

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии/ 05.11.01 Приборы и методы измерений по видам измерений

Инженерная школа информационных технологий и робототехники

Отделение автоматизации и робототехники

Научно-квалификационная работа

Тема научно-квалификационной работы
Распознавание дефектов сварных соединений по фотоизображениям с использованием геометрических признаков

УДК 621.791.05:778

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A6-31	Погадаева Екатерина Юрьевна		

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОАР ИШИТР	Муравьев Сергей Васильевич	д.т.н, профессор		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н., доцент		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОАР ИШИТР	Муравьев Сергей Васильевич	д.т.н, профессор		

Томск – 2020 г.

Устранение субъективного фактора в процессе принятия решения о качестве сварного шва, автоматизированное распознавание дефектов позволит сократить время анализа и сделать этот процесс более надежным. В работе распознавание дефектов будет производиться по фотоизображениям сварных швов. Разработанный алгоритм распознавания дефектов по шести геометрическим признакам, позволяет определить место локализации и класс дефекта, представить результат контроля в удобной форме для принятия решения.

Необходимо автоматизировать процесс визуального контроля, для повышения достоверности результатов. С помощью методов машинного зрения, можно создать систему для автоматизированного контроля и (или) обнаружения дефектов сварных соединений, но распознаваемые текстуры характеризуются отличиями в ориентации, масштабе, составе и других особенностях их элементов, а также для обработки сложных многоэлементных текстур требуются большие вычислительные ресурсы. Методы искусственного интеллекта и методы, основанные на нейронных сетях, так же обладают недостатком – необходимостью большой базы изображений с дефектами сварных швов для того чтобы обеспечить возможность обучения системы распознавания.

Цель работы заключается в рассмотрении возможности автоматизации процесса обнаружения и оценки дефектов сварных швов, для минимизации влияния субъективного фактора при визуальном контроле качества сварных швов.

В качестве **объектов** исследования рассмотрены фотоизображения сварных швов, которые являются входными данными для разработанного алгоритма автоматизированного распознавания дефектов (АРД). По результатам работы алгоритма АРД на фотоизображении выделяется дефектная область, если она имеется, и распознанный дефект относится к одному из шести возможных классов.

В связи с поставленной целью в работе должны быть решены следующие **задачи**:

- анализ известных методов и алгоритмов обнаружения сварных швов;
- выделение характерных признаков дефектов сварных швов на фотоизображении;
- разработка и программная реализация алгоритма автоматизированного распознавания дефектов;
- экспериментальное исследование работоспособности алгоритма автоматизированного распознавания дефектов;
- оценка эффективности и возможности практического применения данного алгоритма на основе полученных экспериментальных данных.

Методы исследования. Предложен способ распознавания дефектов сварных соединений по фотоизображениям, основанный на использовании геометрических признаков дефектов, позволяющий по шести комбинациям

признаков определить наличие и класс дефекта, представить результат контроля в удобной форме для принятия решения и визуализации. Обсуждается дальнейшее усовершенствование алгоритма для расширения набора распознаваемых классов с целью максимального охвата дефектов.

В первой главе "Способы обнаружения дефектов сварных соединений" представлен анализ отечественных и зарубежных источников, посвященных способам обнаружения дефектов сварных соединений.

Во второй главе "Распознавание и классификация дефектов сварного шва" рассматриваются этапы обработки фотоизображений сварных швов: фильтрация, сегментация (бинаризация) для задачи распознавания дефектов. Предлагается математическое описание шести классов дефектов по извлеченным геометрическим признакам.

В третьей главе "Экспериментальные исследования" рассмотрен алгоритм АД и проведены экспериментальные исследования на реальных фотоизображениях сварных соединений с дефектами.

В работе представлен алгоритм АД сварных соединений по фотоизображениям. Алгоритм позволяет в автоматическом или интерактивном режиме провести визуальный контроль поверхности сварного шва по фотоизображению, определить место локализации дефекта и классифицировать его. Оператор, в зависимости от сложности дефекта подбирает режим работы и в удобной форме, на фотоизображении получает результат контроля.