#### Этап 1

Научная проблема проекта Неравновестная агрегация, фракталы

Беличева Д. М., — Демидова Е. А., — Смирнов-Мальцев Е. Д. — Сунгурова М. М., 29 февраля 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия



## Состав исследовательской команды

## Студенты группы НКНбд-01-21

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

## Вводная часть

#### Актуальность

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

- образование частиц сажи
- рост осадков при электрическом осаждении
- распространение воды в нефти

#### Объект и предмет исследования

- Модели неравновесной агрегации
- Фрактальная размерность
- График зависимости числа частиц в кластере от радиуса гирации

#### Цели и задачи

#### Цель работы

Построить модели неравновесной агрегации и выявить их особенности.

#### Задачи

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

Теоретическое описание задачи

## Фрактальная размерность

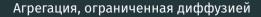
$$N(\epsilon) = -\frac{1}{\epsilon^d}$$
 
$$\ln N(\epsilon) = -\ln \frac{1}{\epsilon^d} = \ln \frac{1}{\epsilon}^d = d \ln \frac{1}{\epsilon}$$

## Фрактальная размерность

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

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

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.

## Агрегация, ограниченная диффузией

У получающегося кластера может быть много различных форм, преимущественно зависящих от трёх факторов:

- положение центра агрегации;
- начальное положение движущейся частицы;
- алгоритм моделирования движения.

## Агрегация, ограниченная химический реакцией

**Агрегация, ограниченная химический реакцией (reaction limited aggregation, RLA)** — модель агрегации, рассматривающая процессы, кинетика которых определяется химическим взаимодействием.

#### Баллистическая агрегация

**Баллистическая модель (Ballistic particle-cluster aggregation, BPCA)** — модель агрегации, в которой зародившаяся частица, двигается по прямой в случайно выбранном направлении до столкновения с частицей и последующей агрегацией.

## Кластер-кластерная агрегация

Кластер-кластерная агрегации, ограниченной диффузией (diffusion-limited cluster aggregation, DLCA) — модель агрегации, при которой располагется несколько начальных частиц.

# Заключение

#### Выводы

Во время выполнения первого этапа группового проекта мы сделали теоретическое описание моделей неравновесной агрегации и определили задачи дальнейшего исследования.

## Список литературы

- 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.
- 3. Тыртышников А.Ю. и др. Сравнение алгоритмов DLA и RLA при моделировании пористых структур. НИИ «Центрпрограммсистем», 2017. 244 с.