимической промышленности : V Международная конференция Российского химического общества им. Д.И. Менделеева : тезисы докладов, Москва, 29–30 октября 2013 года. – Москва: Общероссийская общественная организация "Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева", 2013. С. 62-63.

4. **Петров Д.Ю.** Анализ показателей надежности производства листового стекла // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. 2014. № 8 (67). С. 260-263.

5. Мешалкин, В. П. Архитектура иерархической автоматизированной системы управления многостадийным производством высококачественного конструкционного стекла / В. П. Мешалкин, **Д. Ю. Петров** // Неорганическая химия – фундаментальная основа в материаловедении керамических, стеклообразных и композиционных материалов : материалы научной конференции, Санкт-Петербург, 04–05 марта 2016 года. – Санкт-Петербург: Издательство "Лема", 2016. С. 143-146.
6. **Петров Д. Ю.** Системный анализ функционирования непрерывного производства / Д. Ю. Петров // Математические методы в технологиях и технике. 2021. № 6. С. 113-118. DOI 10.52348/2712-8873_MMTT_2021_6_113.
7. **Петров Д. Ю.** Разработка модели состояний жизненного цикла непрерывного производства / Д. Ю. Петров // Компьютерные науки и информационные технологии: Материалы Международной научной конференции, Саратов, 18–20 ноября 2021 года. Саратов: ООО "Издательство "Научная книга", 2021. С. 108-110.
8. **Петров Д. Ю.** Стратегическая карта целей производства листового стекла / Д. Ю. Петров // Математические методы в технологиях и технике. 2022. № 10. С. 133-139. DOI 10.52348/2712-8873_MMTT_2022_10_133.
9. **Петров Д. Ю.** Анализ проблем цифровизации непрерывных производств / Д. Ю. Петров // Системный анализ, управление и навигация : Тезисы докладов XXVII научной конференции, Евпатория, 02–09 июля 2023 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Буки Веди", 2023. С. 63-65.
10. **Петров Д. Ю.** Структура комплексной модели изменения режимов функционирования производства листового стекла / Д. Ю. Петров // Математические методы в технологиях и технике. 2023. № 8. С. 82-85. – DOI 10.52348/2712-8873_MMTT_2023_8_82.
11. **Петров Д. Ю.** Оптимизация функционирования участка съёма листового стекла // Логистика и экономика ресурсоэнергосбережения в промышленности (МНПК «ЛЭРЭП-6-2012»). Сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции, 11 – 13 декабря 2012 года / Отв. ред.: А.А. Большаков, В.П. Мешалкин. – Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2012. С. 205-207.
12. **Петров Д. Ю.** Структура цифрового двойника предприятия непрерывного производства / Д. Ю. Петров // Математические методы в технологиях и технике. 2023. № 9. С. 102-105. DOI 10.52348/2712-8873_MMTT_2023_9_102.
13. **Петров Д.Ю.** Оценка повторяемости позиционирования робота для съёма листов стекла // Математические методы в технологиях и технике. 2025. № 10. С. 67-71.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв официального оппонента – доктора технических наук по научной специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям), заведующего кафедрой автоматизированных систем управления ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», профессора **Тёмкина Игоря Олеговича**. В отзыве отмечены актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, достоверность полученных данных и общий обзор работы. Отзыв положительный. Замечания и рекомендации:

1. Теоретико-множественная модель многостадийного производства листового стекла, связывающая технологические процессы и потребляемые ресурсы (стр.76 и далее) требует дополнительных пояснений и уточнений. На понятно, как правильно трактовать, образуемые декартовыми произведениями кортежи и все ли эти кортежи релевантны решаемым в диссертационной работе задачам? Возможно, формулы записаны не совсем корректно?

2. В главе 3 (стр.113) предлагается для аппроксимации зависимостей, описывающих связь состава шихты с рецептурными параметрами, использовать ИНС перцептронного типа (FFBP). Это надежный, десятилетиями используемый инструмент, который, однако, имеет доказанные недостатки. В первую очередь, это проблемы с перенастройкой модели в случае изменения условий (иногда неконтролируемых) функционирования технологических

процессов. В диссертации эта проблема не рассматривается. Кроме того, учитывая, что физико-химические основы рассматриваемых процессов достаточно хорошо изучены было бы неплохо проверить возможность использования нейросетевых моделей с другой архитектурой, которая позволяет не только обрабатывать экспериментальные значения, но и имплантировать в процесс обучения определенные аналитические зависимости (PINN-модель).

3. Важное место в диссертации занимает решение задачи детекции и идентификации стекла. Автором предложен оригинальный гибридный подход, однако, из текста диссертации не ясно, какими метриками подтверждается его эффективность.

4. В диссертационной работе практически не рассматриваются особенности функционирования аппаратных средств АСУТП производства листового стекла, и следовательно, не учитывается влияние их характеристик на качество продукции, надежность функционирования и на жизненный цикл рассматриваемых производств.

5. В качестве общего замечания следует отметить, что в выводах по главам автором не представлены количественные оценки результатов выполненных в рамках главы исследований. Также не приведены и какие-либо ориентировочные показатели экономической эффективности от внедрения предложенных решений.

6. Некоторые рисунки трудночитаемы, что не позволяет их анализировать и интерпретировать. Это касается, например, рисунков 3.4 и 3.5 в диссертации, а также рисунка 2 в автореферате. При оформлении диссертации и автореферата следовало бы это учесть.

Перечисленные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Научные результаты соответствуют следующим пунктам Паспорта научной специальности 2.3.3. «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»:

2. Автоматизация контроля и испытаний.

4. Теоретические основы и методы моделирования, формализованного описания, оптимального проектирования и управления технологическими процессами и производствами.

7. Теоретические основы и методы моделирования и управления организационно-технологическими системами и киберфизическими производственными комплексами.

12. Методы создания специального математического и программного обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУП, АСПП и др., включая управление исполнительными механизмами в реальном времени.

Считаю, что цель и задачи диссертации обусловлены актуальными проблемами науки и практики. Поставленная цель исследования достигнута, а соответствующие задачи решены на достаточно высоком научном уровне.

На основе анализа содержания диссертации, автореферата, опубликованных автором работ можно сделать следующее заключение: диссертация Петрова Дмитрия Юрьевича на тему «Методическое и программно-информационное обеспечение автоматизированного управления энергоресурсоэффективностью многостадийного производства высококачественного листового стекла» является законченной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложена совокупность новых научно обоснованных инженерно-технических и программно-информационных решений по интеллектуальному иерархическому управлению производством высококачественного листового стекла, реализация которых внесет значительный вклад в развитие обрабатывающей промышленности страны.

Диссертация отвечает всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД.

Автор диссертации, Петров Дмитрий Юрьевич, заслуживает присуждения искомой

ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

2. Отзыв официального оппонента – доктора технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), профессора кафедры информационных систем и информационного менеджмента ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», доцента **Хорошевой Елены Руслановны**,

В отзыве отмечены актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, достоверность полученных данных и общий обзор работы. Отзыв положительный. Замечания по диссертационной работе:

1. При рассмотрении задач управления энергоресурсоэффективностью многостадийного производства листового стекла остались без внимания вопросы экологического менеджмента.

2. При решении задачи моделирования технологического процесса формирования ленты стекла методом флоат-процесса не рассмотрено налипание олова на нижнюю поверхность движущейся ленты стекла, что приводит к «блону эффекту» и потере дорогостоящего олова.

3. Не обоснован выбор нейросетевых моделей. У них есть существенные недостатки: проблема насыщения сети, поведение прошедшей дообучение сети порой не предсказуемо и др.

Перечисленные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Научные результаты соответствуют следующим пунктам Паспорта научной специальности 2.3.3. «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»: п. 2. Автоматизация контроля и испытаний; п. 4. Теоретические основы и методы моделирования, формализованного описания, оптимального проектирования и управления технологическими процессами и производствами; п. 7. Теоретические основы и методы моделирования и управления организационно-технологическими системами и киберфизическими производственными комплексами; п. 12. Методы создания специального математического и программного обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУП, АСПП и др., включая управление исполнительными механизмами в реальном времени.

Считаю, что цель и задачи диссертации обусловлены актуальными проблемами науки и практики. Поставленная цель исследования достигнута, а соответствующие задачи решены на достаточно высоком научном уровне.

На основе анализа содержания диссертации, автореферата, опубликованных автором работ можно сделать следующее заключение: диссертация Петрова Дмитрия Юрьевича на тему «Методическое и программно-информационное обеспечение автоматизированного управления энергоресурсоэффективностью многостадийного производства высококачественного листового стекла» является законченной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложена совокупность новых научно обоснованных инженерно-технических и программно-информационных решений по интеллектуальному иерархическому управлению производством высококачественного листового стекла, реализация которых внесет значительный вклад в развитие обрабатывающей промышленности страны.

Диссертация отвечает всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД.

Автор диссертации, Петров Дмитрий Юрьевич, заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

3. Отзыв официального оппонента – доктора технических наук по научной специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и

производствами (по отраслям), профессор кафедры промышленной информатики ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», профессора **Пiotровского Дмитрия Леонидовича**. В отзыве отмечены актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, достоверность полученных данных и общий обзор работы. Отзыв положительный. Замечания и рекомендации:

1. Крайне формально выполнен литературный обзор. Представлен просто перечень научных работ без критического анализа. Стиль изложения и содержание раздела 1 соответствует учебному пособию, но никак не диссертационному исследованию. В списке литературы нет ни одного патента. Автор ссылается на ГОСТы, не действующие в настоящее время. Кроме того, сформулированные в п.1.5 научно-технические задачи никак не коррелируются с приведенной в разделе 1 информацией.

2. В работе отсутствует детальный анализ архитектуры нейронной сети, недостаточно обоснован выбор параметров обучения модели, отсутствуют оценка устойчивости модели к шумовым воздействиям и сравнение с альтернативными подходами к моделированию.

3. Для модели формирования ленты стекла не представлена верификация модели на реальных производственных данных, отсутствуют результаты тестирования в нештатных режимах, нет анализа влияния принятых допущений на точность результатов.

4. Для алгоритмов, приведенных в разделе 4 отсутствует анализ влияния шума на точность диагностики, не представлены результаты тестирования алгоритмов в нештатных режимах, отсутствует сравнительный анализ с существующими системами диагностики, не представлены статистические характеристики точности определения дефектов.

5. В работе рассматриваются вопросы оптимального управления, однако выражения для целевых функций и критериев оптимальности в работе практически отсутствуют.

6. В выводах по главам и в целом по диссертации полностью отсутствуют какие-либо количественные оценки результатов работы. Отсутствуют показатели экономической эффективности внедрения результатов исследования.

7. В работе очень много стилистических, грамматических, пунктуационных ошибок, затрудняющих восприятие текста. В качестве отдельных примеров подобных замечаний можно привести следующее:

- на страницах 148 и 149, а также на страницах 192 и 195 представлены одни и те же фрагменты текста;

- на стр. 216 ссылка на другие рисунки,

- некорректно сформулирован объект исследования;

- имеются не совсем некорректные, а на рис.1.7 – неправильные переводы иностранных терминов на русский язык;

- в блок-схемах алгоритмов (рис.4.2, 4.3) отсутствует блок КОНЕЦ, что недопустимо;

- диаграммы нотации IDEF0 выполнены с ошибками.

Перечисленные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Считаю, что цель и задачи диссертации обусловлены актуальными проблемами науки и практики. Поставленная цель исследования достигнута, а соответствующие задачи решены на достаточно высоком научном уровне.

На основе анализа содержания диссертации, автореферата, опубликованных автором работ можно сделать следующее заключение: диссертация Петрова Дмитрия Юрьевича на тему «Методическое и программно-информационное обеспечение автоматизированного управления энергоресурсоэффективностью многостадийного производства высококачественного листового стекла» является законченной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложена совокупность новых научно обоснованных инженерно-технических и программно-информационных решений по интеллектуальному иерархическому управлению производством высококачественного листового стекла, реализация которых внесет значительный вклад в развитие обрабатывающей промышленности страны.

Диссертация отвечает всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых

степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД.

Автор диссертации, Петров Дмитрий Юрьевич, заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

4. Отзыв ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет». В отзыве отмечены актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, достоверность полученных данных и общий обзор работы. Отзыв положительный. Замечания и рекомендации:

1. В задаче Коши (2.6) - (2.7) для системы дифференциальных уравнений первого порядка не могут одновременно устанавливаться граничные условия (2.7) и (2.9). Это противоречит требованиям корректности решения по Адамару. Возможно, выполнение условия (2.9) достигается определением напряжений $R(x)$, создаваемых бортоформирующими машинами, но из текста диссертации это неясно. Кроме того, неясно, как эта процедура, если она заложена, вписывается в алгоритм Пикаро-Линделефа и каким образом гарантируется выполнение условия $R(x) \neq 0,5$.

2. Следовало бы обосновать метод итерационного решения задачи (2.6)-(2.7) с точки зрения скорости его сходимости по сравнению с известными методами: Ньютона, «предиктор-корректор» и т.п., т.к. сходимость метода Пикаро-Линделефа зависит от величины константы Липшица и шага итерационной процедуры. Из текста диссертации неясно, как оценивалась константа Липшица и выбирался шаг итерационной процедуры в условиях широкого диапазона температур и вязкости.

3. Неясно, какой физический смысл имеет константа C в формулах на стр.122. Непонятно, как удалось установить, что значение $C=0,5$ необходимо для сходимости процесса с минимальной толщиной превышения ε расплава стекла над номинальной h_0 , чтобы $f=1$.

4. Следовало бы обосновать выбор нейросетевого способа анализа химсостава шихты. Следовало бы сравнить нейросетевой способ получения зависимости функций $S1$, $S2$, $S3$ и $S4$ от своих аргументов, например с обычной полиномиальной регрессией по методу наименьших квадратов, по затратам ресурса, необходимого статистического материала и т.п.

5. Из текста диссертации неясно, как рассчитанные значения оценки вероятности W влияют на настройку контроллера, допуски на позиционирование и т.д..

6. Следует пояснить, каков объем и структура обучающей выборки для искусственной нейронной сети в алгоритме диагностики дефектов. Как обеспечивается репрезентативность выборки для реальных дефектов (пузырь, включения и т.п.).

7. В расчете вероятности безотказной работы в разделе 5.3 предполагается независимость отказов между элементами (стр.184-185). Однако в столь сложной технологической схеме отказы могут быть зависимыми (общий источник питания, персонал и т.п.). Как учесть отклонение потока отказов от простейшего, например, зависимость между отказами варочной печи и ванны расплава.

8. Следовало бы уточнить процедуру идентификации цифровых двойников в главах 6 и 7, т.к. эта процедура представляет собой обратную задачу, которая в силу своей математической природы нуждается в анализе корректности и, возможно, в регуляризации.

9. Несмотря на грамотный и технически выверенный язык изложения диссертации в тексте встречаются стилистические неточности и грамматические ошибки. В частности, цель работы многократно повторяется на стр.11, 73,96, причем формулировки и задачи для ее достижения несколько отличаются друг от друга. Многие формулы, особенно 2-й главы не пронумерованы, хотя имеют существенное значение для восприятия текста диссертации. Имеются ошибки в оглавлении по номерам страниц и в списке литературы по соответствующим ссылкам. Имеются пунктуационные ошибки на страницах 27,30,69,87,88-90.

Закключение. Цель и задачи диссертации обусловлены актуальными проблемами науки и практики. Поставленная в диссертации цель исследования достигнута, а соответствующие задачи решены на достаточно высоком научном уровне.

Автореферат и публикации в достаточной степени отражают содержание диссертации. Диссертация и автореферат не содержат некорректных заимствований.

На основе анализа содержания диссертации, автореферата, опубликованных автором работ можно сделать следующее заключение: диссертация Петрова Дмитрия Юрьевича на тему «Методическое и программно-информационное обеспечение автоматизированного управления энергоресурсоэффективностью многостадийного производства высококачественного листового стекла» является законченной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложена совокупность новых научно обоснованных инженерно-технических и программно-информационных решений по интеллектуальному иерархическому управлению производством высококачественного листового стекла, реализация которых внесет значительный вклад в развитие обрабатывающей промышленности страны.

Диссертация отвечает всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД.

Автор диссертации, Петров Дмитрий Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

5. Отзыв на автореферат доктора технических наук, доктора военных наук, профессора, заместителя генерального директора АО НПО Специальных материалов **Артамонова Владимира Сергеевича. Отзыв положительный.** По тексту автореферата можно сделать следующие замечания, которые не влияют на высокий уровень и значимость полученных результатов.

1. При описании графа смены состояний этапов жизненного цикла производства листового стекла (рисунок 6) перечислены состояния S01–S16, в то время как утилизация химико-технологической системы отнесена автором к «состояниям с индексами 14–17». Указанное несоответствие в числе состояний носит, по-видимому, редакционный характер, не является существенным и не влияет на общую положительную оценку работы.

2. Недостаточно четко формализован количественный показатель (критерий) энергоресурсоэффективности многостадийного производства ВЛС, используемый в качестве целевого при автоматизированном управлении; более полное раскрытие данного показателя повысило бы обоснованность предложенных решений по иерархическому управлению производством.

6. Отзыв на автореферат кандидата технических наук, Заведующего кафедрой Систем автоматики, автоматизированного управления и проектирования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет» **Климова Алексея Сергеевича. Отзыв положительный.** Общие замечания по работе:

1. В автореферате не рассмотрены особенности аппаратных средств АСУТП производства листового стекла, которые оказывают влияние на качество продукции, надежность функционирования и на жизненный цикл промышленных производств.

2. Эффект от практического применения разработок приводится преимущественно в качественном виде; за исключением повышения точности состава шихты на 6 %, в автореферате не приведены конкретные количественные показатели экономической эффективности и энергоресурсосбережения.

Указанные замечания не влияют на положительную оценку и высокий уровень и значимость полученных в диссертационной работе результатов.

7. Отзыв на автореферат доктора технических наук, профессора кафедры

электроники и электротехники ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» **Тутаева Геннадия Михайловича. Отзыв положительный.** В качестве замечаний по автореферату можно указать следующее:

1. При описании нейросетевой модели (стр. 19) автор указывает, что обучение проводилось по алгоритму Левенберга-Марквардта (TRAINLM) в среде MATLAB. Однако не указано, как предотвращалось переобучение. Это важно для оценки обобщающей способности модели при работе с новыми данными.

2. При описании цифрового тренажера (стр. 29-30) не приведены количественные показатели эффективности обучения. Автор констатирует снижение числа аварийных ситуаций и экономический эффект, но не указывает, например, среднее время освоения навыков операторами, частоту правильных действий при имитации аварий, сравнение с традиционным обучением на реальном оборудовании. Такие метрики существенно повысили бы доказательность практической значимости.

3. Не указан класс технических средств, который используется при разработке и создании системы автоматизированного управления, представляемой в диссертации.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки работы.

8. Отзыв на автореферат доктора технических наук, профессора кафедры компьютерных технологий ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет» **Аверина Геннадия Викторовича. Отзыв положительный.** В качестве замечаний к автореферату можно отметить следующее:

1. На стр. 16 (рис. 1 – блок-схема функциональной структуры производства) автор выделяет уровни управления ERP, MES и АСУ ТП. Однако в тексте автореферата не раскрыто, какие именно задачи решаются на уровне MES (например, оптимизация сменных заданий, отслеживание энергопотребления по стадиям) и как осуществляется интеграция с разработанными пакетами прикладных программ. Было бы полезно привести конкретные примеры обмена данными между уровнями.

2. Автореферат содержит значительное количество рисунков и формул, однако некоторые из них (например, рис. 3 на стр. 20) обладают недостаточной детализацией – не расшифрованы условные обозначения осей и параметров. Это затрудняет восприятие материала без обращения к полному тексту диссертации.

Высказанные замечания носят уточняющий характер и не ставят под сомнение высокий научный уровень диссертационной работы.

9. Отзыв на автореферат доктора технических наук, заведующего кафедрой высшей математики Филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ" в г. Смоленске **Бобкова Владимира Ивановича. Отзыв положительный.** По автореферату диссертационной работы имеются следующие замечания:

1. Из автореферата не ясно существуют ли конкретные реализации цифровых платформ для блок-схемы структуры информационного взаимодействия цифровых платформ при цифровой трансформации предприятия, показанной на рисунке 8.

2. Следовало бы уточнить в автореферате, на какой стадии внедрения находятся пакеты прикладных программ: 1) управления диагностикой точечных дефектов листового стекла; 2) цифрового тренажера обучения персонала цеха формования листового стекла; 3) управления планово-предупредительными ремонтами оборудования многостадийного производства листового стекла.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей высокой оценки выполненного диссертационного исследования.

10. Отзыв на автореферат доктора технических наук, профессора, профессора кафедры системного анализа и информационных технологий ФГБОУ ВО Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) **Юленец Юлия Павловича. Отзыв положительный.** Автореферат диссертации Д.Ю. Петрова

не свободен от недостатков.

1. Не приведены граничные условия к системе дифференциальных уравнений (1), описывающих процесс формирования ленты стекла.

2. Не приведено полученное автором условие асимптотической устойчивости растекания расплава стекла по горизонтальной поверхности, на котором базируются дальнейшие разработки автора, в т.ч. цифровой тренажер.

3. Не указан метод решения краевой задачи (1), а также процедура проверки адекватности модели реальному объекту.

4. В заглавии диссертации и далее по тексту без ущерба смыслу вполне можно было обойтись без громоздкого существительного «энергоресурсоэффективность».

Сделанные замечания не снижают положительной в целом оценки диссертационной работы, в которой решена крупная народно-хозяйственная задача.

11. Отзыв на автореферат доктора технических наук, заведующего кафедрой оборудования и автоматизации химических производств ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», доцента **Мошева Евгения Рудольфовича**. Отзыв положительный. По автореферату имеются следующие замечания (в основном методического и уточняющего характера):

1. Не раскрыт вопрос интеграции пакета прикладных программ (ППП) диагностики дефектов с существующими SCADA-системами. Автор указывает (стр. 28, рис. 9), что ППП взаимодействует с АРМ оператора и БД, но не уточняет, на каких протоколах организован обмен данными (OPC UA, Modbus TCP и др.). Для реального внедрения это важно, так как на большинстве стекольных заводов используются разнородные контроллеры и системы верхнего уровня. Приведение конкретных примеров интеграции повысило бы практическую ценность.

2. В описании цифрового тренажера (стр. 29-30) отсутствует упоминание о возможности оценки действий обучаемого и ведения протокола обучения. Современные тренажеры обычно включают подсистему автоматической оценки правильности действий оператора, подсчета ошибок, формирования отчета. Из автореферата не ясно, реализованы ли такие функции в разработанном ППП. Без них сложно использовать тренажер для аттестации персонала (что заявлено в целях).

Указанные замечания не являются критическими и не ставят под сомнение высокий научный уровень диссертации.

12. Отзыв на автореферат академик РАН, д.ф.-м.н., и.о. директора ФГБУН Института системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук **Аветисяна Арутюна Ишхановича**. Отзыв положительный. При общей положительной оценке автореферата имеются следующие замечания:

При описании алгоритма диагностики точечных дефектов (стр. 20-21) автор использует вейвлет-преобразование для локализации дефекта. Не указано, какой именно тип вейвлета выбран (например, Добеши, Хаара) и почему.

В автореферате не указано, каким образом использование методики «Model-based system engineering» для разработки архитектур и режимов функционирования пакетов прикладных программ цифрового тренажера и диагностики дефектов листового стекла позволило упростить их модернизацию с учетом требований заказчика.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки автореферата.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью, достижениями в научных публикациях с близкой тематикой в области разработки программно-информационного обеспечения автоматизированного управления многостадийных производств, наличием у оппонентов и ведущей организации публикаций в рецензируемых журналах и их профессиональным высоким уровнем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем

исследований:

разработаны методическое и программно-информационное обеспечение автоматизированного управления энергоресурсоэффективностью многостадийного производства высококачественного листового стекла, включающее математические и компьютерные модели, нейросетевые и вероятностно-статистические алгоритмы, а также программные средства поддержки управления и диагностики.

предложен алгоритм автоматизированной диагностики точечных дефектов листового стекла обеспечивающий автоматическое формирование электронную карту дефектов стекла, использование которой обеспечивает эффективное функционирование системы автоматического оптимального раскроя ленты стекла в реальном времени; вероятностно-статистический алгоритм анализа этапов жизненного цикла (ЖЦ) многостадийного производства ВЛС обеспечивающий определение вероятности нахождения производства на каждом из этапов его ЖЦ, необходимые для автоматизированного расчета показателей надежности и показателей эффективности производства листового стекла.

создано и внедрено программно-информационное обеспечение в виде пакетов прикладных программ для компьютеризированного проектирования АСУТП, диагностики дефектов и цифрового тренажера обучения персонала, а также руководящие технические материалы по повышению надежности и эффективности производства.

доказана эффективность применения разработанных методов, моделей и программных средств, обеспечивающих повышение энергоресурсоэффективности, надежности и управляемости многостадийного производства высококачественного листового стекла, а также сокращение времени проектирования и повышение качества подготовки персонала.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

сформированы взаимосвязи иерархического автоматизированного управления энергоресурсоэффективностью при выполнении системного анализа функционирования многостадийного производства листового стекла для вероятностно-статистического анализа этапов жизненного цикла производства;

развиты методы математического и компьютерного моделирования технологических процессов, а также подходы к анализу и управлению сложными химико-технологическими системами.

представлены новые математические и компьютерные модели химико-технологических процессов приготовления шихты, формирования ленты стекла, упаковки листов стекла, обеспечивающие повышение энергоресурсоэффективности производства листового стекла;

расширены научные представления о применении методов искусственного интеллекта, вероятностно-статистического анализа и инструментов «Индустрия 4.0» в задачах управления энерго- и ресурсной эффективностью.

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

разработаны и внедрены методическое и программно-информационное обеспечение автоматизированного управления энергоресурсоэффективностью многостадийного производства высококачественного листового стекла в деятельность ОА «Саратовский институт стекла», АО «Салаватстекло», а также отдельные программные продукты для диагностики дефектов, проектирования АСУТП и обучения персонала.

определены показатели и режимы функционирования технологических процессов, необходимые для автоматизированного управления, оценки надежности и повышения эффективности производства.

представлены научно обоснованные предложения и рекомендации по инжинирингу АСУ энергоресурсоэффективностью многостадийного производства ВЛС и по реализации цифровой трансформации с применением инструментов «Индустрия 4.0».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

достоверность полученных результатов обеспечена использованием корректных математических моделей, современных методов анализа и согласованностью теоретических положений с практическими данными.

установлена воспроизводимость и согласованность результатов исследования при их применении к различным технологическим режимам и этапам многостадийного производства высококачественного листового стекла.

Личный вклад соискателя состоит в участии на всех этапах исследования: в постановке и реализации задач исследования, планировании и проведении экспериментальной верификации, обработке, систематизации и интерпретации полученных результатов, формулировке выводов, подготовке публикаций и представлении результатов исследования на всероссийских и международных научных мероприятиях; в разработке методического и программно-информационного обеспечения автоматизированного управления энергоресурсоэффективностью многостадийного производства высококачественного листового стекла.

По своему содержанию диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами в части: п. 2. Автоматизация контроля и испытаний; п. 4. Теоретические основы и методы моделирования, формализованного описания, оптимального проектирования и управления технологическими процессами и производствами; п. 7. Теоретические основы и методы моделирования и управления организационно-технологическими системами и киберфизическими производственными комплексами; п. 12. Методы создания специального математического и программного обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУП, АСТПП и др., включая управление исполнительными механизмами в реальном времени.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертационная работа Петрова Дмитрия Юрьевича на тему «Методическое и программно-информационное обеспечение автоматизированного управления энергоресурсоэффективностью многостадийного производства высококачественного листового стекла» является законченной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, содержащей научно обоснованные решения в области интеллектуального иерархического управления производством высококачественного листового стекла (автоматизированного управления энергоресурсоэффективностью многостадийного производства высококачественного листового стекла), имеющие существенное значение для развития обрабатывающей промышленности страны.

По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости диссертационная работа Петрова Дмитрия Юрьевича на тему «Методическое и программно-информационное обеспечение автоматизированного управления энергоресурсоэффективностью многостадийного производства высококачественного листового стекла» соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД.

На заседании диссертационного совета РХТУ.2.6.09 РХТУ 30.06.2026, принято решение о присуждении ученой степени доктора технических наук Петрову Дмитрию Юрьевичу.

Присутствовало на заседании 14 членов совета,
в том числе докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой
диссертации – 7.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета по вопросу
присуждения ученой степени проголосовали:

«за» 13,
«против» нет,
«воздержались» нет.

Проголосовал 1 член диссертационного совета, присутствующий на заседании в
режиме видеоконференции:

«за» 1,
«против» нет,
«воздержались» нет.

Итоги голосования:

«за» 14,
«против» нет,
«воздержались» нет.

Председатель диссертационного совета

д.т.н., профессор Глебов М.Б.

Ученый секретарь диссертационного совета
Дата «30» июня 2026 г.

к.т.н., доцент Василенко В.А.

