

Руководство пользователя
Система обработки и анализа изображений микроструктуры
уранового оксидного топлива
IRBIS 2

Москва, 2023

Содержание

| | |
|---|----|
| 1 Описание и состав поставки | 4 |
| 1.1 Назначение | 4 |
| 1.2 Права | 4 |
| 1.3 Комплект поставки | 4 |
| 2 Установка и удаление программ | 5 |
| 2.1 Системные требования | 5 |
| 2.2 Установка | 5 |
| 2.3 Удаление | 5 |
| 2.4 Возможные ошибки при установке и запуске | 5 |
| 3 Графический интерфейс | 6 |
| 3.1 Главное окно | 6 |
| 3.2 Управление | 7 |
| 3.3 Меню | 7 |
| 4 Установка/Изменение масштаба | 8 |
| 4.1 Установка текущего масштаба | 8 |
| 4.2 Создание и изменение масштаба | 9 |
| 5 Пакетная обработка | 10 |
| 5.1 Назначение | 10 |
| 5.2 Выполнение обработки | 11 |
| 5.3 Возможные ошибки | 12 |
| 6 Входные данные | 12 |
| 6.1 Требования к качеству входных изображений | 12 |
| 6.2 Контроль качества входных изображений | 13 |
| 6.3 Формат наименования файлов | 14 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 7 Выходные данные | 14 |
| 8 Описание встроенных алгоритмов | 15 |
| UO2: Измерение зерен по сетке | 15 |
| UO2: Пористость | 16 |
| UO2: Пористость сводная | 16 |
| 9 Описание внешних файлов | 17 |
| 9.1 Файл конфигурации | 17 |
| 9.2 Файлы эффектов | 17 |

1 Описание и состав поставки

1.1 Назначение

Программа предназначена для анализа изображений микроструктуры топливных таблеток. Назначением программы является определение стандартизированных технологических параметров микроструктуры. Рассчитываемыми величинами являются количество, концентрация, и площадь объектов микроструктуры, которыми могут выступать поры, включения, частицы порошка. Измерения возможно проводить как по одному изображению, так и по некоторому набору (пакетная обработка). С помощью программы возможно совмещение диапазонов измерения параметров, что позволяет проводить интервальную обработку, с определением дополнительных параметров, характеризующих микроструктуру топливных таблеток в целом.

1.2 Права

Правообладатель АО ВНИИНМ, Россия, Москва

Государственная регистрация: Свидетельство № 2015618312 от 5.08.2015 «Система обработки и анализа изображений микроструктуры уранового оксидного топлива IRBIS 2.0», авторы Бахтеев О.А., Лысиков А.В., Дегтярев Н.А.

1.3 Комплект поставки

Комплект поставки включает:

- Программный модуль и набор алгоритмов (каталог IRBIS2)
- Файлы инструкций (каталог IRBIS2)
- Файлы эффектов (шейдеры) (каталог Effects)
- Дополнительные библиотеки для видеопроцессора (каталог Libs)
- Исходные тексты кода (каталог Source). Каталог имеет ограниченное распространение и не предоставляется конечному пользователю.
- Файлы тестовых примеров (каталог Tests)

2 Установка и удаление программы

2.1 Системные требования:

- 32-х или 64-х разрядная ОС Windows XP/7/10
- видеопроцессор с поддержкой шейдеров вер. 3.0
- не менее 512 Мб видеопамяти

2.2 Установка

Для установки программы необходимо скопировать на ПК папку IRBIS2. В случае отсутствия библиотек видеодрайвера DirectX 9 нужно переместить файлы из каталога IRBIS2\Libs в каталог с исполняемым файлом. Программа может быть запущена со съемного носителя, однако в этом случае может быть ограничена возможность сохранения файлов на носитель.

2.3 Удаление

Для удаления программы удалите программный каталог из места установки. Программа не создает записей в реестре ОС.

2.4 Возможные ошибки при установке и запуске

В момент запуска программа проводит самотестирование и указывает на некоторые возможные ошибки. При обрушении при запуске программы, рекомендуется запустить программу из командной строки ОС – в этом случае отчет самотестирования останется на экране и будет доступен для работы.

Часто встречающиеся ошибки:

- Несоответствие системным требованиям – используйте ПК с подходящими системными требованиями
- Отсутствие отдельных программных файлов – переустановите программу из комплекта поставки
- Отсутствие отдельных библиотек DirectX – скопируйте необходимые библиотеки из комплекта поставки IRBIS2\Libs в программный каталог

3 Графический интерфейс

Графический интерфейс предназначен для загрузки исходных данных, обработки и сохранения результатов, оценки качества исходных и результирующих изображений, проведения ручных измерений размеров объектов, определения и установки масштабов и областей ограничения устройств регистрации.

3.1 Главное окно

Главное окно является связующим интерфейсом для доступа и работы с частными подпрограммами и интерфейсами. Главное окно позволяет контролировать качество исходных и выходных изображений, устанавливать масштаб и измерять отдельные объекты на изображениях.

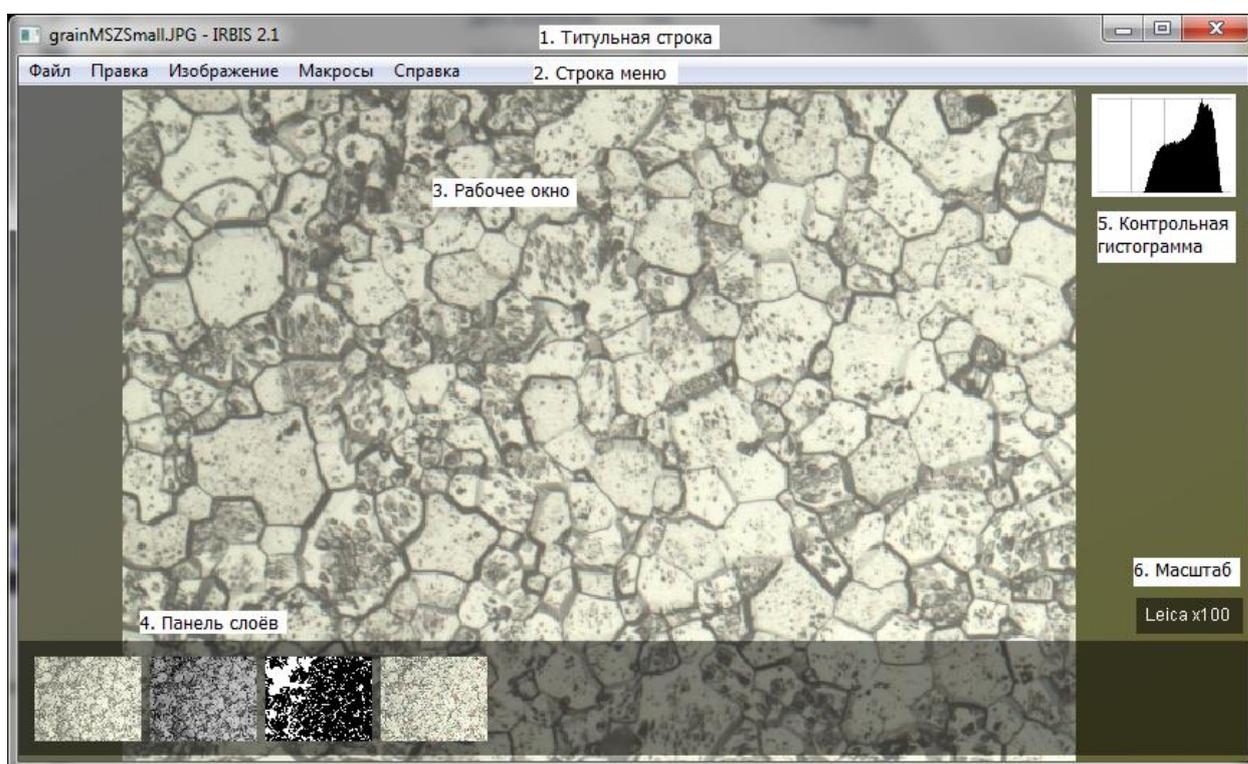


Рисунок 1 – Графический интерфейс главного окна программы

В титульной строке окна (1) указана текущая версия программы и название файла открытого изображения. Строка меню (2) обеспечивает доступ к основным функциям и подпрограммам (подробнее пункт 3.2). Рабочее окно (3) позволяет просматривать текущее изображение – приближать интересующий участок вплоть до отдельных пикселей, что

необходимо для контроля качества. Панель слоев (4) или связанных изображений позволяет переключаться между изображениями, полученными на отдельных стадиях обработки, для контроля качества обработки. Контрольная гистограмма (5) позволяет быстро оценить качество текущего изображения. Масштаб (6) указывает на устройство регистрации используемое при получении изображения.

3.2 Управление

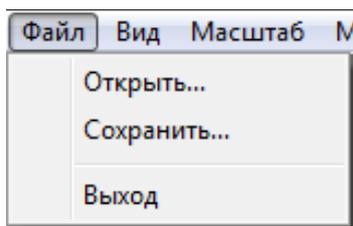
Движение мыши в рабочем окне (3) с зажатой правой кнопкой приводит к смещению положения изображения, что необходимо для выбора интересующего участка. Колесико мыши позволяет приближать и удалять выбранный участок текущего изображения. Изменение увеличения изображения не влияет на масштаб при обработке и измерении.

Нажатие левой кнопки мыши в рабочем окне (3) приводит к созданию измерительной линейки. Движение мыши с зажатой кнопкой приводит к смещению конечной точки линейки. Отпускание кнопки – прекращает изменение положения линейки.

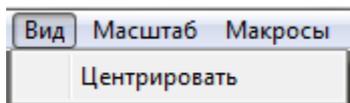
Нажатие левой кнопки мыши в панели слоев (4) приводит к переключению текущего изображения на выбранное.

Некоторые функции могут создавать в рабочем окне дополнительные элементы интерфейса. Работа с этими элементами будет рассмотрена в соответствующих разделах.

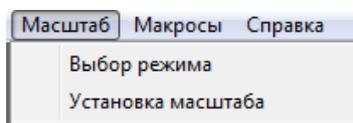
3.3 Меню



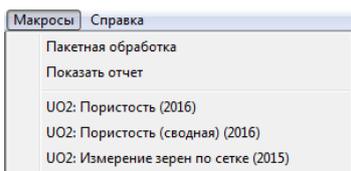
Меню «Файл» позволяет открыть исходное изображение («Открыть...») или сохранить текущий слой («Сохранить...»). Оба этих пункта запускают стандартные диалоги ОС для открытия или сохранения файла. Доступные форматы изображений для загрузки/сохранения: bmp, jpg, png, dds



Меню «Вид» позволяет управлять внешним видом главного окна. Пункт «Центрировать» устанавливает изображение целиком в центре рабочего окна.



Меню «Масштаб» позволяет выбрать текущее устройство регистрации («Выбор режима») и редактировать список устройств регистрации и масштабные коэффициенты («Установка масштаба»).



Меню «Макросы» открывает доступ к обработке файлов.

Пункт «Пакетная обработка» запускает диалог пакетной обработки.

Пункт «Показать отчет» открывает файл отчета для текущего изображения стандартными средствами ОС. Пункты ниже разделительной черты выполняют специальные алгоритмы обработки.



Меню «Справка» содержит сведения о текущей версии программы

4 Установка/Изменение масштаба

Масштаб является неотъемлемым свойством изображения микроструктуры. Без указания масштаба изображение не может быть обработано, так как данные окажутся недостоверным. Масштаб может быть указан явным способом в главном окне программы или определен автоматически при соблюдении номенклатуры наименования файлов. При пакетной обработке возможен только последний вариант.

Масштаб в программе является вычисляемым и является зависимым от заданных параметров: масштабного коэффициента и увеличения съемки.

4.1 Установка текущего масштаба

Для отдельных изображений возможна установка текущего увеличения и масштабного коэффициент. Для этого необходимо вызвать меню «Масштаб\Выбор режима». В открывшемся окне элемент «Микроскоп» устанавливает ссылку на масштабный коэффициент, а элемент «Увеличение» задает увеличение съемки.

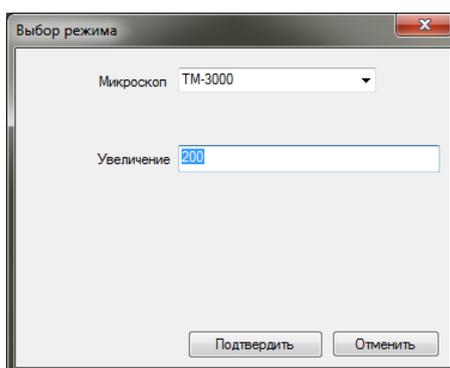


Рисунок 2 – Выбор режима съемки

4.2 Создание и изменение масштаба

Для создания или изменения масштаба необходимо загрузить изображение масштабной линейки (стандартного образца) для нужного микроскопа и увеличения с помощью меню «Файл\Открыть». Далее вызвать меню «Масштаб\Установка масштаба».

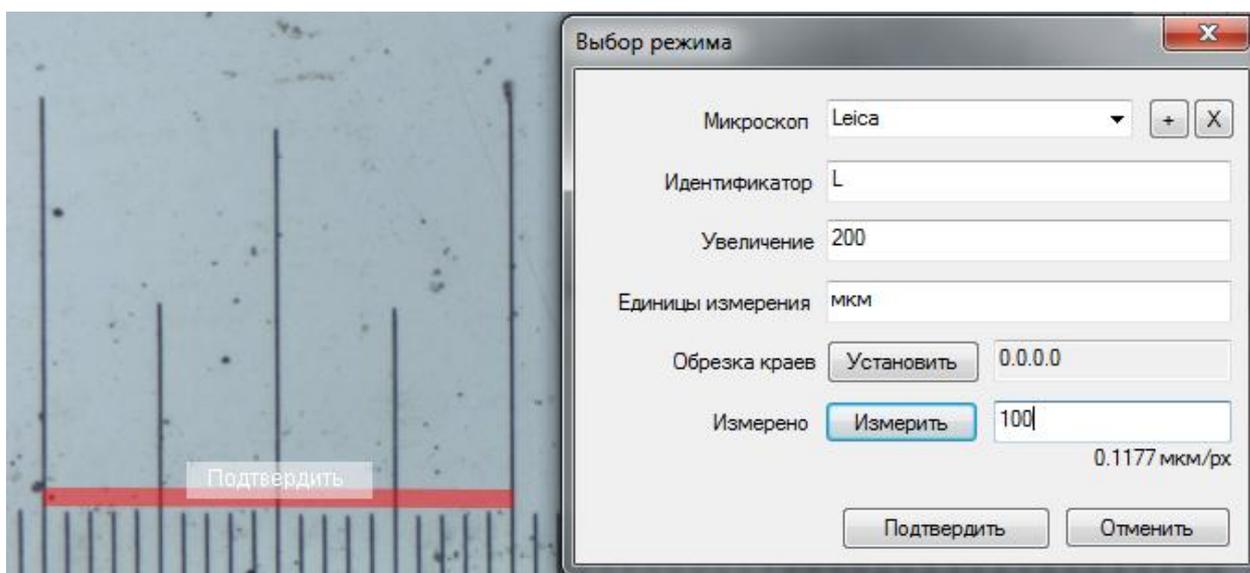


Рисунок 3 – Установка масштаба

В открывшемся окне строка «Микроскоп» предоставляет доступ к списку микроскопов и позволяет редактировать название микроскопа, элемент «+» создает новый масштаб, элемент «x» удаляет выбранный масштаб.

Строка «Идентификатор» задает текстовую метку в номенклатуре наименования файла для автоматической идентификации данного масштаба.

Строка «Увеличение» устанавливает текущее увеличение изображения.

Строка «Единицы измерения» устанавливает текстовую метку единиц измерения, которые будут использованы при установке масштаба и обработке изображений.

Строка «Обрезка краев» позволяет установить обрезку краев для изображений, содержащих избыточные элементы (например, информационную строку). Для установки обрезки необходимо нажать кнопку «Установить», затем в главном окне программы с помощью мыши

установить на изображении границы прямоугольной области, содержащей правильные данные для обработки, и нажать кнопку «Подтвердить».

Строка «Измерено» позволяет установить масштабный коэффициент. Для установки необходимо нажать кнопку «Измерить», затем в главном окне программы с помощью мыши установить на изображении измерительную линейку между наиболее удаленными делениями масштабной линейки стандартного образца, как показано на рисунке, и нажать кнопку «Подтвердить». После этого в текстовом поле строки «Измерено» записать количество измеренных единиц в заданных единицах измерения. Подпись под текстовым полем будет содержать вычисленный масштабный коэффициент.

Для сохранения изменений необходимо нажать кнопку «Подтвердить».

5 Пакетная обработка

Под пакетом понимают набор файлов, заранее подготовленный пользователем в соответствии со своими потребностями. ПО IRBIS 2 представляет пользователю интерфейс для работы с пакетами.

5.1 Назначение

Пакетная обработка используется для обработки некоторого количества изображений за один раз, что позволяет существенно снизить объем повторяющихся действий оператора при последовательной обработке и разрабатывать методы характеризующие микроструктуру при использовании различных устройств регистрации (микроскопов, видеокамер) в различных диапазонах размеров. Это позволяет снижать ошибки единичных измерений и открывает доступ к интегральным оценкам микроструктуры. Такие параметры могут характеризовать свойства микроструктуры в отдельной точке в широком диапазоне увеличений вплоть до наноразмеров. В противоположенном случае пакетная обработка может использовать максимально широкий охват площади шлифа, который характеризует распределение параметров по объему образца. Еще одним применением может служить контроль микроструктуры партии таблеток в целом. В конечном счете, круг решаемых задач ограничен лишь встроенными алгоритмами.

5.2 Выполнение обработки

Для запуска пакетной обработки необходимо выбрать меню «Макросы\Пакетная обработка».

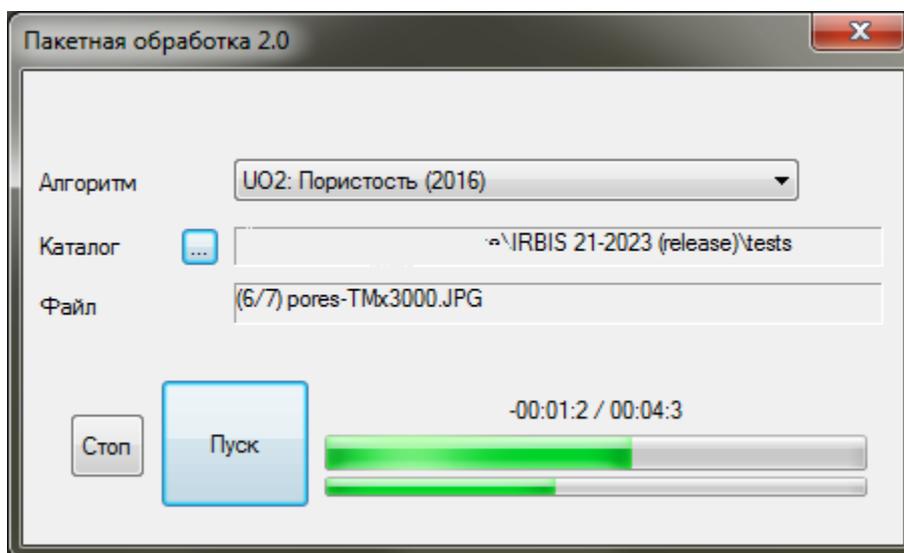


Рисунок 4 – Окно пакетной обработки

В открывшемся окне строка «Алгоритм» позволяет выбрать алгоритм обработки изображений.

Строка «Каталог» задает каталог исходных изображений. Для его выбора необходимо нажать кнопку «...» и выбрать любой файл из каталога. Тип загружаемых файлов (графические исходные, графические обработанные, файлы отчетов) алгоритм выбирает автоматически в зависимости, ориентируясь на имя файла.

Строка «Файл» показывает название текущего обрабатываемого файла, а строки состояния ниже – прогресс его обработки и прогресс выполнения все работы в целом.

Кнопки «Пуск» и «Стоп» управляют процессом обработки.

По результату обработки в заданном исходном каталоге создается каталог «report», содержащий обработанные данные, а в строке «Файл» появляется надпись «Успешно завершено».

5.3 Возможные ошибки

В ходе пакетной обработки может произойти обрушение работы программы. Ошибка связана с недостатком объема видеопамати системы. В этом случае необходимо перезапустить программу и выполнить повторную обработку пакета.

6 Входные данные

Входными данными в общем случае являются изображения микроструктуры, полученные на различных микроскопах при различных увеличениях и методах съемки. Входные данные оператор программы получает от инженера-исследователя.

В частных случаях при пакетной обработке могут в качестве входных данных могут выступать файлы отчетов предварительно обработанных изображений.

6.1 Требования к качеству входных изображений

Для работы большинства алгоритмов можно выделить общие требования к подготовке изображений. Частные требования будут указаны при непосредственном описании алгоритмов.

На поверхности образцов должны отсутствовать посторонние объекты, приводящие к ложным срабатываниям: царапины, грязь, посторонние примеси, вырывы элементов структуры и т.д.

Фокусировка изображения должна обеспечивать четкость границ всех исследуемых объектов. Недопустимы смазы от движения или тряски камеры. Объектив видеокамеры должен быть чистым, и не налагать на изображение артефакты. Оптическая система должна накладывать по возможности наименьший шум. В системах съемки с накоплением, должно быть установлено максимальное время экспозиции.

Следует добиваться максимального контраста между исследуемыми объектами и фоном. Распределение яркости и контраста по поверхности изображения должно быть максимально равномерным. Размер объектов на изображении должен соответствовать исследуемому диапазону размеров. Минимальный размер различаемых объектов не может быть меньше нескольких пикселей. Максимальный размер исследуемых объектов

ограничен вероятностью обнаружения объектов на изображении. На изображении должно быть не менее 1 объекта максимального размера. Сказанное приводит к ограничению минимальных размеров изображения. Расчет допустимого диапазона размеров в зависимости от свойств изображения проводится пользователем или алгоритмом.

Формат хранения изображений желательно должен обеспечивать его хранение и передачу в сжатом без потерь виде.

6.2 Контроль качества входных изображений

Встроенные алгоритмы ПО IRBIS 2 в большинстве случаев проводят коррекцию качества изображений до приемлемого уровня. Предусмотрена работа с изображениями, не соответствующими в определенном пределе, требованиям к качеству входных изображений.

Проконтролировать качество входного изображения можно с помощью инструмента «Гистограмма» главного окна программы. На рисунке ниже приведено одно и то же место съемки при различных начальных условиях и соответствующая ему контрольная гистограмма.

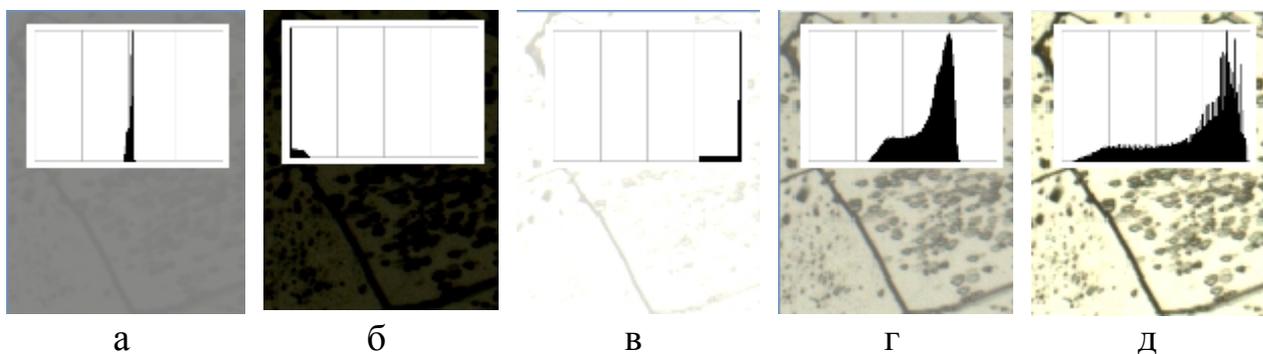
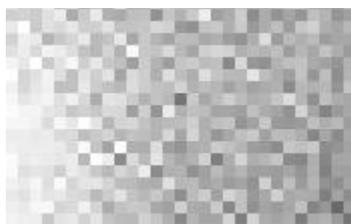


Рисунок 5 – Контрольная гистограмма

При подготовке входных изображений оператор микроскопа должен добиваться вида диаграммы, наиболее близкого к оптимальному.

| Тип гистограммы | Способ настройки режима регистрации |
|---------------------|---|
| а – низкий контраст | увеличить контрастность, использовать другой режим съемки |
| б – низкая яркость | увеличить яркость, увеличить время экспозиции |
| в – высокая яркость | уменьшить яркость, уменьшить время экспозиции |
| г – обычная съемка | в зависимости от технологических возможностей |
| д - оптимальная | не требуется |

С помощью приближения изображения в рабочей области главного окна, можно контролировать наличие на изображении шумов, сдвигов, смазов, дефектов сжатия и прочее. Возможность подавления таких дефектов определяется конкретными алгоритмами.



а – точечный шум



б – дефект сжатия jpg

Рисунок 6 – Типы дефектов изображений

6.3 Формат наименования файлов

При загрузке отдельных изображений желательно, а при пакетной обработке обязательно названия входящих файлов должны быть представлены в определенном формате. Это позволяет программе автоматически определять используемый масштаб и другие параметры.

Формат наименования файла должен быть представлен в виде:

[batch-][id]x[zoom][-num][_mod].[ext]

| | |
|---------|--|
| [batch] | необязательный параметр, наименование партии |
| [id] | обязательный параметр, идентификатор микроскопа |
| [zoom] | обязательный параметр, увеличение съемки |
| [num] | необязательный параметр, порядковый номер снимка |
| [mod] | необязательный параметр, модификации изображения |
| [ext] | обязательный параметр, формат файла |

Примечание: Символы разметки вне скобок должны быть обязательно включены в наименование файла; символы разметки, включенные в скобки, должны быть представлены, если представлен параметр.

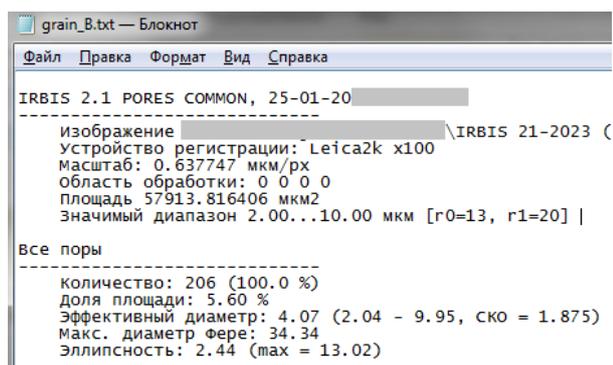
Примеры правильного наименования файлов

t10-Lx50-352.jpg; pores-TMx3000_V.bmp; Px100.png

7 Выходные данные

Выходными данными в результате работы алгоритмов обработки являются изображения и файлы отчетов. Содержимое выходных файлов зависит от разработчика алгоритмов. Чаще всего выходные изображения

содержат исходные данные с наложенными границами обработанных объектов и некоторой технической информацией. Файлы отчетов содержат заголовки с указанием текущей версии программного обеспечения, описанием режима проведения измерений, и непосредственно результатами измерений. Выходные данные передаются оператором программы инженеру-исследователю для дальнейшей обработки.



```
grain_B.txt — Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
-----
IRBIS 2.1 PORES COMMON, 25-01-20
-----
Изображение \IRBIS 21-2023 (
Устройство регистрации: Leica2k x100
Масштаб: 0.637747 мкм/px
Область обработки: 0 0 0 0
Площадь: 57913.816406 мкм2
Значимый диапазон 2.00...10.00 мкм [r0=13, r1=20] |
-----
Все поры
-----
Количество: 206 (100.0 %)
Доля площади: 5.60 %
Эффективный диаметр: 4.07 (2.04 - 9.95, ско = 1.875)
Макс. диаметр фере: 34.34
Эллипсность: 2.44 (max = 13.02)
```

Рисунок 7 – Примерный вид файла отчета

8 Описание встроенных алгоритмов

ПО IRBIS 2 содержит несколько важных алгоритмов для получения информации о микроструктуре уран-оксидного топлива. Во многих случаях использование этих алгоритмов без изменений может быть расширено на другие виды материалов.

UO2: Измерение зерен по сетке

Алгоритм предназначен для измерения параметров зеренной структуры, представленной на изображениях, полученных в различных условиях. Размер зерна контролируется при производственном контроле за технологией производства топлива и служит для обоснования заявленных характеристик. Алгоритм используется при экспертных оценках размера зерна и верификации методик и программного обеспечения для его оценки.

На входе использует предварительно подготовленные изображения с обрисованными границами зерен. На выходе выдает файл отчета и гистограмму распределения зерен по размеру. Контролируемыми параметрами являются: эффективный диаметр зерна, средний эффективный

диаметр зерна, максимальный диаметр Фере, и распределение зерен по размеру.

UO2: Пористость

Алгоритм предназначен для исследований всех видов пористости в диапазоне 0,1-100,0 мкм (включая субмикронные поры) как на отдельных изображениях, так и при пакетной обработке. Алгоритм оптимизирован для работы с изображениями, полученными в различных условиях, с большой скоростью и высокой точностью. Основным определяемым параметром является «концентрация пор», численно равная количеству пор данного размера на единицу площади. С помощью этого параметра возможно сравнение пористости на изображениях, полученных в различных условиях. Концентрация пор может быть пересчитана в объемную долю пор.

На входе использует изображения микроструктуры, полученные как на оптических, так и электронных сканирующих микроскопах (СЭМ, детектор BSE). На выходе выдает файл отчета; изображение, с помеченными границами пор; гистограмму распределения пор по размерам в актуальном диапазоне. Актуальный диапазон рассчитывается автоматически. Алгоритм обеспечивает выполнение МВИ 323.000.815.

UO2: Пористость сводная

Алгоритм предназначен для сборки и интегральной оценки измерений пористой структуры на отдельных изображениях в диапазоне 0,1-100,0 мкм (включая субмикронные поры). Алгоритм дополнен модулем преобразования двумерного распределения пор по поверхности в трехмерное распределение по объему. Параметры пористости влияют на стабильность геометрических размеров топливных таблеток под облучением. Эта величина, при расчетах проектных аварий влияет на оценки температуры топлива, запасенной энергии в активной зоне и, как следствие, максимальной температуры оболочки в аварии с потерей теплоносителя. Для расчета необходимы данные по распределению пор по объему топливной таблетки.

На входе использует файлы отчетов, полученные алгоритмом «Пористость». На выходе выдает файл отчета; гистограмму распределения пор по размерам в диапазоне 0,1-100,0 мкм. Алгоритм обеспечивает выполнение МВИ 323.000.815.

9 Описание внешних файлов

9.1 Файл конфигурации

Файл конфигурации является обязательным для работоспособности программы. Файл конфигурации «project.cfg» содержит переменные данные программы, которые могут изменяться во время выполнения. В качестве таких данных выступают: набор масштабов, текущий масштаб и увеличение микроскопа. Обычно данные устанавливаются во время выполнения программы, но могут быть установлены и вручную. Ниже приведен формат примера основных параметров.

| | |
|--|--|
| CURRENTSCALE 3 | Устанавливает текущий порядковый номер масштаба 3 |
| CURRENTZOOM 100 | Устанавливает текущее увеличение микроскопа 100x |
| SCALE "Name" "Id" 123.4 "mkm" 0 0 0 0 | Создает масштаб для микроскопа Name, идентификатора Id, масштабным коэффициентом 123.4, единицами измерения mkm, и отступом актуальной области от границ изображения (0, 0, 0, 0) в порядке (слева, сверху, справа, снизу) |

Примечание – все элементы параметра обязательны, разделитель - пробел.

9.2 Файлы эффектов

Файлы эффектов являются обязательными для работоспособности программы. Файлы эффектов расположены в каталоге «effects». Файлы эффектов содержат часть методов обработки изображений, позволяющих параллельное программирование, когда каждый пиксель изображения обрабатывается отдельным потоком видеопроцессора, что позволяет на порядки снижать время обработки. Файлы представляют собой набор инструкций для видеопроцессора (шейдеры). Инструкции могут быть записаны как в текстовом виде на высокоуровневом языке, так и предварительно откомпилированы. Использование шейдеров требует аппаратной поддержки видеопроцессора.