

# Гравитационная задача N тел

Вершинин Максим,	2 курс ФИТ НГУ
Лямин Артём,	2 курс ФИТ НГУ
Плешков Андрей,	2 курс ФИТ НГУ
Вайцель Никита,	1 курс ММФ НГУ

Руководитель: Щукин Георгий Анатольевич, н.с. ИВМиМГ СО РАН

# Введение

Моделирование взаимодействия тел по физическим законам является одним из приоритетных классов задач, позволяющих прогнозировать движения реальных тел и предсказывать астрономические события. Для многих таких задач не существует аналитического решения, но с появлением ЭВМ стало возможным проводить объемные расчеты с помощью различных численных методов.

# Гравитационная задача N тел

Даны местоположения, начальные скорости и массы N тел и необходимо смоделировать их движение с учетом их взаимного гравитационного взаимодействия.

# Цели и задачи

Цель: разработать распределенную систему, позволяющую проводить моделирование движения  $N$  тел под воздействием сил гравитации.

Задачи:

- Реализовать вычислительный модуль для расчета (симуляции) движения тел с учетом сил гравитационного взаимодействия
  - Исследовать разные алгоритмы расчета и их параллельные реализации
- Реализовать распределенный сервер для запуска расчетных модулей, с поддержкой множественных подключений и балансировкой нагрузки
  - Разработать протокол клиент-серверного взаимодействия и интерфейс для работы с сервером
- Реализовать клиент для взаимодействия с сервером и визуализации результатов расчета

# Методы расчета

# Метод Эйлера

$$V_{n+1} = V_n + a_n * \Delta t$$

$$X_{n+1} = X_n + V_n * \Delta t + \frac{a_n * \Delta t^2}{2}$$

## Метод Рунге-Кутты (1)

$$V_{n+1} = V_n + \frac{\Delta t}{6}(a_{k1} + 2a_{k2} + 2a_{k3} + a_{k4})$$

$$a_{k1} = a(X_n) = a_n$$

$$a_{k2} = a(X_n + \frac{\Delta t}{2}a_{k1})$$

$$a_{k3} = a(X_n + \frac{\Delta t}{2}a_{k2})$$

$$a_{k4} = a(X_n + \Delta t a_{k3})$$

## Метод Рунге-Кутты (2)

$$X_{n+1} = X_n + \frac{\Delta t}{6}(V_{k1} + 2V_{k2} + 2V_{k3} + V_{k4})$$

$$V_{k1} = V(X_n) = V_n$$

$$V_{k2} = V(X_n + \frac{\Delta t}{2}V_{k1}) = V_n + \frac{\Delta t}{2}a_{k1}$$

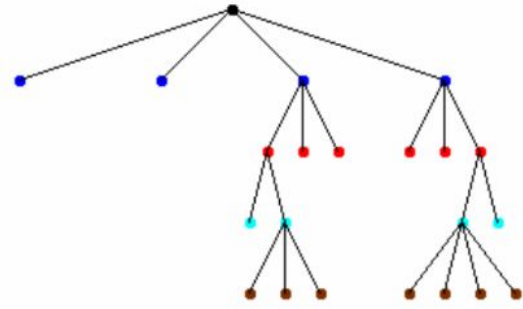
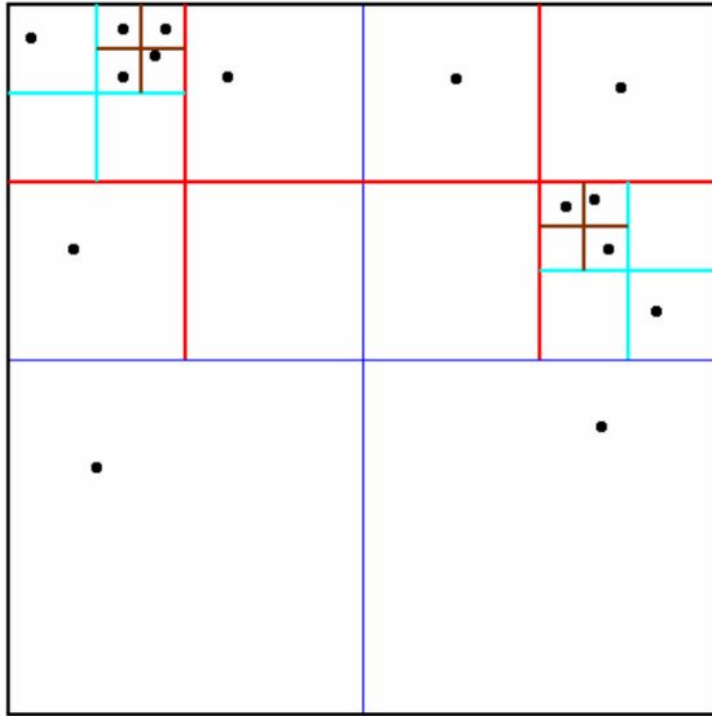
$$V_{k3} = V(X_n + \frac{\Delta t}{2}V_{k2}) = V_n + \frac{\Delta t}{2}a_{k2}$$

$$V_{k4} = V(X_n + \Delta tV_{k3}) = V_n + \Delta ta_{k3} \quad |$$

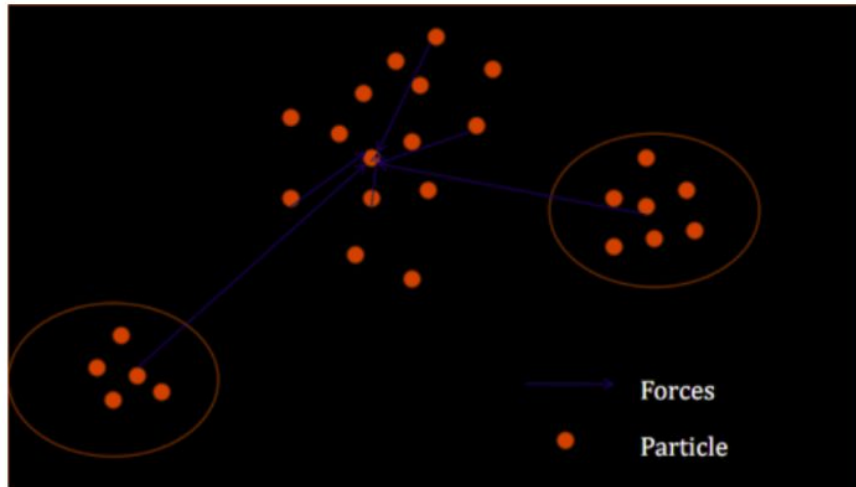
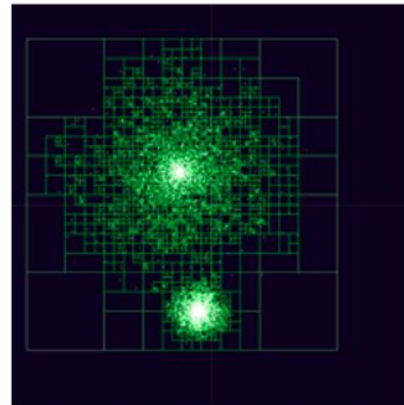
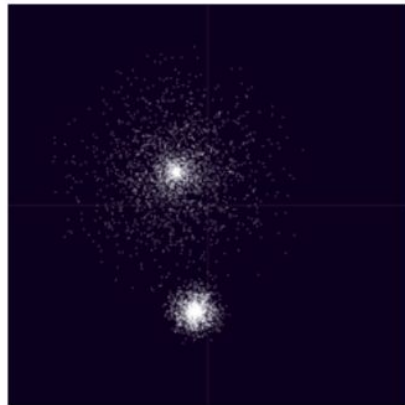


# Алгоритмы расчета

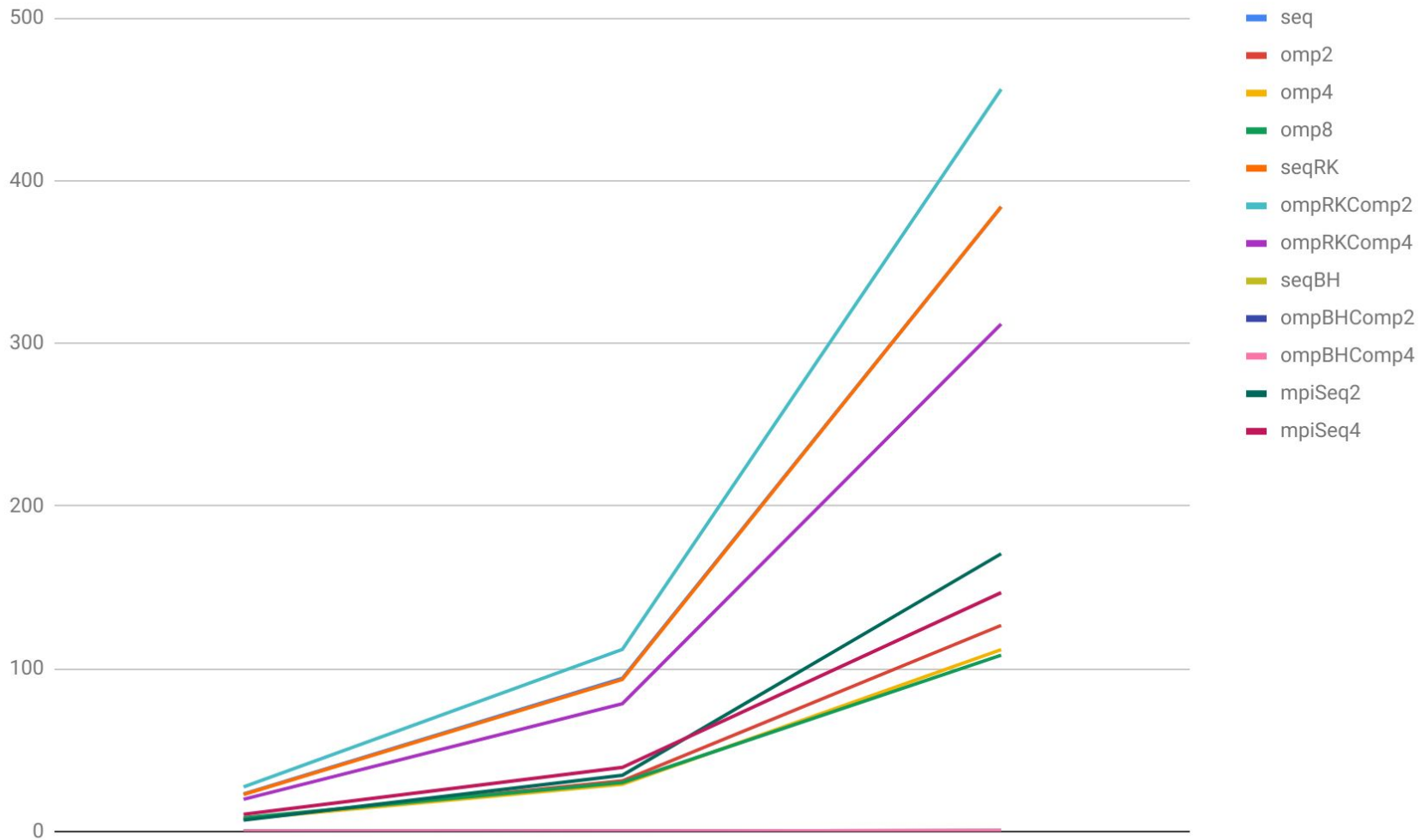
Тривиальный алгоритм



Алгоритм Барнса-Хата(1)

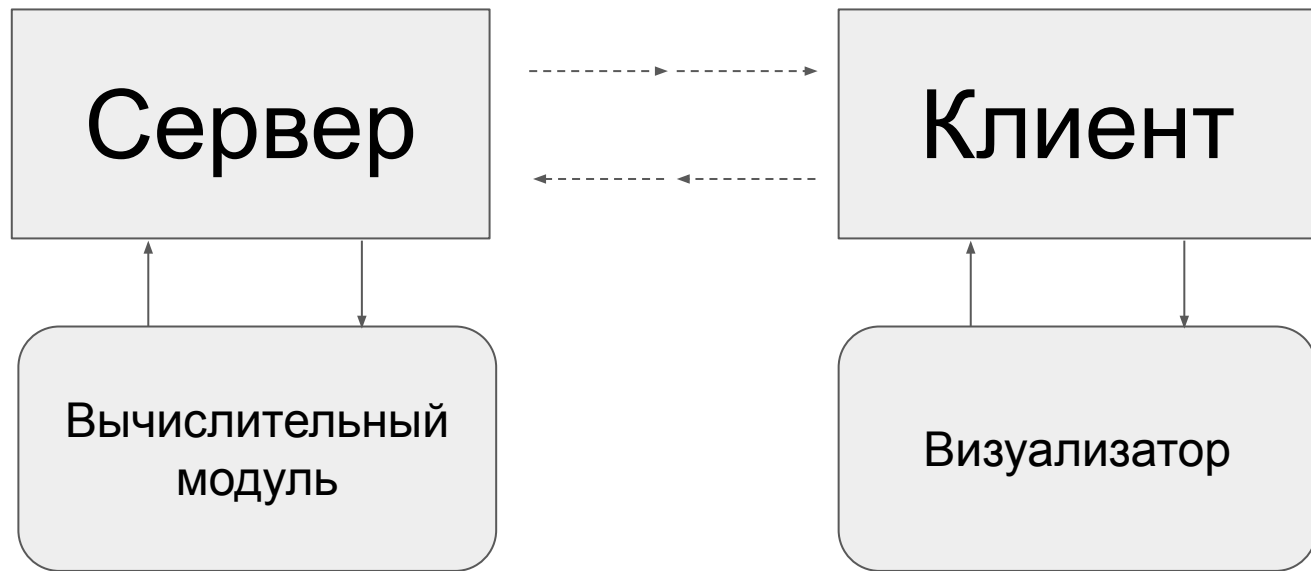


Алгоритм Барнса-Хата(2)



Клиент-визуализатор

# Схема компонентов проекта



# Результаты

- Реализован и распараллелен алгоритм Барнса-Хата на общей памяти
- Реализованы и распараллелены методы Эйлера и Рунге-Кутты на общей и распределенной памяти
- Реализован распределенный сервер с поддержкой подключения множества клиентов и с динамической балансировкой нагрузки
- Реализован клиент-визуализатор
  - Реализована оптимизация работы клиента за счет буферизации сообщений от сервера



# Направления развития проекта

- Распараллелить алгоритм Барнса-Хата на распределенной памяти
- Увеличить точность алгоритма Барнса-Хата за счет метода Рунге-Кутты
- Улучшить алгоритм балансировки нагрузки сервера
- Расширить функционал клиента-визуализатора

**Спасибо за внимание!**

# Гравитационная задача N тел

Вершинин Максим,	2 курс ФИТ НГУ
Лямин Артём,	2 курс ФИТ НГУ
Плешков Андрей,	2 курс ФИТ НГУ
Вайцель Никита,	1 курс ММФ НГУ

Руководитель: Щукин Георгий Анатольевич, н.с. ИВМиМГ СО РАН