

# Групповой проект “Неравновесная агрегация, фракталы”

Результаты проекта

---

Беличева Д. М., Демидова Е. А., Смирнов-Мальцев Е. Д., Сунгурова М. М.

28 марта 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

Студенты группы НКНбд-01-21:

- Беличева Дарья Михайловна
- Демидова Екатерина Алексеевна
- Сунгурова Мариян Мухсиновна
- Смирнов-Мальцев Егор Дмитриевич

## Вводная часть

---

Существуют разнообразные физические процессы, основная черта которых — неравновесная агрегация:

- образование частиц сажи
- выращивание кристаллов соли
- распространение воды в нефти

## Цель работы

Исследовать модель агрегации, ограниченной диффузией(DLA).

## Задачи

- Построить модель агрегации, ограниченной диффузией
- Найти размерность, получившихся кластеров
- Построить график зависимости числа частиц в кластере от радиуса гирации

- Модель DLA
- Фрактальная размерность
- График зависимости числа частиц в кластере от радиуса гирации

- Язык программирования Julia
  - Plots.jl
  - Random.jl
  - ColorSchemes.jl



## Теоретическое описание задачи

---

$$d = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \left( \frac{\ln(N(\epsilon))}{\ln(\frac{1}{\epsilon})} \right)$$

$$\ln(N(\epsilon)) = D \ln(R) + b,$$

где  $D$  – фрактальная размерность,  $N(\epsilon)$  – число частиц на расстоянии меньшем чем  $R$ ,  $R$  – радиус.

Агрегация, ограниченная диффузией (diffusion-limited aggregation, DLA) — первая модель агрегации, представляющая собой шумный рост, ограниченный диффузией.

## Практическая реализация

---

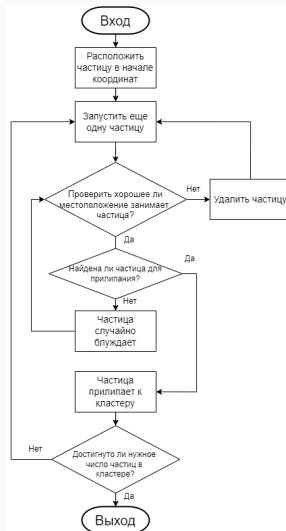


Рис. 1: Блок-схема алгоритма модели DLA

Обозначим  $v^u = (0, 1)$ ,  $v^d = (0, -1)$ ,  $v^r = (1, 0)$ ,  $v^l = (-1, 0)$  - шаг на 1 вверх, вниз, влево, вправо соответственно.

$\{S_n\}$  - ряд, описывающий случайное блуждание,  $* = u, d, r, l$ ,  $n$  - количество шагов

$$S_n = \sum_{i=1}^n v_i^*,$$

$$P(v_{i+1} = v_n^*) = \frac{1}{4}$$

## Результаты

---

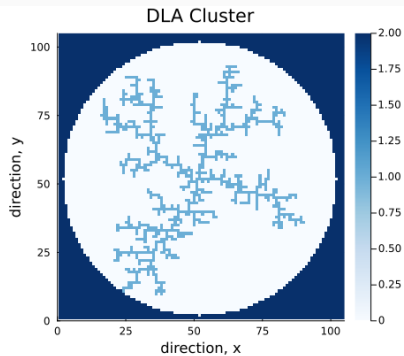


Рис. 2: DLA кластер

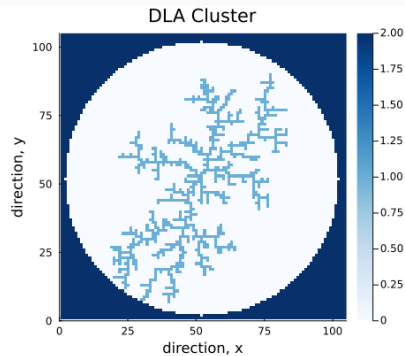


Рис. 3: DLA кластер



При построении 17 моделей с ограничением по радиусу от 130 до 290 получили  $D = 1.717$ .

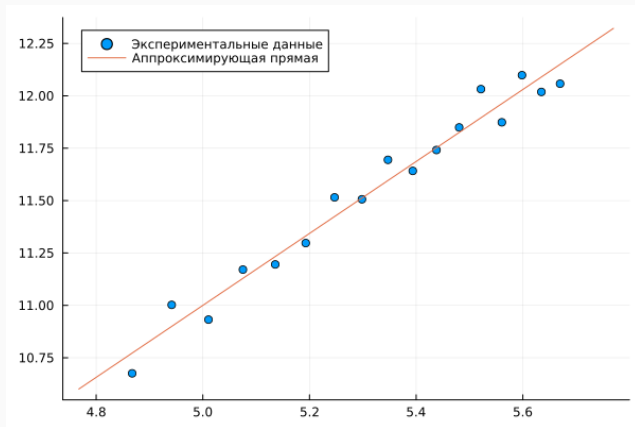


Рис. 4: График зависимости числа частиц в кластере от радиуса гирации

## Заключение

---

- Построена модель агрегации, ограниченной диффузией
- Найдена фрактальная размерность, получившихся кластеров
- Построен график зависимости числа частиц в кластере от радиуса гирации

1. Медведев Д.А. и др. Моделирование физических процессов и явлений на ПК: Учеб. пособие. Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2010. 101 с.
2. Sander L.M. Diffusion-limited aggregation: A kinetic critical phenomenon? Contemporary Physics, 2000.