



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Физическое и прикладное материаловедение»

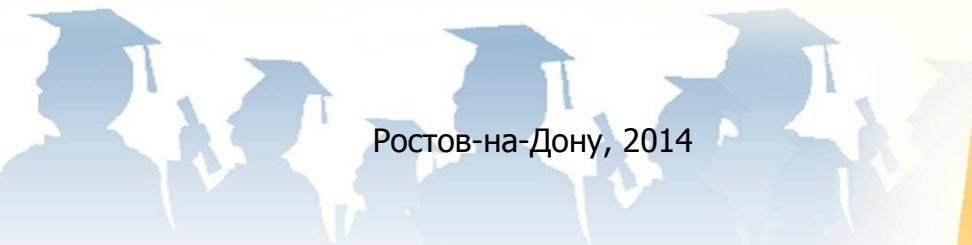
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

«Стетеологический анализ»

Автор
Домбровский Ю.М.

Ростов-на-Дону, 2014





Аннотация

Для бакалавров направления подготовки
150100 "Материаловедение и технологии материалов"

Автор

д.т.н., профессор Домбровский Ю.М.





Оглавление

Обучение работе с компьютерными программами для стереометрического анализа	4
Рекомендуемый библиографический список	16



ОБУЧЕНИЕ РАБОТЕ С КОМПЬЮТЕРНЫМИ ПРОГРАММАМИ ДЛЯ СТЕРЕОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

1. Цель работы: ознакомиться с возможностями и освоить основные приёмы работы с компьютерными программами обработки изображений для стереометрического анализа на примере программы КОИ-1, а также выполнить с её помощью количественный анализ зёрненной структуры стали или сплава.

2. Введение: Металлические материалы имеют зёрненное строение, геометрические пространственные параметры которого определяют подавляющее большинство их механических и физических свойств, а также особенности протекания структурно-фазовых превращений, формирующих эти свойства. Одной из важнейших задач стереометрической металлографии является строго количественная оценка таких параметров зёрненной структуры, как средний размер зерна и статистические характеристики его однородности - дисперсия и коэффициент вариации, объёмная доля фаз или структурных составляющих в многофазных сплавах. Все параметры зёрненной структуры металлов это статистические величины не только по причине собственной неоднородности, но и вследствие ошибок результатов измерений. Для достоверного определения среднего размера зерна приходится выполнять огромное количество измерений на изображении структуры металла, а затем строить гистограммы распределения количеств зёрен по размерным группам. Это весьма трудоёмкие, длительные и утомительные операции.

В середине прошлого века был сделан существенный шаг в направлении автоматизации количественного микроанализа строения материалов – появление телевизионных сканирующих устройств. В конце 20-го века в связи с бурным развитием компьютерной техники появились специальные программы, работающие с изображением металлографических структур, полученным с помощью цифровых фотокамер. Данная работа знакомит с одной из таких программ компьютерной обработки изображений КОИ-1.

3. Описание работы с программой КОИ-1

3.1 Выбор изображения

Первым шагом при расчете параметров исследуемой структуры является выбор файла с её изображением. Для этого необходимо запустить программу и в главном окне выбрать меню



Стереологический анализ

Файл->Открыть изображение (или нажать клавиши Ctrl+O).

В появившемся окне выбрать сначала каталог, в котором расположен нужный файл, затем выбрать и сам файл изображения и нажать кнопку "Открыть". Программа работает с файлами изображений с расширением *.bmp, поэтому перед открытием файла, если нужно, преобразовать его в этот формат и только затем открыть. В результате изображение должно появиться в области с надписью "Исследуемое изображение" главного окна



программы КОИ - 1.

Рис.1 Окно редактора изображения.

3.2 *Корректировка изображения*

Иногда исследуемое изображение нуждается в корректировке уровня яркости и контрастности, а также переводе в чёрно-белое изображение с оттенками серого (этого требует программа). Такие возможности в программе КОИ-1 предусмотрены.

Для корректировки изображения нажмите кнопку "Фотокоррекция" в нижней части окна программы и появится окно "Редактор изображений" (рис.1). Для преобразования изображения в чёрно-белый режим установите галочку "256 оттенков серого".

Изменение уровней яркости и контрастности осуществляется передвиганием бегунков на полосах прокрутки "Уровень яркости" и "Уровень контрастности". Добившись передвиганием бегунков желаемого результата, следует нажать кнопку "Ok". Для отмены изменений служит кнопка "Отмена".



3.3 Выбор уровня яркости фаз

В цифровом виде исследуемое изображение представлено в виде большого количества точек – пикселей, которые по цвету закодированы цифрами от 0 (черный цвет) до 255 (белый).

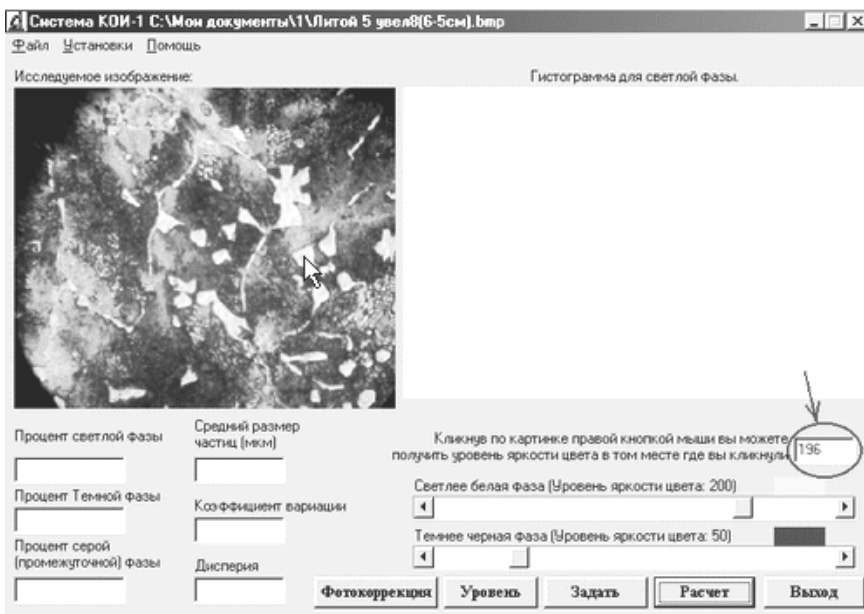


Рис.2 Главное окно программы КОИ-1

Для автоматической работы программе необходимо задать коды яркостей исследуемых фаз (верхний уровень для темной фазы и нижний уровень для светлой).

Определение уровня яркости в программе реализовано тремя разными методами: точечным, визуальным и графическим.

3.3.1 Точечный метод

При точечном методе уровень яркости определяется в нескольких точках на различных частицах одной и той же фазы нажатием правой кнопки мыши. Максимальный (для темной фазы) или минимальный (для светлой фазы) уровни будут определяющими для расчета и их выставляют с помощью полос прокрутки в окне программы.



Стереологический анализ

Верхняя полоса прокрутки используется для определения минимального значения яркости светлой фазы, а нижняя - для максимального значения яркости темной фазы.

Щелкнув правой кнопкой мыши по наименьшему значению яркости светлой фазы на изображении структуры, в выделенном стрелкой окошке (рис.2) индицируется значение уровня яркости для этой фазы.

С помощью бегунка на полосе прокрутки для светлой фазы выставляют это значение. Для темной фазы нужно проделать такую же операцию.

В случае, если система двухфазна, то значения для темной и светлой фазы нужно выставить на одном уровне, чтобы не было пропуска частиц светлой или темной фаз (и чтобы не учитывалась третья - серая фаза).

3.3.2 Визуальный метод

При определении уровня сигнала фазы визуальным методом необходимо нажать кнопку "Уровень", после чего должно появиться окно "Определение уровня яркости" (рис.3). Изменение положения бегунков подсветки вызывает перекодировку цвета фаз и они меняют цвет.



Рис.3 Окно редактора уровня яркости

Визуальный контроль ведется сравнением картинок "Исходное изображение" и "Изображение с подсвеченными фазами". То, что закрасится красным (для светлой фазы) или зеленым (для темной фазы) будет учтено в расчёте. При построении гистограм-



Стереологический анализ

мы этот метод хорош тем, что разделение по яркости изображения на светлую и темную фазу, происходит более корректно, так как фазу с промежуточной яркостью (серую) всегда можно отнести к одной из них. Чтобы перенести эти установки (значения уровней сигнала) в главное окно программы, нажимают кнопку "Применить". Нажатие кнопки "Отмена" означает выход в главное окно программы без переноса установок.

3.3.3 Графический метод

При этом методе уровень яркости фаз определяется из графической зависимости количества фазы от уровня яркости. Для получения этой зависимости необходимо в главном окне программы убрать галочку в меню "Установки->Гистограмма" и нажать кнопку "Расчет".

Полученная графическая зависимость представляет собой интегральную характеристику количества фаз во всем интервале уровней яркости (от 0 до 255).

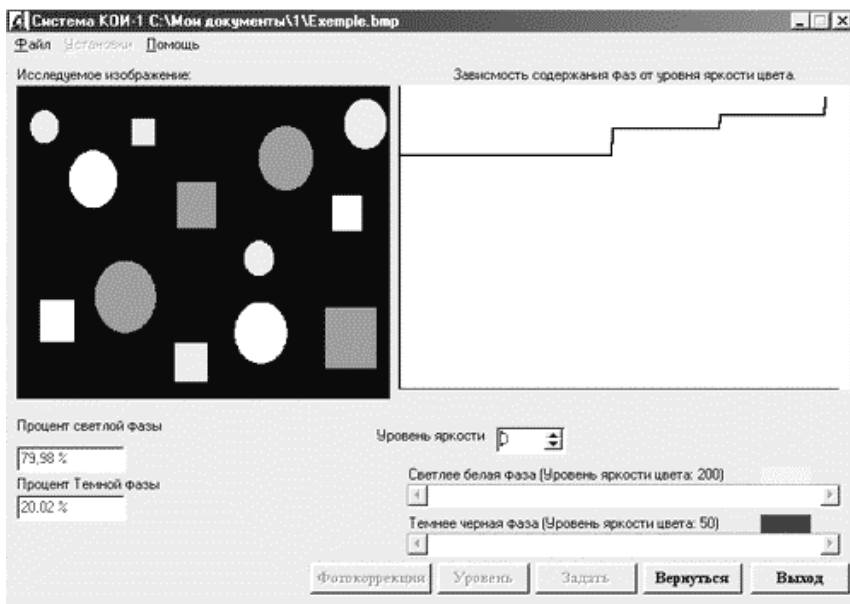


Рис. 4 Зависимость содержания фаз от их яркости для модельной структуры

Так, если черная фаза имеет уровень яркости 0, а серая 50 и выше, то графическая зависимость имеет вид прямой линии

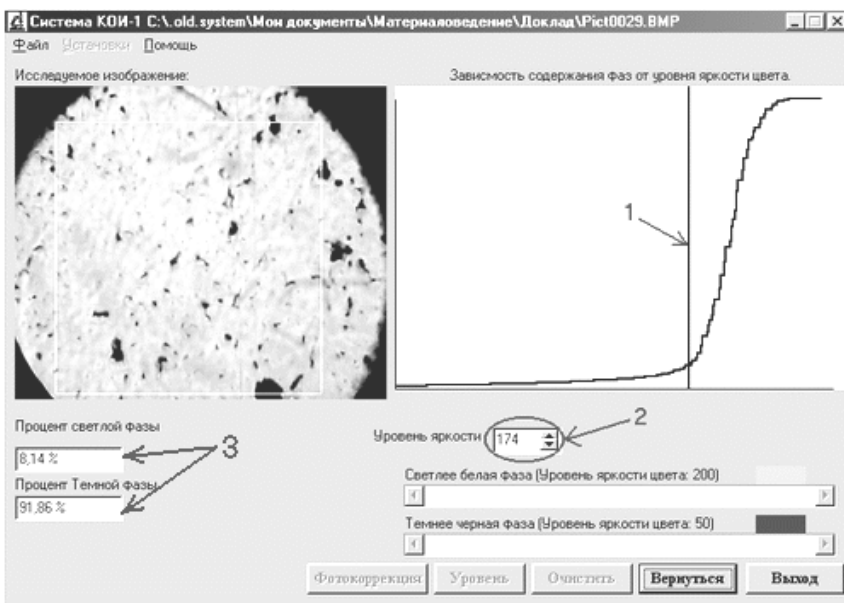


Стереологический анализ

до значения 50 по абсциссе, а значение по ординате соответствует количеству черной фазы и т.д.

Например, для модельной (рисованной) трёхфазной структуры, зависимость имеет вид ступенчатой кривой (рис. 4). Каждая ступень на графике означает переход от одной фазы к другой.

Для реальных структур эта зависимость имеет такой же характер, но на углах появляются закругления и наклон ступеней (рис.5). Радиус закруглений зависит от ширины переходной зоны для фаз с различной яркостью, а наклон вызван наличием интервала яркости данной фазы. В рассматриваемом случае двухфазная структура состоит из небольшого количества темной фазы и



матрицы серого цвета.

Рис.5 Зависимость содержания фаз от их яркости в реальной структуре

Верхний уровень яркости для темной фазы и нижний уровень для матрицы определяется величиной уровня яркости соответствующей середине первой кривой сопряжения (указатель 1 на рис. 5). Определить данный уровень можно, перемещая полосу на графике (указатель 1 на рис. 5) после нажатия левой кнопки мыши или изменяя значение кнопки прокрутки (указатель 2 на



рис. 5). При этом будет изменяться процент светлой и темной фаз в левой нижней части окна программы в поле вывода (указатель 3 на рис. 5), соответствующий данному уровню сигнала. Возврат в обычный режим осуществляется кнопкой "Вернуться". Определив уровень сигнала, следует выставить его значение в главном окне программы с помощью полос прокрутки.

Для двухфазной структуры установленные уровни яркости не должны отличаться более чем на одну единицу.

3.4 Задание коэффициента преобразования (увеличения)

Построение гистограммы распределения фаз по размерам требует ввести коэффициент преобразования (увеличения). Для этого, во-первых, необходимо выбрать меню "Установки - > Коэффициент преобразования системы" для появления диалогового окна "Задание коэффициента преобразования" (рис.6). Затем, в появившееся поле (напротив надписи "Введите значение коэффициента"), ввести значение коэффициента для перевода единиц измерения из пикселей в микрометры (размерность коэффициента – пиксел /мкм), либо выбрать строку с нужным коэффициентом из поля "Выбрать значение из базы данных" и нажать кнопку "Применить".

В случае добавления значения коэффициента в базу данных программы, надо нажать кнопку "Сохранить значение" (в поле коэффициента должно быть введено значение коэффициента) и после появления диалогового окна с запросом текста комментария, ввести в него текст, например, "увеличение 400" и нажать кнопку "Ок".

Для удаления какого-либо значения коэффициента из базы данных необходимо выбрать его из списка и нажать кнопку "Удалить".

Для изменения коэффициента или комментария к нему необходимо выбрать значение коэффициента из списка, нажать кнопку "Изменить" и ввести новое значение или комментарий.

3.4.1 Определение коэффициента преобразования (увеличения)

Для определения коэффициента преобразования рекомендуется сделать фотоснимок с изображением объект-микрометра при том же увеличении, что и при съемке реального цифрового изображения анализируемой структуры. Затем выбрать меню "Установки - > Коэффициент преобразования системы" и в появив-



Стереологический анализ

шемся окне "Задание коэффициента преобразования" (см. рис.6) нажать кнопку "Определить". Появится новое окно (рис.7).

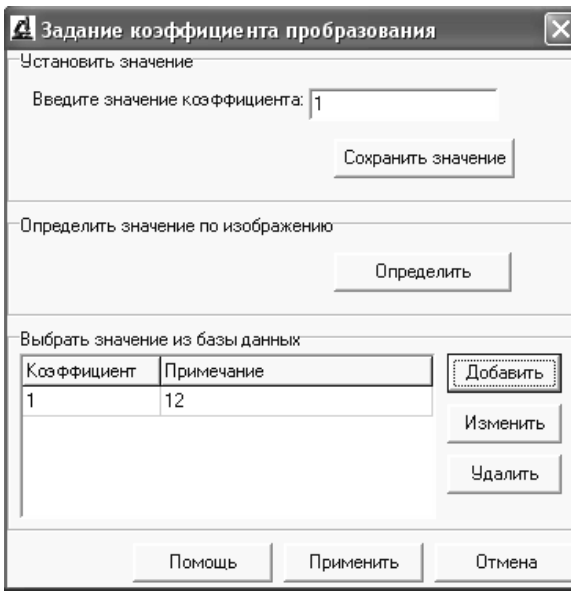


Рис.6 Задание коэффициента преобразования

После нажатия кнопки "Открыть" в появившемся диалоговом окне найти файл с фотографией объект-микрометра, отснятый ранее и его изображение появится в окне формы. Нажать левую или правую кнопку мыши на одном делении изображения объект-микрометра и, не отпуская ее, провести линию до другого деления линейки и отпустить кнопку мыши. Реальная длина появившейся линии определяется путём умножения числа делений, охваченных проведенной линией, на цену деления объект-микрометра (обычно 10мкм, реже - 5 мкм).

В заключение диалога следует ввести в поле ввода длину проведенной линии в микрометрах и нажать кнопку "Применить". Значение коэффициента должно появиться в поле ввода (напротив надписи "Введите значение коэффициента") окна "Задание коэффициента преобразования".



Стереологический анализ

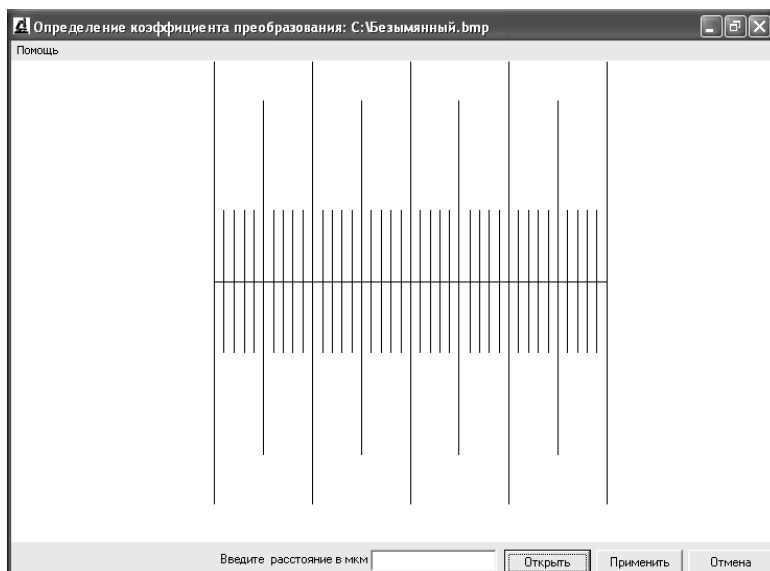


Рис.7 Окно определения коэффициента преобразования

3.5 Выбор участка изображения для расчета

Обычно требуется произвести расчет не всего изображения, а лишь его части. Для этого после нажатия кнопки "Задать" в главном окне программы при нажатой левой кнопке мыши следует провести её указатель из одного угла изображения в другой и кнопку мыши отпустить. На изображении должен появиться прямоугольник желтого цвета, в пределах которого будет производиться расчет, а текст кнопки "Задать" сменится на "Очистить". Убрать жёлтую рамку с изображения можно нажатием кнопки "Очистить".

3.6 Расчет

После выполнения вышеуказанных действий по настройке изображения можно приступить к построению гистограммы. Для построения гистограммы и получения расчетных данных в главном окне программы необходимо выполнить следующее.

Установить галочку в меню "Установки->Гистограмма" и в зависимости от того, по какой фазе будет строиться гистограмма, поставить галочку в меню "Установки->Гистограмма для светлой (либо тёмной) фазы", задать коэффициент преобразования и на-



Стереологический анализ

жать кнопку "Расчет".

В верхнем правом углу программы появится график, иллюстрирующий распределение размеров зерен в 10-ти размерных интервалах, называемый "Гистограммой" (рис.8). Программа сама разбивает диапазон от максимального до минимального размера зерна на десять интервалов и выводит их размеры (в мкм), начиная с первого. Число зерен, попавших в данный интервал, указывается в поле «Количество частиц в интервале».

Для перехода к следующему интервалу нужно нажать кнопки «вверх» или «вниз», при этом изменится и число частиц.

Программа выводит в расчетные поля такие показатели как: процентное содержание светлой, темной (при наличии и серой фаз); средний размер зерен; коэффициент вариации и дисперсию.

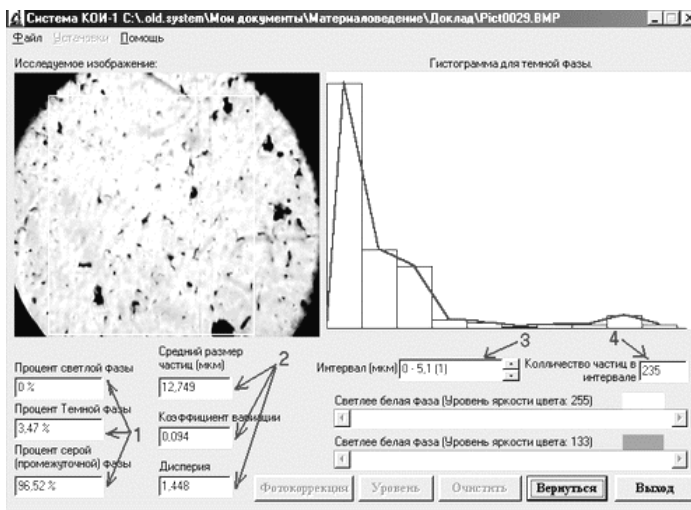


Рис.8 Главное окно программы с результатами расчёта



Выбрав меню "Структура->Пространственные характеристики структуры", можно построить гистограмму и выполнить расчёт показателей для реконструированной пространственной структуры.

3.7 Сохранение полученных данных

В программе КОИ-1 предусмотрено сохранение гистограммы (в формате bmp или jpg) и расчетных данных (в формате Excel или Text).

Для этого надо выбрать меню "Файл->Сохранить график" (или нажать клавишу F2). В появившемся окне выбрать путь сохранения нового файла, его имя и расширение и затем нажать кнопку "Сохранить".

Для сохранения расчета выбрать меню "Файл->Сохранить данные" (или нажать клавишу F3). В появившемся окне выбрать путь сохранения нового файла, его имя и расширение (файл Excel или текстовый файл) и затем нажать кнопку "Сохранить".

4. Порядок выполнения работы

1. Изучить приёмы работы с программой КОИ-1.
2. Ввести цифровое изображение микроструктуры сплава, заданное преподавателем, в главное окно программы КОИ-1.
3. Сделать необходимые корректировки яркости и контрастности изображения каждым из трёх предусмотренных программой методов и сравнить их результаты.
4. С помощью изображения объект-микрометра произвести определение коэффициента преобразования (увеличения) исследуемой микроструктуры сплава.
5. Произвести выбор участка изображения для расчёта.
6. Выполнить расчёт геометрических параметров микроструктуры сплава и сохранить результаты расчёта и изображение гистограммы.
7. Проанализировать полученные результаты расчёта геометрических параметров микроструктуры сплава.
8. Используя полученное значение среднего размера зерна, рассчитать среднюю площадь зерна (условно считая его сферическим) и вычислить балл М зёрненной структуры согласно ГОСТ 5639 по следующей формуле:

$$M = \left(500 + 8 \cdot \lg 2 - \lg \bar{F} \right) \lg 2,$$

где \bar{F} - площадь среднего зерна исследуемой структу-



ры, мкм^2 .

9. С помощью программы КОИ-1 произвести расчёт параметров для реконструированной пространственной структуры исследуемого сплава.

5. Содержание отчёта: цель работы; краткие сведения об автоматическом количественном микроанализе; перечень и цель основных операций с анализируемым цифровым изображением структуры в программе КОИ-1; результаты расчёта геометрических параметров анализируемой структуры и их обсуждение; расчёт балла зерна анализируемой структуры по ГОСТ 5639; общие выводы по работе.



Рекомендуемый библиографический список

1. Салтыков С. А. Стереометрическая металлография.- М.: Металлургия, 1970.376с.
2. Салтыков С. А. Стереометрическая металлография.- М.: Металлургия, 1976.272с.
3. Чернявский К.С. Стереология в металловедении М.: Металлургия, 1977,230 с.
- 4.Штремель М.А., Карабасова Л.В., Сатдарова Ф.Ф. Прочно-стьсплавов. Лабораторный практикум. М.: МИСиС.-1982.- 110 с.
5. Домбровский Ю.М. Стереология: Учеб. пособие. - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2002.-102с.
- 6.Пустовойт В.Н., Блиновский В.А. Анализ зёрненной структуры металлов и сплавов: Методические указания/ДГТУ, Ростов н/Д. 2001.10 с.