



Санкт-Петербургский государственный университет

# Подготовка и обработка изображений лекарственных препаратов методами фильтрации и фрактального анализа

Лямин Владимир Андреевич

**Научный руководитель:**

к. ф.-м. н., доцент Соловьев И. П.

Санкт-Петербург  
2023

# Постановка задачи

**Цель** работы – это подготовка и обработка изображений лекарственных препаратов методами фильтрации и фрактального анализа

**Задачи:**

- 1 Получить изображения кристаллов
- 2 Изучить различные методы фрактального анализа
- 3 Реализовать этапы преобразований изображений для применения методов фрактального анализа и визуальной оценки
- 4 Реализовать несколько методов фрактального анализа
- 5 Экспериментальным путем подобрать и реализовать один из методов фильтрации изображения
- 6 Исследовать полученные результаты

# Получение изображений

- Изображения снимались в клинике "Поливет Юго-Запад"
- Микроскоп МИКМЕД-6 по ТУ-9443-168-07502348-2005
- Температура образования кристаллических структур около 20°C

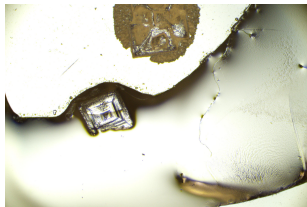


Рис. 1: Образец 5\_1

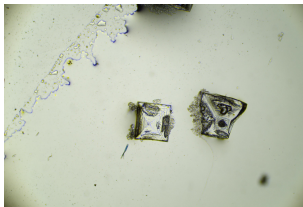


Рис. 2: Образец 6\_1



Рис. 3: Образец 6\_2

# Этапы подготовки изображения к исследованию методами фрактального анализа

Подготовка изображения может быть разделена на следующие этапы:

- Поиск подходящих кристаллов для тестирования
- Поворот кристалла на некоторый угол
- Выравнивание размеров изображений по наименьшему
- Преобразование изображения из цветного в монохромное

## Пример кристалла для исследования

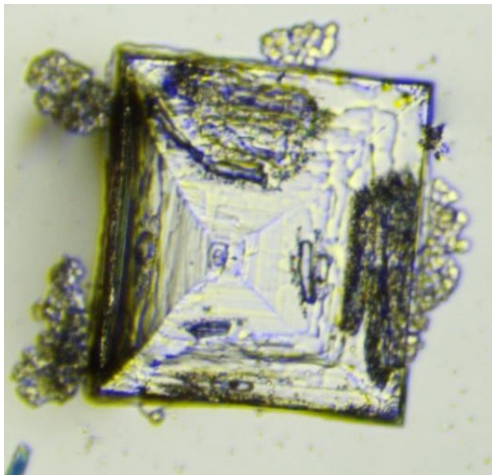


Рис. 4: Пример кристалла для исследования методами фрактального анализа

# Поворот изображения

Поворот изображения осуществляется с помощью данных формул:

$$\begin{cases} x1 = x0 + (x - x0) * \cos(\phi) - (y - y0) * \sin(\phi) \\ y1 = x0 + (x - x0) * \sin(\phi) - (y - y0) * \cos(\phi) \end{cases}$$

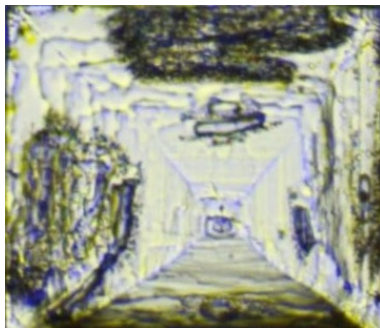


Рис. 5: Повернутое изображение кристалла

## Конечное изображение для исследования



Рис. 6: Преобразованное изображение из цветного в монохромное

В ходе работы были рассмотрены следующие методы фрактального анализа:

- 1 Спектр обобщенных размерностей Реньи
- 2 Размерность Минковского



# Спектр обобщенных размерностей Реньи

Спектр обобщенных размерностей Реньи можно определить, с помощью формулы:

$$D_q = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{1}{q-1} \frac{\ln S(q, \epsilon)}{\ln \epsilon}, S(q, \epsilon) = \sum_{i=0}^{N(\epsilon)} p_i^q(\epsilon), q \in R$$

Частные случаи:

- $q = 0$  – емкостная размерность
- $q = 1$  – информационная размерность
- $q = 2$  – корреляционная размерность

# Спектр обобщенных размерностей Реньи при $q = 1$

При  $q = 1$  необходимо применить правило Лопиталя:

$$\begin{aligned} D_q &= \lim_{\epsilon \rightarrow 0, q \rightarrow 1} \frac{1}{q-1} \frac{\ln S(q, \epsilon)}{\ln \epsilon} = \lim_{\epsilon \rightarrow 0, q \rightarrow 1} \frac{\ln S(q, \epsilon) * \frac{1}{\ln \epsilon}}{q-1} = \\ \lim_{\epsilon \rightarrow 0, q \rightarrow 1} \frac{(\ln \sum_{i=0}^{N(\epsilon)} p_i^q(\epsilon) * \frac{1}{\ln \epsilon})'}{(q-1)'} &= \lim_{\epsilon \rightarrow 0, q \rightarrow 1} \frac{\frac{1}{\sum_{i=0}^{N(\epsilon)} p_i^q} * \sum_{i=0}^{N(\epsilon)} p_i^q * \ln p_i \frac{1}{\ln \epsilon}}{1} = \\ \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{\sum_{i=0}^{N(\epsilon)} p_i * \ln p_i}{\ln \epsilon} & \end{aligned}$$

- Построим два покрытия поверхности изображения:

$$\begin{cases} u_{\delta}(i, j) = \max\{u_{\delta-1}(i, j) + 1, \max_{|(m, n) - (i, j)| \leq 1} u_{\delta-1}(m, n)\} \\ b_{\delta}(i, j) = \min\{u_{\delta-1}(i, j) - 1, \min_{|(m, n) - (i, j)| \leq 1} u_{\delta-1}(m, n)\} \\ u_0(i, j) = b_0(i, j) = X_{ij} \end{cases}$$

- Вычислим  $n$ -мерный объем  $F_{\delta}$ :  $Vol(F_{\delta}) = \sum_{i,j} (u_{\delta}(i, j) - b_{\delta}(i, j))$
- Площадь поверхности высчитывалась при помощи следующей формулы:  $A_{\delta} = \frac{Vol_{\delta} - Vol_{\delta-1}}{2}$

# Подготовленные изображения для исследования

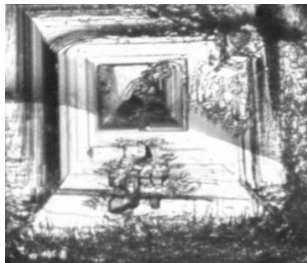


Рис. 7: Образец 5\_1



Рис. 8: Образец 6\_1

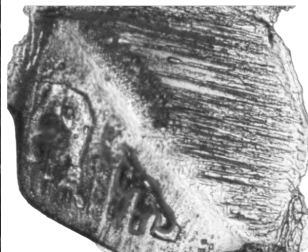


Рис. 9: Образец 6\_2

## Подготовленный кристалл контрольного образца

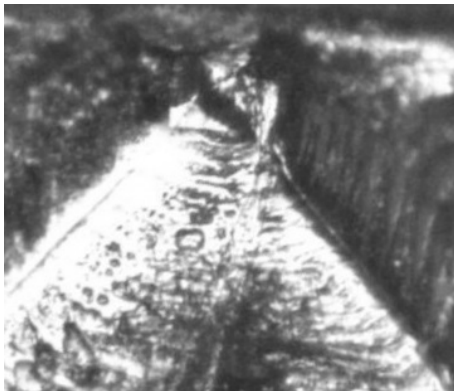


Рис. 10: Контрольный кристалл

# Результаты методов фрактального анализа

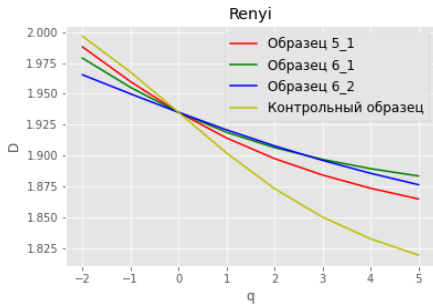


Рис. 11: Метод Реньи

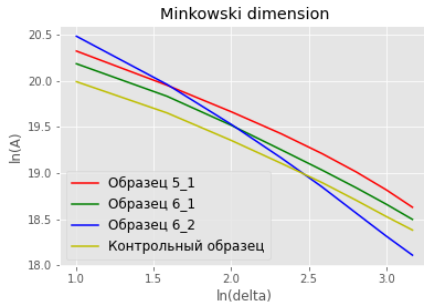


Рис. 12: Метод Минковского

В ходе проведения исследования рассмотрены следующие виды фильтрации:

- Глобальная эквализация
- Локальная эквализация
- Оператор Лапласа

# Оператор Лапласа

- Является изотропным оператором
- Повышает резкость изображения

1	1	1
1	-8	1
1	1	1

Рис. 13: Маска фильтра



# Полученные изображения после применения оператора Лапласа

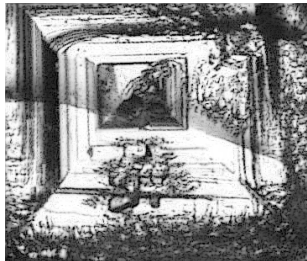


Рис. 14: Образец 5\_1



Рис. 15: Образец 6\_1



Рис. 16: Образец 6\_2

# Результаты методов фрактального анализа после применения оператора Лапласа

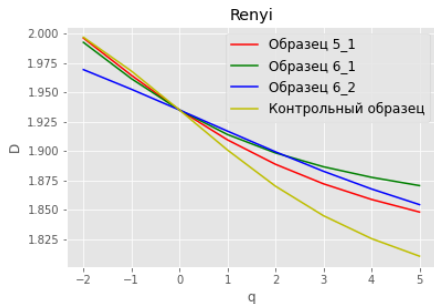


Рис. 17: Метод Реньи

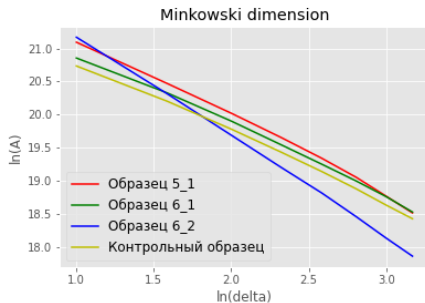


Рис. 18: Метод Минковского

Реализовано в рамках весеннего семестра:

- 1 Получены изображения кристаллов
- 2 Изучены различные методы фрактального анализа
- 3 Реализованы этапы преобразований изображений для методов фрактального анализа
- 4 Реализованы два метода фрактального анализа
- 5 Проведены эксперименты с повышением резкости изображения при помощи оператора Лапласа
- 6 Исследованы полученные результаты