

ВЕБ-СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ МИКРОСТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОВ

*магистрант А. И. БЕСЕЦКАЯ,
научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Р. П. БОГУШ
(Полоцкий государственный университет, Беларусь)*

Аннотация. *Металлографические исследования применяются во многих областях промышленности. При этом одним из инструментов является специализированное десктопное программное приложение. В работе предложено программное обеспечение обработки изображений микроструктуры металлов для определения балла зерна на основе клиент-серверной архитектуры. Рассмотрены основные функциональные возможности системы и представлены результаты тестирования.*

Ключевые слова: *металлографический анализ, клиент-серверное приложение, микроструктурный анализ.*

Металлы и сплавы состоят из огромного количества кристаллов определенной формы, называемых зёрнами, которые располагаются в определенном порядке или случайно, различаются по размеру, т. е. формируют определенную структуру металла, которая определяет его свойства.

Для изучения строения металлов и сплавов используют различные методы исследований, среди них наиболее распространенным является микроструктурный анализ, который заключается в изучении структуры металлов и сплавов при помощи микроскопов с различными увеличениями [1]. В качестве исходных данных выступает микрошлиф, который в последнее время, как правило, представляется цифровым изображением. Для сокращения времени анализа разрабатываются и используются специальные алгоритмы обработки изображений микрошлифов и программные средства [2, 3], которые в большинстве случаев являются десктопными. Такого типа приложения накладывают существенные ограничения на удобство функционального обновления и масштабирование. Веб-приложения позволяют исключить данные недостатки. Пользователь веб-системы не нуждается в установке на свой персональный компьютер специализированного программного обеспечения, что важно для удобства его использования операторами. Кроме этого, веб-приложение не требовательно к ресурсам рабочей станции, также не предъявляет требований к аппаратной платформе. Важным является то, что на уровне разработчика можно обеспечивать поддержку более ранних версий программ и обратной совместимостью, т. е. пользователю не нужно самому обновлять приложение. Так же следующим преимуществом веб-системы является

то, что оператор может работать с приложением с любого рабочего места, где есть доступ в Интернет и с различных устройств, что является важным при необходимости проведения работ на удаленных объектах. Поэтому целью работы является разработка веб-системы для обработки и анализа изображений микроструктуры металлов при определении балла зерна на основе алгоритмического обеспечения, представленного в [4].

Для разграничения доступа к функционалу системы предлагается три вида пользователей: администратор, авторизованный пользователь и неавторизованный пользователь. В зависимости от роли предоставляется различные функции приложения. Неавторизованный пользователь имеет ограниченную функциональность, которая контролируется администратором. Авторизованный пользователь может пользоваться полным списком функций. Администратор модерирует пользователей и контролирует доступ к функциям для ролей авторизованного и неавторизованного пользователей.

Авторизованный пользователь системы имеет доступ к обработке и анализу изображения. Диаграмма вариантов использования для актёра «Авторизованный пользователь» представлена на рисунке 1.

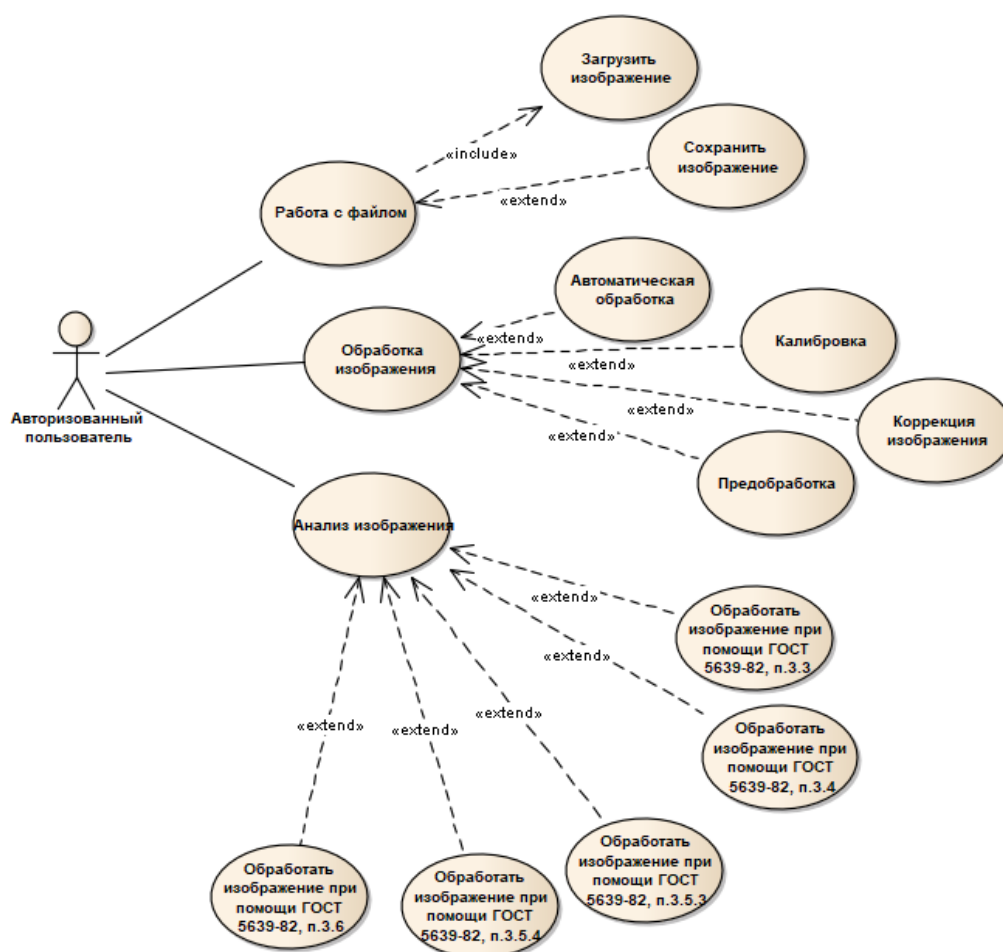


Рисунок 1. – Диаграмма вариантов использования для авторизованного пользователя

Метод определения величины зерна сравнением с эталонными шкалами, в реализованном веб-приложении, содержит следующие разделы: «Изображение», список «Номер зерна, G», список «Цвет сетки», а также возможность сдвига по изображению при помощи кнопок в разделе «Смещение изображения». При изменении списка «Номер зерна, G» автоматически меняется масштаб исследуемого изображения под соответствующий номер зерна. При изменении списка «Цвет сетки» соответствующим образом изменяется цветовое решение эталонного изображения. На рисунке 2 представлена форма отчета анализа метода определения величины зерна сравнением с эталонными шкалами.

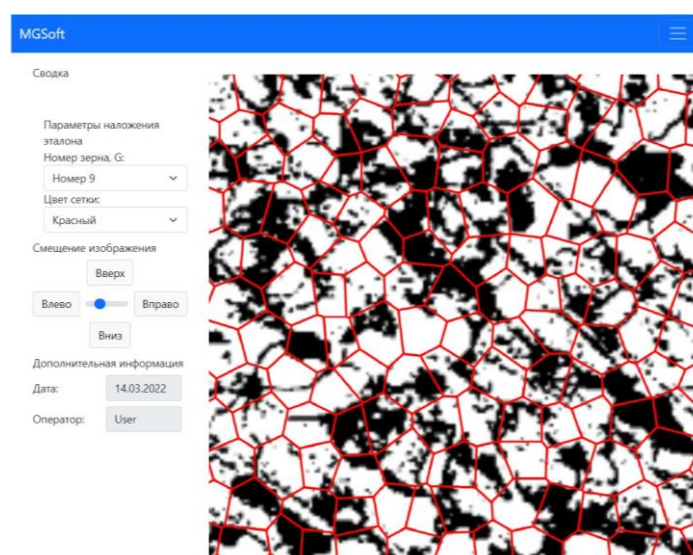


Рисунок 2. – Форма отчета метода определения величины зерна (п. 3.3 ГОСТ 5639-82)

В разработанном веб-приложении метод подсчета зерен включает в себя следующие разделы: «Изображение», «Подсчет зерен», «Табличные данные». Раздел «Подсчет зерен» показывает количество обнаруженных зерен на текущей площади и в пересчете на площадь 1 мм^2 , также выводит три первых номера зерна, занимающих наибольшую площадь на изображении. Раздел «Табличные данные» показывает соответствующий количеству обнаруженных зерен номер G, табличное значение среднего диаметра вычисленного номера зерна и значение средней площади вычисленного номера зерна. На рисунке 3 представлена форма отчета анализа метода подсчета зерен.

Метод подсчета пересечений границ равноосных зерен содержит следующие разделы: «Исходное изображение», «Итоговое изображение», «Диапазон значений». Раздел «Диапазон значений» показывает количество проведенных измерений, минимальный и максимальный размер зерна, присутствующий на изображении, вычисленный по длине отрезков, а также их среднее значение и выводит три первых номера зерна, которые представлены максимальным количеством отрезков.

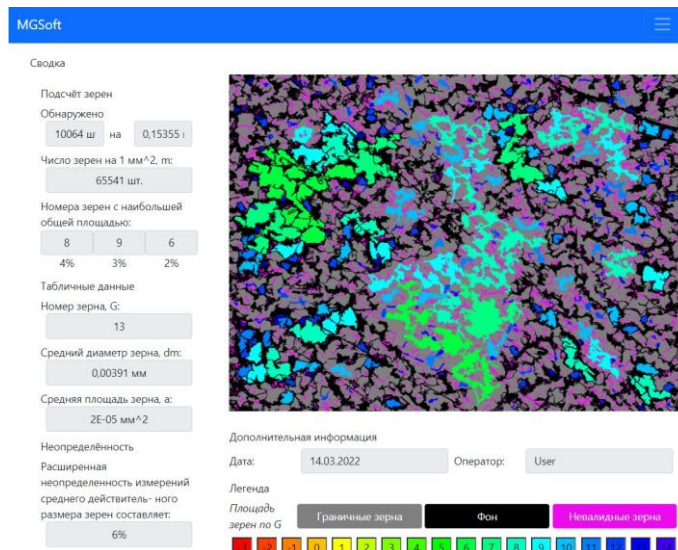


Рисунок 3. – Форма отчета метода подсчета зерен (п. 3.4 ГОСТ 5639-82)

Метод подсчета пересечений границ неравноосных зерен включает следующие разделы: исходное и результирующие изображения, «Подсчет зерен». Раздел «Подсчет зерен» показывает количество проведенных измерений, количество пересеченных зерен в пересчете на 1 мм по каждой из осей и результирующее число зерен на 1 мм³ и показывает соответствующий количеству обнаруженных зерен номер G.

Метод подсчета измерения хорд включает в себя следующие разделы: исходное и итоговое изображение, «Диапазон значений». Раздел «Диапазон значений» показывает минимальный и максимальный размер зерна, присутствующий на изображении, вычисленный по длине отрезков, а также их среднее значение и выводит три первых номера зерна, которые представлены максимальным количеством отрезков.

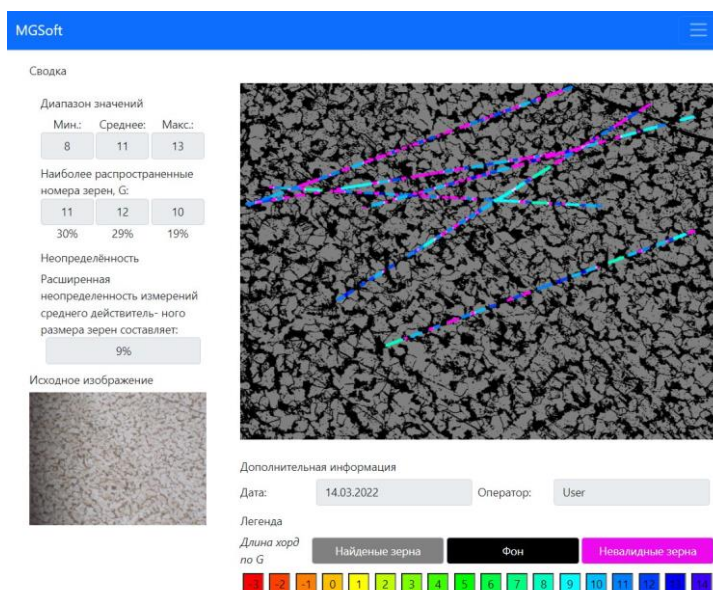


Рисунок 5. – Форма автоматического построения хорд метода измерения длин хорд (п. 3.5.4 ГОСТ 5639-82)

Тестирование работы веб-системы выполнялось с использованием браузера Google Chrome. Для реализованного веб-приложения также было произведено тестирование совместимости, а именно кроссбраузерное тестирование в браузерах Firefox и Opera.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисович, А. Г. Современная металлография – основа литейного материаловедения / А. Г. Анисович – Минск, 2019. – 100 с.
2. Богуш, Р. П. Программное обеспечение для анализа изображений микроструктуры металлов / Р. П. Богуш, В. В. Туркова, Д. О. Глухов // Информатика: проблемы, методология, технологии. Материалы XVIII Междунар. конф., 8–9 февраля 2018 г. – Воронеж : Воронежский гос. ун-т, 2018. – Т. 4. – С. 69–73.
3. Анисович, А. Г. Микроструктуры черных и цветных металлов / А. Г. Анисович, А. А. Андрушевич. – Минск, 2015. – 3 с.
4. Богуш, Р. П. Обработка и анализ изображений микроструктуры металлов для определения балла зерна / Р. П. Богуш, Е. Р. Адамовский, С. Ф. Денисенко // Доклады БГУИР. – 2021. – № 4(19) – С. 70–79.