

# Спиральные галактики.

Автор: Шаронова Александра  
Научный руководитель: Тепляков Александр

## Аннотация.

Работа посвящена моделированию спиральных галактик. В основу моделирования была заложена теория волн плотности Линь-Шу. Исследованы различные виды спиральных галактик в зависимости от параметров программы, также оценён предел количества звёзд для корректного отображения галактик в рамках написанной программы.

## Введение.

Спиральная галактика - один из основных типов галактик в последовательности Хаббла. Такие галактики имеют значительную дисковую составляющую и небольшой балдж, и имеют выраженные спиральные рукава, за что и получили своё название. Первая приемлемая теория для спиральной структуры была разработана С.К. Линем и Фрэнком Шу в 1964 г. [1], пытаясь объяснить крупномасштабную структуру спиралей с помощью волны малой амплитуды, распространяющейся с фиксированной угловой скоростью, которая вращается вокруг галактики со скоростью, отличной от скорости газа и звезд галактики. Они предположили, что спиральные рукава были проявлениями спиральных волн плотности и что звезды движутся по слегка эллиптическим орбитам, и что ориентации их орбит коррелированы, т.е. эллипсы изменяют свою ориентацию плавно с растущим расстоянием от галактического центра. Это показано на рисунке 1. Ясно, что в определенных областях эллиптические орбиты сближаются, чтобы создать эффект рукава спирали. Поэтому звезды не остаются вечно в том положении, в котором мы их сейчас видим, а проходят сквозь рукава, пока они движутся по своим орбитам.

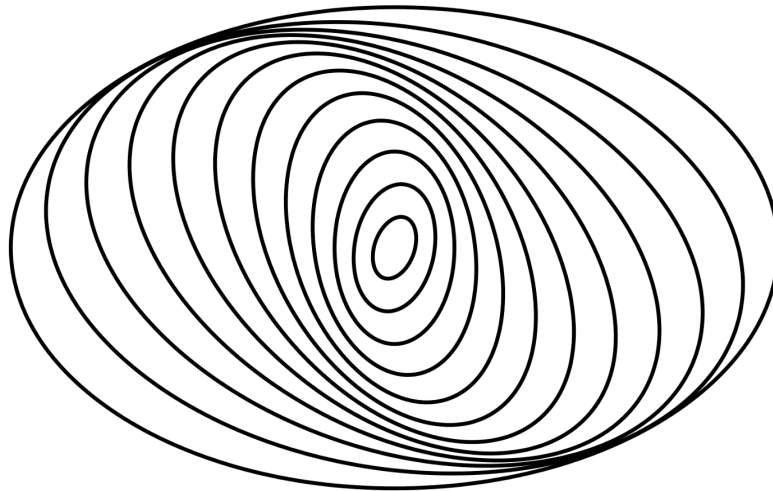


Рисунок 1: Наглядное объяснение спиральных рукавов Линь и Шу с точки зрения слегка эллиптических орбит.

## Постановка задачи.

Для моделирование спиральных галактик основанных на теории волн плотности была написана программа главной частью которой является функция, рассчитывающая эксцентриситет для каждой звезды:

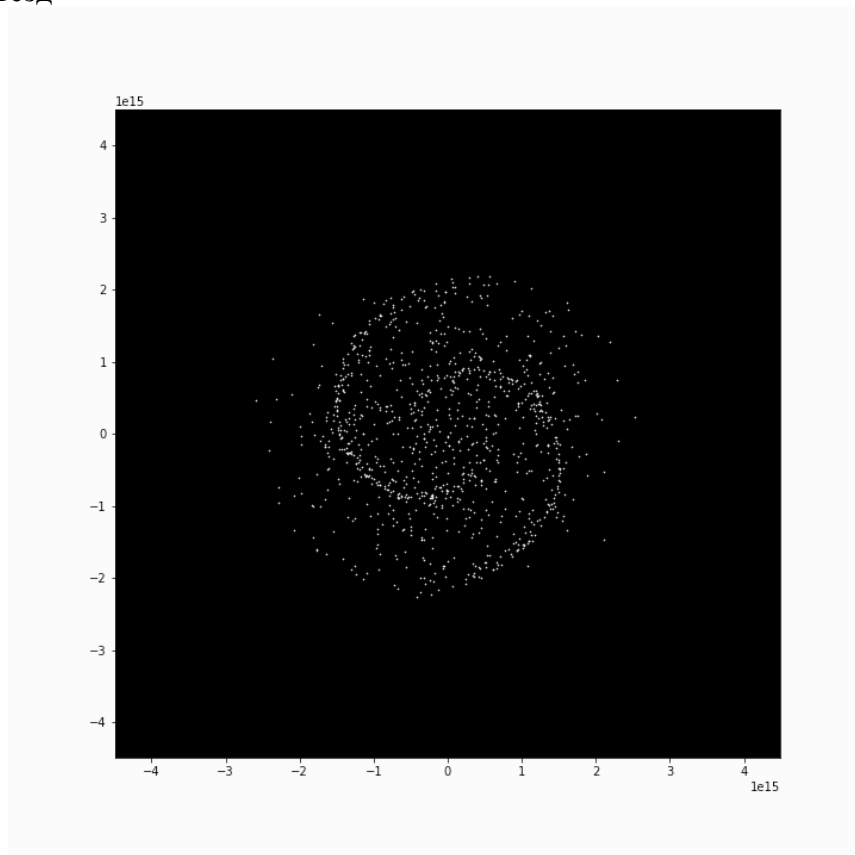
```
def eccentricity(r):
    if r < core_radius:
        return 1 + (r / core_radius) * (inner_eccentricity-1)
    elif r > core_radius and r <= galaxy_radius:
        a = galaxy_radius - core_radius
        b = outer_eccentricity - inner_eccentricity
        return inner_eccentricity + (r - core_radius) / a * b
    elif r > galaxy_radius and r < distant_radius:
        a = distant_radius - galaxy_radius
        b = 1 - outer_eccentricity
        return outer_eccentricity + (r - galaxy_radius) / a * b
    else:
        return 1
```

Где  $r$  – расстояния от звезды до центра галактики,  $core\_radius$  - радиус ядра галактики,  $inner\_eccentricity$  – эксцентриситет внутреннего эллипса,  $outer\_eccentricity$  – эксцентриситет внешнего эллипса,  $galaxy\_radius$  – радиус галактики, а  $distant\_radius = galaxy\_radius \cdot 2$ .

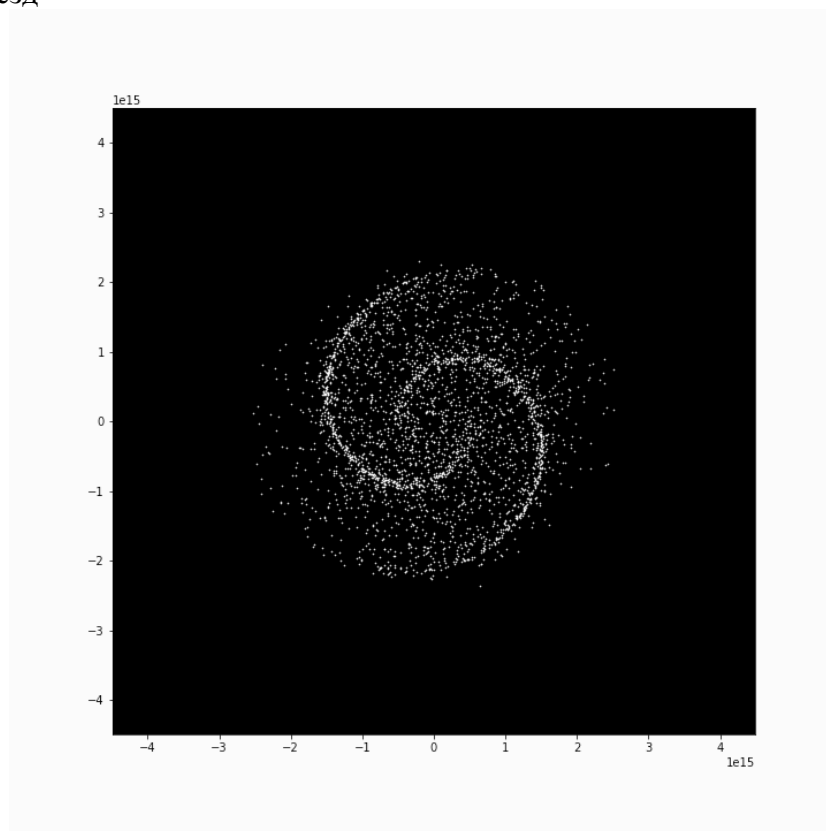
## Результаты моделирования.

В результате моделирования были получены следующие оценки для количества звёзд:

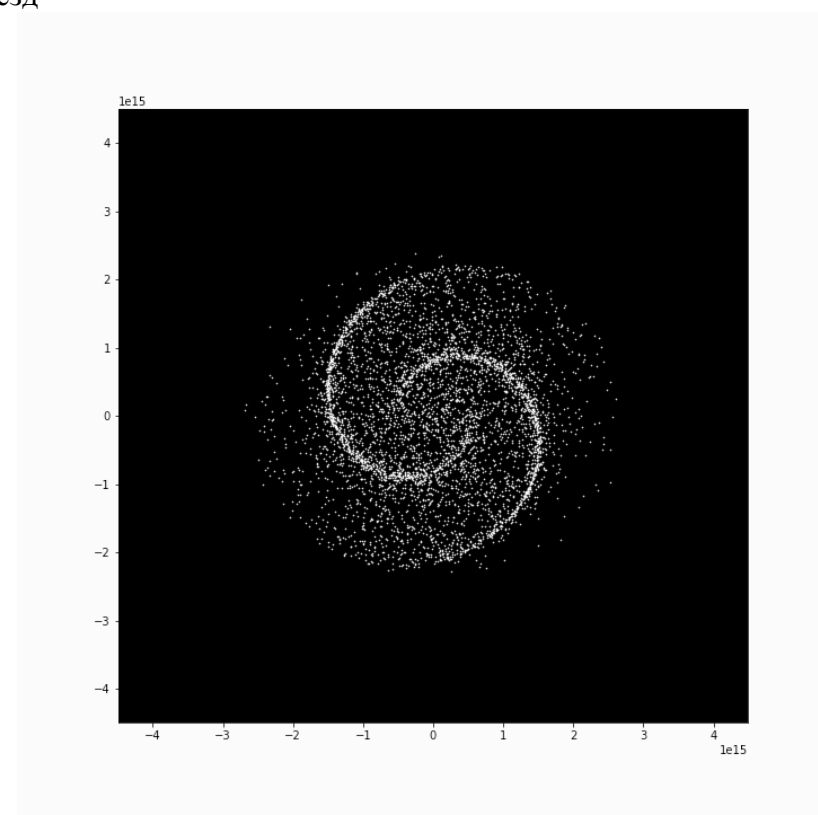
1. 1000 звёзд



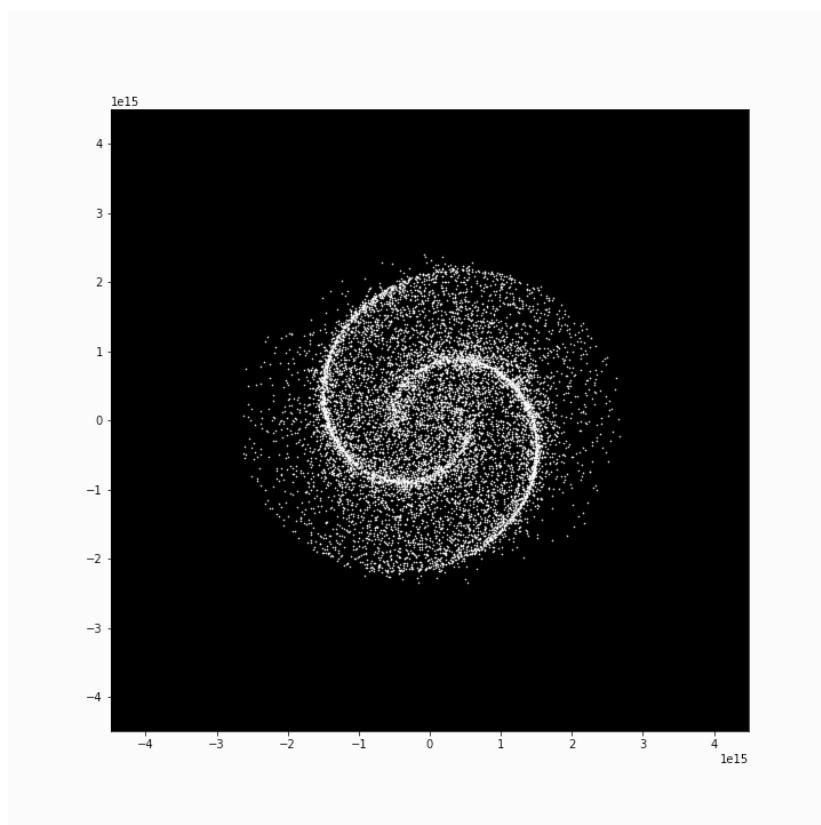
2. 2000 звёзд



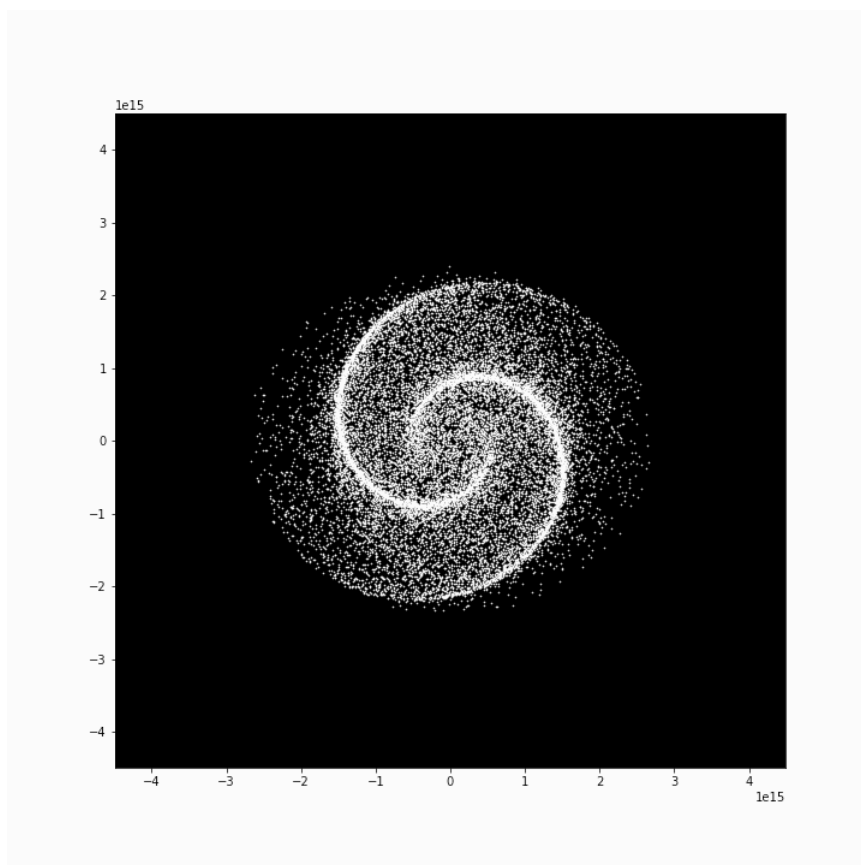
3. 5000 звёзд



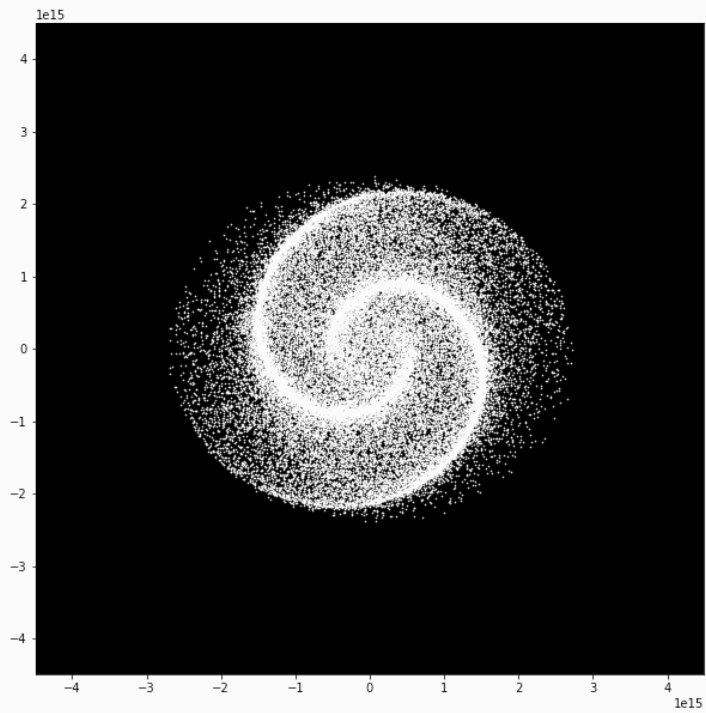
4. 10000 звёзд



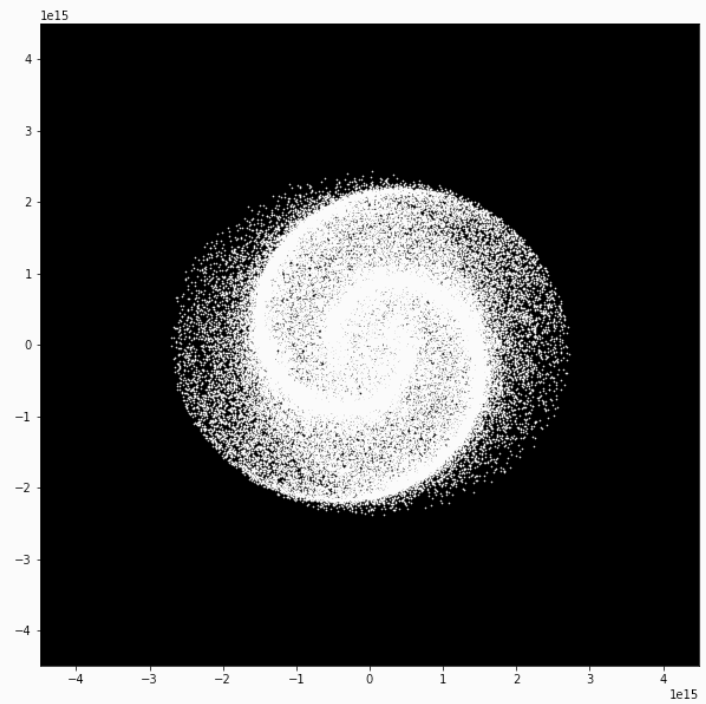
5. 20000 звёзд



6. 50000 звёзд

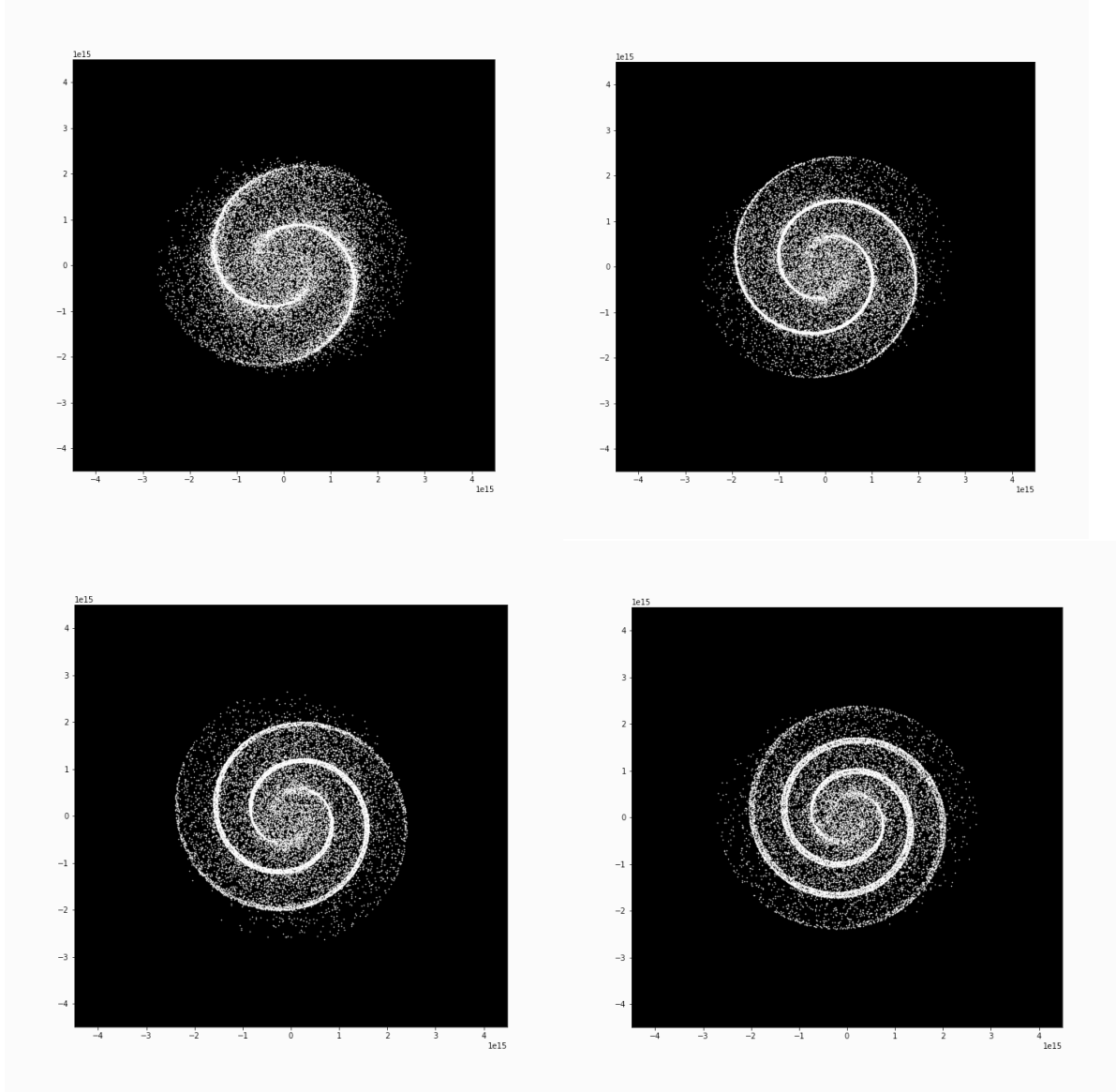


7. 100000 звёзд



Приведённые графики показывают, что минимальное количество звёзд для построения галактики – 5000 звёзд, а оптимальное – 20000 звёзд.

Меняя параметры программы можно получить различные виды спиральных галактик:



### Заключение.

В ходе работы была написана программа для построения спиральных галактик, исследовано влияние параметров программы на вид галактик. Дальнейшим развитием этой работы может стать рассмотрение взаимодействия нескольких галактик.

Ссылки:

[1] Lin, C. C.; Shu, F. H. (August 1964). "On the spiral structure of disk galaxies". *The Astrophysical Journal*. 140: 646–655.