

**СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ
ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ**

Климачева Сергея Александровича

**«Опτικο-электронная система контроля качества листового
металлопроката со средствами интеллектуальной поддержки решений по
устранению дефектов»**

**на соискание ученой степени кандидата технических наук
по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и
обработка информации, статистика**

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 17

заседания диссертационного совета 24.2.352.03
от 10 апреля 2026 г.

Заседание проводил председатель диссертационного совета – доктор технических наук, профессор Боровский А.С.

Из 13 членов диссертационного совета присутствовали 12 человек, из них 11 докторов наук представляют научную специальность 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки):

1. Боровский Александр Сергеевич – председатель диссертационного совета, доктор технических наук, профессор, 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки);

2. Пищухин Александр Михайлович – заместитель председателя диссертационного совета, доктор технических наук, профессор, 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки);

3. Парфёнов Денис Игоревич – ученый секретарь диссертационного совета, кандидат технических наук, 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки);

4. Бахарева Надежда Федоровна (*в удаленной форме*) – доктор технических наук, профессор, 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки);

5. Болодурина Ирина Павловна – доктор технических наук, профессор, 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки);

6. Зубкова Татьяна Михайловна – доктор технических наук, профессор, 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки);

7. Костин Владимир Николаевич – доктор технических наук, доцент, 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки);

8. Логунова Оксана Сергеевна (*в удаленной форме*) – доктор технических наук, профессор, 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки);

9. Припадчев Алексей Дмитриевич (в удаленной форме) – доктор технических наук, профессор, 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки);

10. Соловьев Николай Алексеевич – доктор технических наук, профессор, 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки);

11. Султанов Наиль Закиевич (в удаленной форме) – доктор технических наук, профессор, 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки);

12. Тугов Виталий Валерьевич – доктор технических наук, доцент, 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, технические науки.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Публичная защита диссертации *Климачева Сергея Александровича* на тему «Опτικο-электронная система контроля качества листового металлопроката со средствами интеллектуальной поддержки решений по устранению дефектов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

РЕШИЛИ:

По результатам публичной защиты на заседании 10 апреля 2026 г. диссертационный совет принял решение присудить Климачеву Сергею Александровичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 11 докторов наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки), участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 12, против – 0.

Председатель
диссертационного совета
24.2.352.03
д-р техн. наук, профессор

Ученый секретарь
диссертационного совета
24.2.352.03
канд. техн. наук

10.04.2026



А.С. Боровский

Д.И. Парфёнов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.352.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.А. БОНДАРЕНКО» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 10.04.2026 г. № 17

О присуждении Климачеву Сергею Александровичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Оптико-электронная система контроля качества листового металлопроката со средствами интеллектуальной поддержки решений по устранению дефектов» по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика принята к защите 26.12.2025 г. (протокол заседания № 15) диссертационным советом 24.2.352.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 460018, Оренбургская область, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13, приказом Минобрнауки России от 14 февраля 2023 г. № 235/нк, с изменениями в соответствии с приказом Минобрнауки России от 12 декабря 2023 г. № 2298/нк.

Соискатель Климачев Сергей Александрович, 08 марта 1991 года рождения, в 2014 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» по специальности «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем», в 2017 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет» по программе магистратуры по направлению подготовки «Информатика и вычислительная

техника», в 2022 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет» по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника».

В настоящее время соискатель работает старшим преподавателем кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем Николай Алексеевич Соловьев, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко».

Официальные оппоненты:

1. Антонов Вячеслав Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизированных систем управления федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» (г. Уфа),

2. Синецкий Роман Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени

М.И. Платова» (г. Новочеркасск), –

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Череповецкий государственный университет», г. Череповец, в своем положительном отзыве, подписанном Ершовым Евгением Валентиновичем, доктором технических наук, профессором, заслуженным работником высшей школы РФ, заведующий кафедрой математического и программного обеспечения, и утвержденным ректором ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет», кандидатом педагогических наук, доцентом, Лягиновой О.Ю., указала, что область исследования диссертационной работы Климачева С.А. является актуальной и соответствует научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Диссертационная работа обладает научной новизной и практической значимостью. Диссертация Климачева Сергея Александровича на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной отраслевой научной задачи развития знаний в области средств поддержки принятия решений по изменению задающих параметров прокатки, применяемых в составе оптико-электронных систем контроля качества для устранения поверхностных дефектов листового металлопроката. Диссертация соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями от 25.01.2024), а ее автор, Климачев Сергей Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Соискатель имеет 14 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 3 работы – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ; получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

В рецензируемых изданиях из «Перечня...» ВАК

1. Климачев, С. А. Интеллектуальная поддержка принятия решений по устранению дефектов поверхности листового проката / С. А. Климачев, Н. А. Соловьев // Программные продукты и системы. – 2025. – № 38 (3). – С. 513-523.

2. Климачев, С. А. Методика принятия решений на основе компьютерного зрения и выбора Парето-оптимальной альтернативы технологических параметров производства / С. А. Климачев, Н. А. Соловьев // Информационные технологии. – 2023. – № 7 (29). – С. 382-388.

3. Соловьев, Н. А. Инструментарий исследования закономерностей устранения поверхностных дефектов тонколистового металлопроката / Н. А. Соловьев, С. А. Климачев // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – № 12. – С. 133-136.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации; соискатель ссылается на авторов и источники заимствования.

На диссертацию и автореферат поступили **положительные** отзывы:

– **Ведущей организации**, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Череповецкий государственный университет», г. Череповец. *Замечания:* 1) В разделе 1.3 обоснована необходимость поддержки принятия решений по изменению параметров прокатки для устранения поверхностных дефектов, возникших в результате влияния факторов внешней среды, однако, не показано в чем именно оно выражается. 2) В разделе 1.4.1 не представлены статистические оценки наиболее часто встречающихся дефектов поверхности листового проката цветных металлов «царапина», «отпечаток», «риска». 3) В разделе 1.4.2 не определено, в чем именно выражается несоответствие требований заказчика, предъявляемых к толщине металла, проектным возможностям прокатного стана. 4) В разделе 1.5 указано, что в условиях воздействия факторов внешней среды наблюдается положительная динамика роста поверхностных дефектов. При этом статистические данные, подтверждающие это не представлены. 5) В разделе 1.6 на рисунке 11

функциональные блоки 3 и 4 показаны как элементарные, при этом на рисунках 12 и 13 эти функции декомпозированы снова. 6) В разделе 2.2 утверждается, что на основе анализа изображений поверхности листового металлопроката были исследованы значения уровня дефектности для типов дефектов «царапина», «отпечатки», «риска». Однако, в работе наборы изображений не представлены. 7) В разделе 2.4 методика поддержки принятия решений представлена перечислением основных этапов без подробного их описания. 8) В разделе 2.5.1.4 не обосновано количество кластеров значений уровней дефектности в алгоритме оценки коэффициентов корректировки параметров прокатки. 9) В разделе 3.6 рисунки 33 и 34 это экранные формы средства поддержки принятия решений, но не результат проверки работоспособности всех основных функций. 10) В разделе 4.2 показаны результаты экспериментальных исследований, выполненных только на основе имитационного моделирования, без проведения натурального эксперимента на реальных образцах металла с дефектами, не обоснован объем статистической выборки для проведения имитационной прокатки - 10 рулонов, 10 прогонов, не представлены значения задающего параметра скорости прокатки. 11) Анализ зарубежных аналогов исследуемых разработок представлен ограниченным набором первоисточников. 12) Автореферат диссертации содержит описание глав 3 и 4 в объеме, значительно меньшем, чем глав 1 и 2, что ограничивает оценку выполненной работы.

– **Официального оппонента**, доктора технических наук, профессора, Антонова Вячеслава Викторовича, заведующего кафедрой автоматизированных систем управления федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

Замечания: 1) В описании графического представления концептуальной модели отсутствует пояснение относительно представления контура управления технической системой с ОЭСКК. 2) В тексте диссертации не описаны требования к качеству изображений, отражённые в концептуальной модели поддержки принятия решений. 3) Какие именно проектные возможности стана холодной прокатки были взяты за основу в проблемах практики на рисунке 97? 4) Не приведено обоснование

количества кластеров значений уровней дефектности. 5) На рисунке 44 значение шкал нечитаемое. 6) При вычислении минимальной частоты линейной камеры (стр. 13) допущена арифметическая ошибка: результат деления $9000 / 0,29$ равен 31034 Гц ($31,034$ кГц), а не $30,727$ кГц, как указано в тексте. Используя корректное значение, запас производительности камеры с частотой 51 кГц составляет: $51/31,034 = 1,643$ ($64,3\%$). Это обеспечивает возможность увеличения скорости прокатки до $14,79$ м/с, что автор подтверждает далее по тексту. Однако сам расчёт в явном виде не приведён, а использованная автором запись $30,727$ кГц противоречит последующему значению $14,79$ м/с. 7) Из числа перечисленных в автореферате основных научных публикаций по теме диссертационной работы в изданиях из перечня, рекомендованного ВАК и наличием в тексте диссертации связанных с ними сведений, двух работ нет в списке литературы диссертации (1. Климачев, С. А. Интеллектуальная поддержка принятия решений по устранению дефектов поверхности листового проката / С. А. Климачев, Н. А. Соловьев // Программные продукты и системы. – 2025. – № 38 (3). - С. 513-523. 2. Климачев, С. А. Методика принятия решений на основе компьютерного зрения и выбора Парето-оптимальной альтернативы технологических параметров производства / С. А. Климачев, Н. А. Соловьев // Информационные технологии. – 2023. – № 7 (29). – С. 382-388.). 8) В таблице 5 (стр. 44-45) значения в столбцах «Минимум» и «Максимум» переставлены местами.

– **Официального оппонента**, кандидата технических наук, Синецкого Романа Михайловича, доцента кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова». *Замечания:* 1) В выражении (8) на стр. 48 в качестве меры близости состояний используется евклидово расстояние, при вычислении которого учитывается квадрат разницы между текущим и минимально допустимым уровнями дефектности поверхности листового металла. В таком варианте одинаково плохи оказываются значения уровня дефектности как больше, так и меньше допустимого, хотя значения, меньшие

допустимого уровня, более предпочтительны. Возможно, целесообразно было бы учесть это при выборе альтернатив. 2) На стр. 58 описан алгоритм построения Парето-оптимального множества альтернатив коэффициентов корректировки задающих технологических параметров прокатки. Далее из данного множества предлагается выбирать альтернативу, при которой разница между допустимым изменением задающего значения толщины листа проката и соответствующим коэффициентом изменения толщины будет стремиться к нулю. Возможно, является целесообразным добавить это условие в критерий отбора альтернатив коэффициентов корректировки и в таком случае не отбирать Парето-оптимальное множество альтернатив, а выбирать одну оптимальную альтернативу. 3) На стр. 59-61 описан алгоритм оценки влияния внешних факторов на качество металлопроката. Основой оценки степени влияния внешних факторов на различные типы дефектов указывается база производственных правил. Однако не уточняется, откуда берутся эти правила, например, являются ли они результатом работы экспертов, получены на основе статистической обработки данных в процессе эксплуатации металлопрокатных станков на производстве или другие источники. 4) В главе 4 на стр. 87-92 описана имитационная модель в среде SimInTech для моделирования прокатного стана, используемая для экспериментальной оценки эффективности предложенных решений. Представлена структура модели и реализация основных узлов прокатного стана, таких как нажимное устройство, системы регулирования натяжения и нажима. Однако не описывается, как в модельном эксперименте реализовано возникновение дефектов при металлопрокате, как моделируются параметры этих дефектов, как в эксперименте моделируются факторы, влияющие на возникновение этих дефектов. В связи с этим сложно оценить, насколько этот модельный эксперимент является адекватным реальным условиям промышленного производства.

Получено **восемь положительных** отзывов на автореферат:

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет имени императрицы Екатерины II» (г. Санкт-Петербург), доктор технических наук,

доцент, декан экономического факультета **Ильюшин Юрий Васильевич**.
Замечания: 1) Отсутствует описание имитационной модели, на основе которой выполнялось экспериментальное исследование. 2) Не описана структура производственных правил, используемых в алгоритме оценки влияния внешних факторов на качество поверхности листа.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет сервиса» (г. Тольятти), доктор технических наук, доцент, директор Высшей школы передовых производственных технологий **Воловач Владимир Иванович**. Замечания: 1) Отсутствует описание величин h , Δh , H , ΔH , приведенных на рисунке 4. 2) В описании алгоритма оценки влияния внешних факторов на качество поверхности листа не раскрыта суть использования производственных правил для сравнения альтернатив.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова» (г. Абакан), доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Цифровых технологий и дизайна **Дулесов Александр Сергеевич**. Замечание: В первой главе автор выделил группы факторов (формула (1)). Из полученного анализа неясно, какую роль они играют в задаче идентификации дефектов проката с помощью ОЭСКК.

4. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Факультета технологий искусственного интеллекта **Ковальчук Сергей Валерьевич**. Замечания: 1) В соответствии с (1) в состав комплексного влияния внешних факторов входят техническое состояние $V_2(t)$ и человеческий фактор $V_3(t)$. Однако, из автореферата недостаточно ясно, каким образом эти компоненты формализуются и оцениваются в процессе работы (на момент времени t). 2) В автореферате указано, что экспериментальная оценка проводилась в рамках имитационного моделирования в среде SimInTech. Тем не менее недостаточно ясно на каких данных

и как проводилась валидация имитационной модели для обоснования реалистичности приводимой оценки. Кроме того, схема имитационной модели (верхняя часть рис. 5) является слабочитаемой, что усложняет ее анализ и оценку обоснованности ее структуры. 3) Ряд терминов и обозначений не раскрыт в автореферате. Так, не раскрыты некоторые вводимые в уравнении (2) коэффициенты (например, коэффициенты «округлости» и «прямоугольности» дефекта), обозначения Δh , ΔH на рис. 4 и т.п.

5. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (г. Орёл), доктор технических наук, профессор, директор департамента информатизации и перспективного развития **Коськин Александр Васильевич**. Замечание: Из автореферата (стр. 15) непонятно, каким образом сделан вывод о том, что применение СППР может уменьшить среднее количество дефектов типа «отпечатки» на 47%, «царапина» - на 43%, «риска» - на 42%.

6. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет» (г. Пенза), доктор технических наук, профессор, профессор кафедры радио и спутниковой связи Военного учебного центра имени Героя Советского Союза полковника Шишкова В.Ф. **Малыгин Александр Юрьевич**. Замечания: 1) В описании алгоритма оценки коэффициентов корректировки значений задающих параметров прокатки для устранимых типов дефектов (шаг 3) указано, что для оценки альтернатив коэффициентов корректировки используется 12 кластеров значений уровней дефектности, однако обоснование количества кластеров, как и их описание, отсутствует в автореферате. 2) Задающие параметры прокатки в формальном представлении модели изменения состояний поверхности листового металла в процессе прокатки и матрица парных сравнений в алгоритме оценки влияния внешних факторов на качество поверхности листа имеют одинаковое обозначение X , при этом величины не связаны друг с другом.

7. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет

им. Т. Ф. Горбачёва» (г. Кемерово), доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладных информационных технологий **Пимонов Александр Григорьевич**. Замечания: 1) Имитационная модель, представленная на рис. 5 (стр. 15), не читабельна. 2) Соискателем неверно посчитаны величины «уменьшения среднего количества дефектов» (стр. 15). В соответствии с табл. 1 (стр. 15), среднее количество дефектов типа «отпечатки» уменьшится на 53 % (а не на 47 %), «царапина» - на 57% (а не на 43 %), «риска» – на 58 % (а не 42 %).

8. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» (г. Екатеринбург), доктор технических наук, доцент, профессор кафедры электронного машиностроения **Огородникова Ольга Михайловна**. Замечания: 1) Достоинством работы является применение программной среды SmInTech от российского разработчика для имитационного моделирования технологического процесса. Какие параметры автоматизированного электропривода учтены в имитационной модели 2-клетевого прокатного стана? 2) Отличительной особенностью листового проката является анизотропия механических свойств, которая влияет на процессы локального деформирования при силовом нагружении и зависит от технологических параметров холодной обработки металлов давлением. В автореферате говорится о модельном описании областей дефектов и системном анализе состояния теории процесса холодной прокатки. Возможно ли установить связь между физическими моделями деформирования в технологическом процессе и закономерностями формирования оптических эффектов на поверхности листового проката для применения в обработке информации оптико-электронными системами?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их достижениями в данной отрасли наук, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

– научная идея, обогащающая концепцию устранения поверхностных дефектов листового металлопроката по результатам неразрушающего контроля качества, позволившая выявить взаимосвязи технологических параметров холодной обработки металла давлением с показателями качества готовой продукции;

– методика интеллектуальной поддержки принятия решений по устранению дефектов поверхности листового материала при холодной обработке металла давлением, *отличающаяся* наличием модифицированной модели области дефектов проката с расширенным набором признаков, учитывающих геометрические особенности дефектов;

– модель оценки изменения состояний поверхности листового металла в процессе прокатки, *отличающаяся* учетом внешних факторов, оказывающих влияние на качество поверхности проката: физико-механических свойств заготовки, технического состояния прокатного оборудования, влияния человеческого фактора;

предложен оригинальный подход к принятию решений по устранению дефектов поверхности листового металлопроката, отличающийся использованием множества Парето-оптимальных альтернатив устранения дефектов и последующим выбором лучшей альтернативы по критерию уровня дефектности, оцениваемого на основе признаков изображения области дефекта, и по многопараметрической модели изменения состояний поверхности металлопроката;

доказана эффективность использования методики интеллектуальной поддержки принятия решений по устранению дефектов металлопроката (повышение точности выбора альтернативы) по результатам неразрушающего контроля качества.

введено новое понятие – критерий уровня дефектности – для оценки качества поверхности ленты проката на основе моделей изображения области дефекта.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана полезность модели оценки изменения состояний поверхности листового металлопроката в интеллектуальной поддержке принятия решений по устранению дефектов поверхности листового материала при холодной обработке металла давлением;

разработаны: методика, модели и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений по устранению дефектов поверхности листового материала при холодной обработке металла давлением в условиях случайного характера воздействия внешней среды;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы: комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе системного анализа, теории принятия решений, теории управления, методы цифровой обработки изображений, методы искусственного интеллекта, методы исследования операций;

изложена процедура анализа внешних факторов, оказывающих влияние на качество поверхности листового проката в процессе холодной обработки металла давлением: качества заготовки, технического состояния оборудования прокатного стана, человеческого фактор;

раскрыта проблемная ситуация между динамикой роста поверхностных дефектов листового металлопроката под воздействием внешних факторов и отсутствием в ОЭСКК средств поддержки принятия решений по устранению выявленных дефектов;

изучены особенности листового проката цветных металлов, структура АСУТП прокатного стана для установления связи задающих параметров прокатки и показателей качества листового металлопроката;

проведена модернизация:

– существующей модели области дефекта на основе расширенного пространства признаков;

– алгоритма построения Парето-оптимального множества решений с использованием критерия уровня дефектности для выделения группы допустимых альтернатив решений, оцениваемого на основе признаков изображения области дефекта с последующим многопараметрическим алгоритмом выбора лучшей альтернативны решений для коррекции технологических параметров прокатки металла.

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

– **разработаны** методика и алгоритмы поддержки принятия решений по устранению дефектов поверхности листового материала при холодной обработке металла давлением, которые позволяют повысить эффективность использования ОЭСКК в области металлопроката;

– результаты **внедрены** в практику ООО «ГЗОЦМ «Гайская медь» и учебный процесс ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»;

– **определены** оценки значений критерия уровня дефектности, перспективы будущих исследований, направленные на повышение вычислительной эффективности алгоритмов поддержки принятия решений и уточнение факторов внешних воздействий;

– **создано** программное средство поддержки принятия решений для повышения эффективности использования ОЭСКК листовых материалов в области холодной обработки металла давлением;

– **представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию методики поддержки принятия решений по устранению дефектов поверхности листового материала при холодной обработке металла давлением.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– **для экспериментальных работ** основана на используемой методологической базе исследования и обеспечивается обоснованностью принятых ограничений при разработке математического аппарата, сходимостью результатов исследования с экспериментальными данными.

– **теория** построена на известных, проверяемых данных и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации и с результатами ранее выполненных исследований;

– **идея базируется** на обобщении передового опыта исследований отечественных и зарубежных авторов в области контроля качества листовых материалов при холодной обработке металла давлением, поддержки принятия

решений по выбору лучшей альтернативы корректировки параметров технологических процессов с учетом ограничений;

– **использовано** сравнение авторских результатов исследований с данными, ранее выполненными исследованиями по тематике, близкой к тематике диссертации;

– **установлено:** количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике; использование предложенных средств поддержки принятия решений (СППР) по устранению дефектов в ОЭСКК снижает среднее количество дефектов типа «отпечатки» до 47%, «царапина» – до 43%, «риска» – до 42% по сравнению с результатами до внедрения методики;

– **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации: методы искусственного интеллекта (машинное обучение по алгоритму «случайного леса»), методы обработки экспериментальных данных (алгоритм построения Парето-оптимального множеств альтернатив, алгоритм предварительной классификации множества коэффициентов корректировки) и методы имитационного моделирования (имитационное моделирование в среде SimInTech).

Личный вклад соискателя состоит в: системном анализе процессов обнаружения и устранения поверхностных дефектов на основе действующей ОЭСКК, анализе структуры исходной видеоинформации, разработке модели изображения металлопроката на основе признаков области дефекта, разработке методики поддержки принятия решений и способа применения критерия выбора заданного уровня устранения дефектов, образующего множество Парето, разработке специального математического и алгоритмического обеспечения для обработки полученной информации опико-электронного контроля качества готовой продукции в ходе имитационного эксперимента, проведении вычислительных экспериментов, оценке и интерпретации полученных результатов, подготовке научных статей и материалов докладов на научных конференциях.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертационная работа Климачева Сергея Александровича «Опико-электронная система контроля

качества листового металлопроката со средствами интеллектуальной поддержки решений по устранению дефектов» соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, в редакции с изменениями), предъявляемых к кандидатским диссертациям.

Тема и содержание исследований соответствует паспорту научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Таким образом, представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложено решение научной задачи, направленной на развитие знаний в области средств поддержки принятия решений, применяемых в составе ОЭСКК, по изменению задающих параметров прокатки для устранения поверхностных дефектов листового металлопроката, которое позволит повысить эффективность существующих систем контроля качества и избежать проблемы снижения производительности прокатного стана.

В ходе защиты диссертации были высказаны замечания. Соискатель Климачев С.А. согласился с замечаниями и привел собственную аргументацию.

На заседании 10.04.2026 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития теории и практики поддержки принятия решений по изменению задающих параметров прокатки с целью устранения поверхностных дефектов листового металлопроката, и повышения эффективности ОЭСКК в области холодной обработки металла давлением, присудить Климачеву С.А. ученую степень кандидата технических наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 11 докторов наук (11 докторов наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика), участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета,

дополнительно введены на разовую защиту – 0 человек, проголосовали: за – 12,
против – 0.

Председатель
диссертационного совета 24.2.352.03

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.352.03



А.С. Боровский

Д.И. Парфёнов

10 апреля 2026 года