

Итерационный метод построения равновесных фазовых моделей звездных систем

С.А. Родионов

Астрономический институт им. В.В. Соболева, СПбГУ

Для чего нужны фазовые модели звездных систем?

1. Построение фазовых моделей реальных галактик (моделирование наблюдательных данных).

Методы основанные на идеи метода

Шварцшильда

2. Начальные условия для N-body моделирования

Методы основанные на функции распределения (DF)

Методы основанные на уравнениях Джинса.

Мы хотим представить новый метод: **Итерационный метод**

Этот метод лучший для “2”

Может быть он также лучший для “1”

Построение фазовой модели галактики

Для реальных галактик фазовая плотность $f(\mathbf{r}, \mathbf{v})$ неизвестна!

Наблюдательные данные

- Распределение массы $\rho(\mathbf{r})$
- Ограничения на распределение по скоростям

Гипотеза о равновесии

$f(\mathbf{r}, \mathbf{v})$

Данная идея очень широко используется в нашей жизни!

Задача:

У нас есть произвольная динамическая система

Нам нужно найти равновесное состояние этой системы. Данное состояние должно иметь заданные свойства

Решение:

Нам нужно дать системе самой прийти в равновесное состояние в процессе динамической эволюции

Но! В течении эволюции мы должны придерживаться нужные нам параметры

Общая схема итерационного метода

Наша задача найти равновесное состояние некой динамической системы. Равновесное состояние должно иметь заданные параметры.

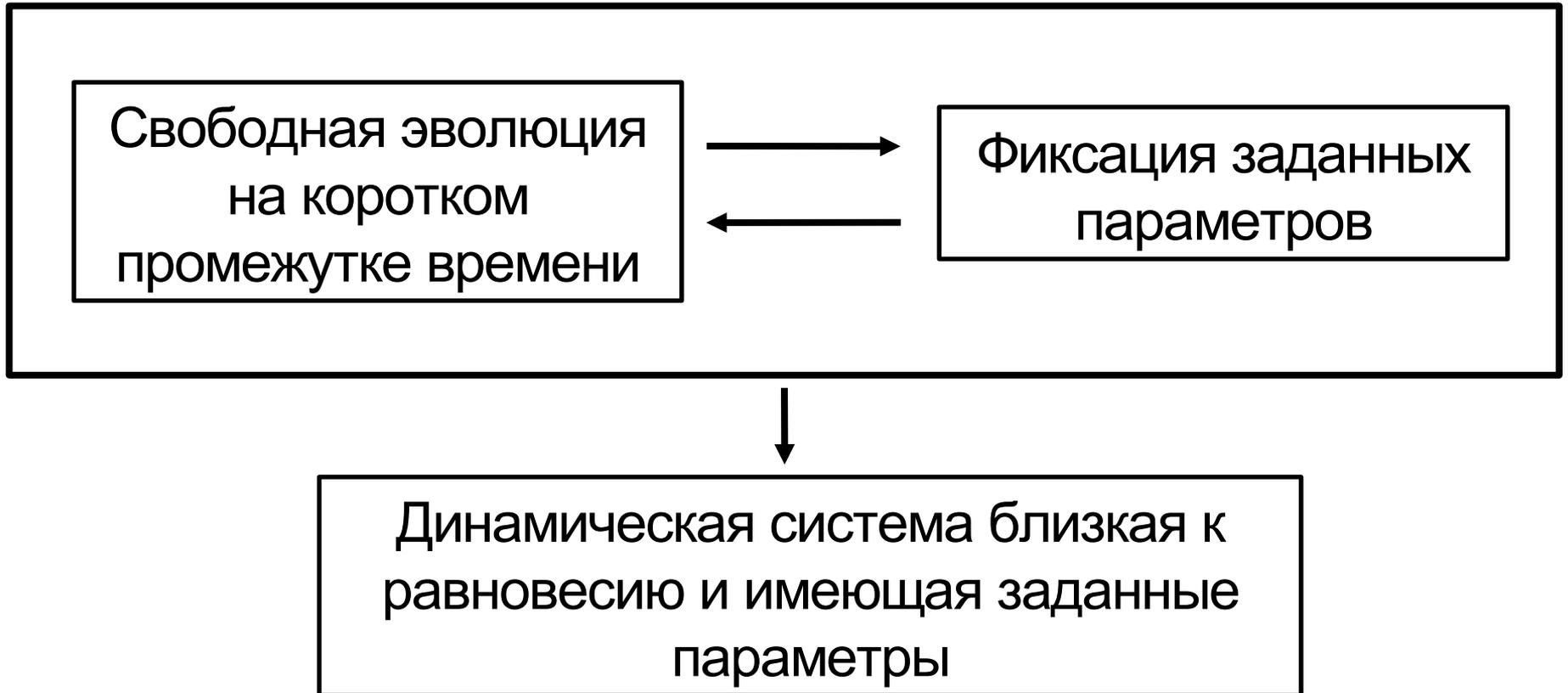


Схема итерационного метода

N-body модель с заданным профилем плотности, но с произвольным распределением по скоростям (например с 0-ми скоростями)



Свободная эволюция
на коротком
промежутке времени



Фиксация распределения
массы

Фиксация кинематических
параметров



N-body модель близкая к равновесию, с заданным распределением массы и с заданными кинематическими параметрами

Итерационный метода

1. С помощью итерационного метода мы можем построить N-body модель с заданным распределением массы и заданными кинематическими параметрами
2. Метод применим к системам с произвольной геометрией
3. Метод очень прост

Системы к которым мы применили итерационный метод

✓ Сферические модели

- Изотропные модели
- Модели с заданным профилем анизотропии

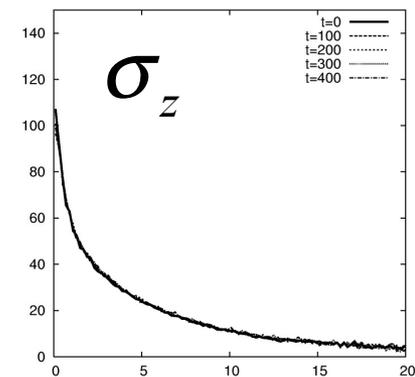
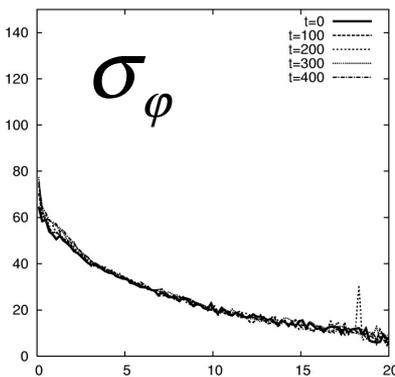
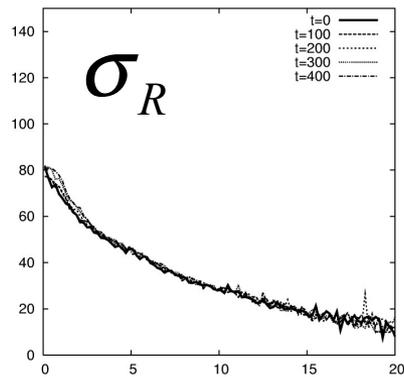
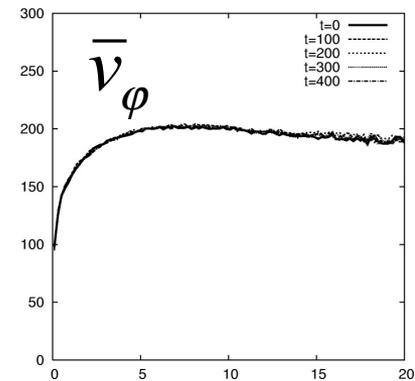
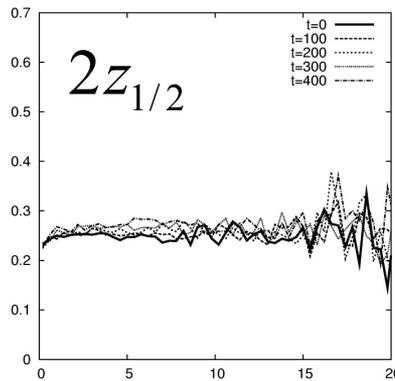
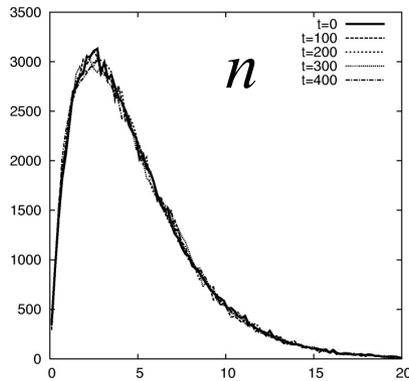
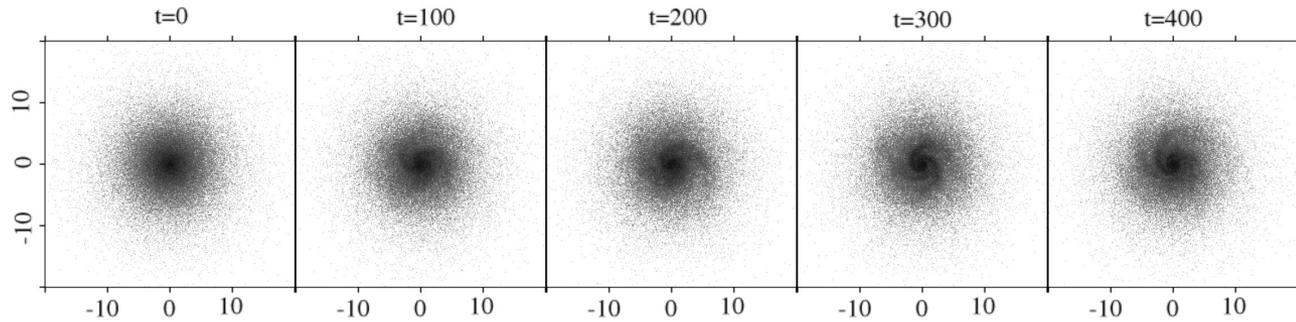
✓ Дискосые модели (Осесимметричные модели)

- Модели с заданным полным угловым моментом – L_z
- Модели с заданным профилем дисперсии скоростей – $\sigma_R(R)$
- Модель с заданным профилем line-of-sight скорости и модели с заданным профилем line-of-sight дисперсии

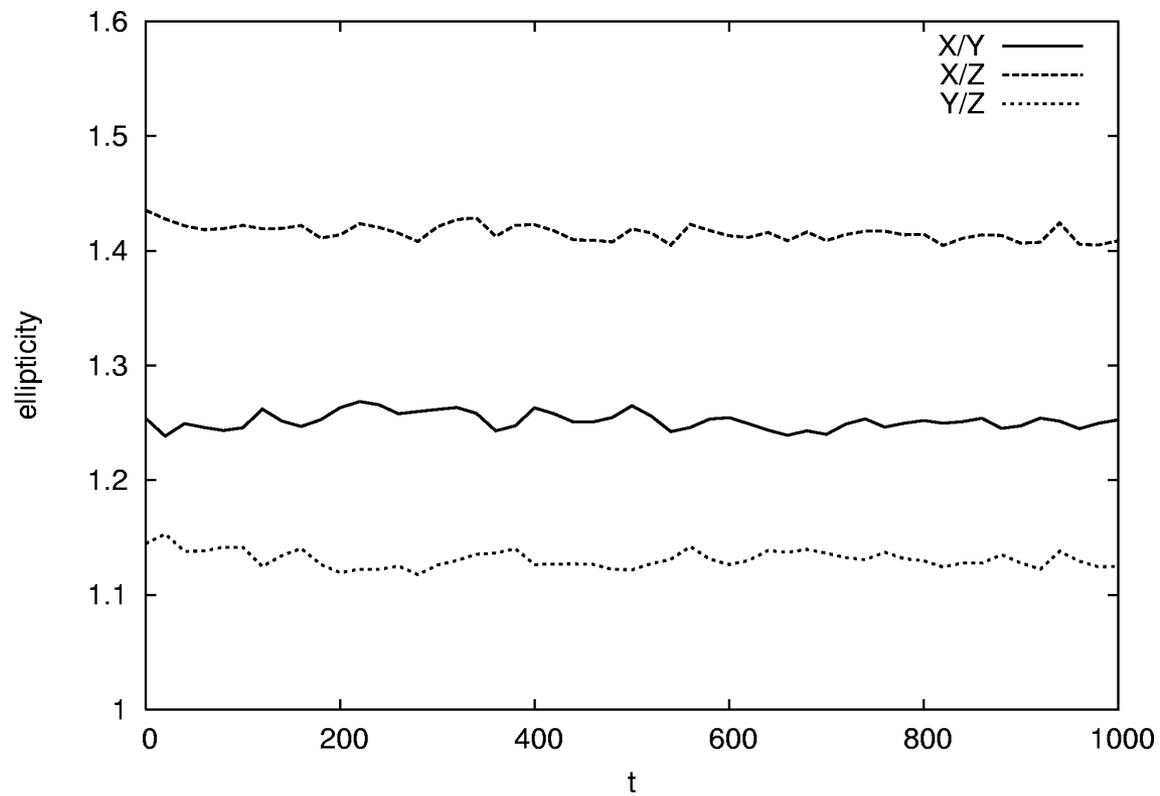
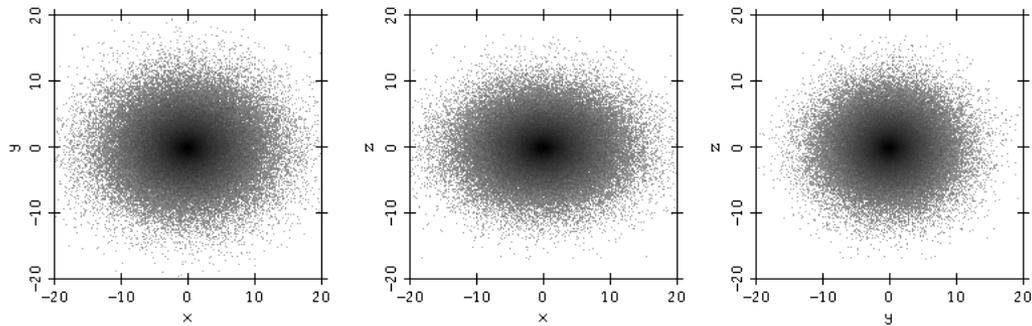
✓ Многокомпонентные модели дисковых галактик

✓ Трёхосные модели

Фазовая модель звездного диска Галактики. Тест на равновесие. Плотностная модель *Dehnen and Binney (1998)*.



Трёхосная модель 1:0.8:0.7. Тест на равновесие



Возможные приложения итерационного метода

- Приложение к другим типам звездных систем. Например к эллиптическим галактикам.
- Начальные условия для N-body моделирования
- Приложение к реальным галактикам. Если мы сможем построить фазовую модель галактики мы тем самым сможем получить информацию об ненаблюдаемых параметрах галактики.
- Приложение к нашей Галактики. В особенности использую данные со спутника GAIA
- Исследования свойств равновесных моделей для данного распределения массы (для данной геометрии).

Выводы

- ✓ Мы разработали **простой** метод, позволяющий строить фазовый модели звездных систем с заданным распределением массы и заданными кинематическими параметрами.
- ✓ Метод может быть применён для систем с произвольной геометрией.

Public software: www.astro.spbu.ru/staff/seger/soft/
asoft_<VERSION>.tar.gz