

# Астрометрические ограничения на центральный сверхмассивный объект нашей Галактики

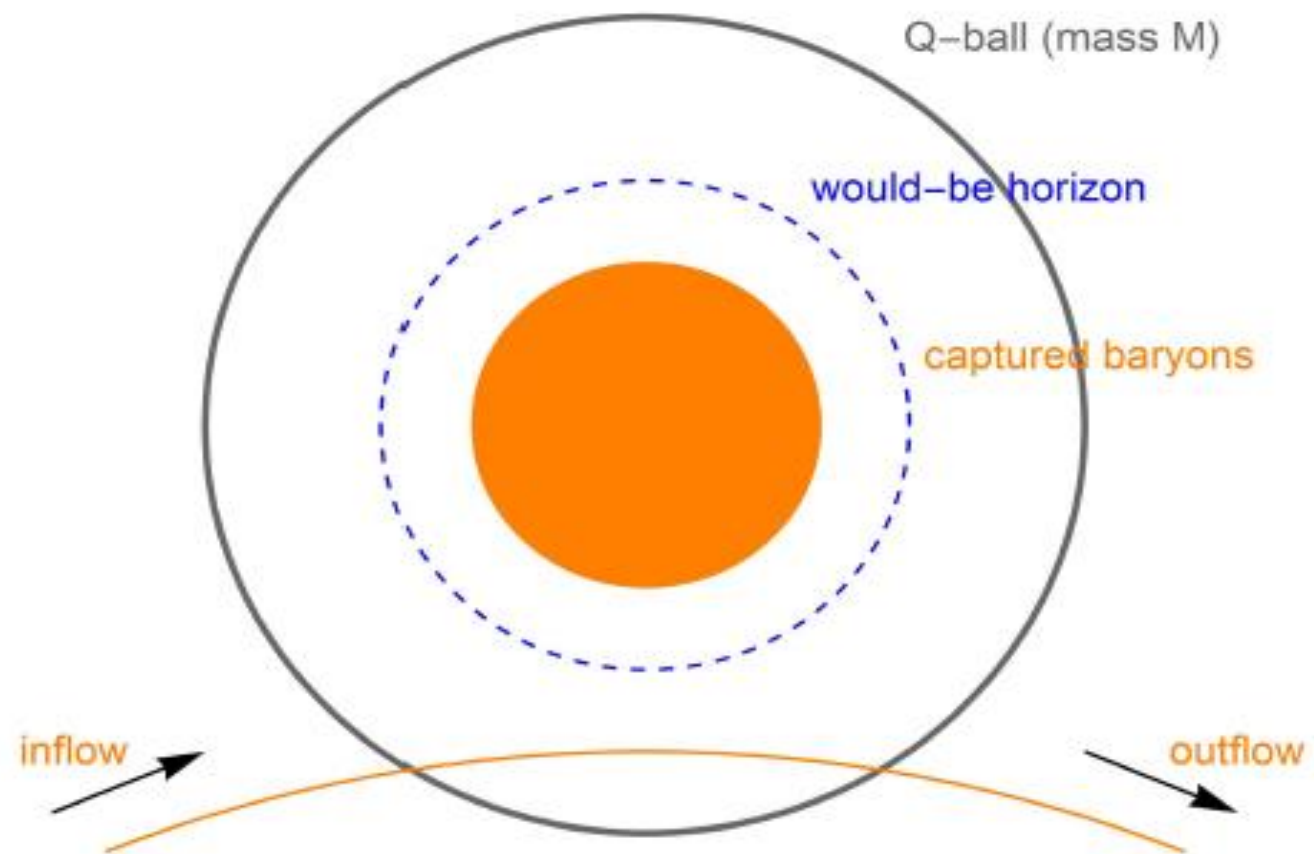
Андрей Ольшанский

научный руководитель: Сергей Троицкий

Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова

Физический факультет

# Q-шар



# Ограничения, накладываемые без проведения анализа:

- $R_S < R < 1400R_S$ ,  
( $1400R_S$  – расстояние до перицентра  $S2$ );
- $0 < M_* < M$

Ограничение из наблюдательных данных:

$$A_{max} < \eta R_S, \quad \eta=49$$

# Аналитический подход

## Уравнение Пуассона и его решение

$$\Delta \varphi(\vec{r}) = 4\pi G\rho$$

$$\varphi(r) = \frac{GM}{2R^3} r^2$$

Уравнение и закон движения для одной координаты:

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0, \quad \omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$$

$$x(t) = A \sin(\omega t + \delta)$$

## Условие для скорости

$$V < V_{max} = A\omega < A_{max}\omega = \eta R_S \omega$$

$$V < \eta \omega R_S$$

## Предложенный в [2] метод вычисления $V$

$\langle V^2 \rangle = \frac{m^2}{M^2} \sum_{k=1}^n \langle v_k^2 \rangle$  - из закона сохранения импульсов получаем скорость;

$\sum_{k=1}^n \langle v_k^2 \rangle = \int \frac{GM_r}{r} \frac{\rho(r)}{m} 4\pi r^2 dr$  – суммируем скорости звёзд, вращающихся по круговым орбитам;



Результат предложенного в [2] метода,  
применённый к рассматриваемому случаю:

$$v_0 = 0.05 \text{ км/с}$$

$$V = \frac{M}{M_*} v_0$$

# Поправка и общее условие

$$\omega = \sqrt{\frac{G(M - M_*)}{R^3}}$$

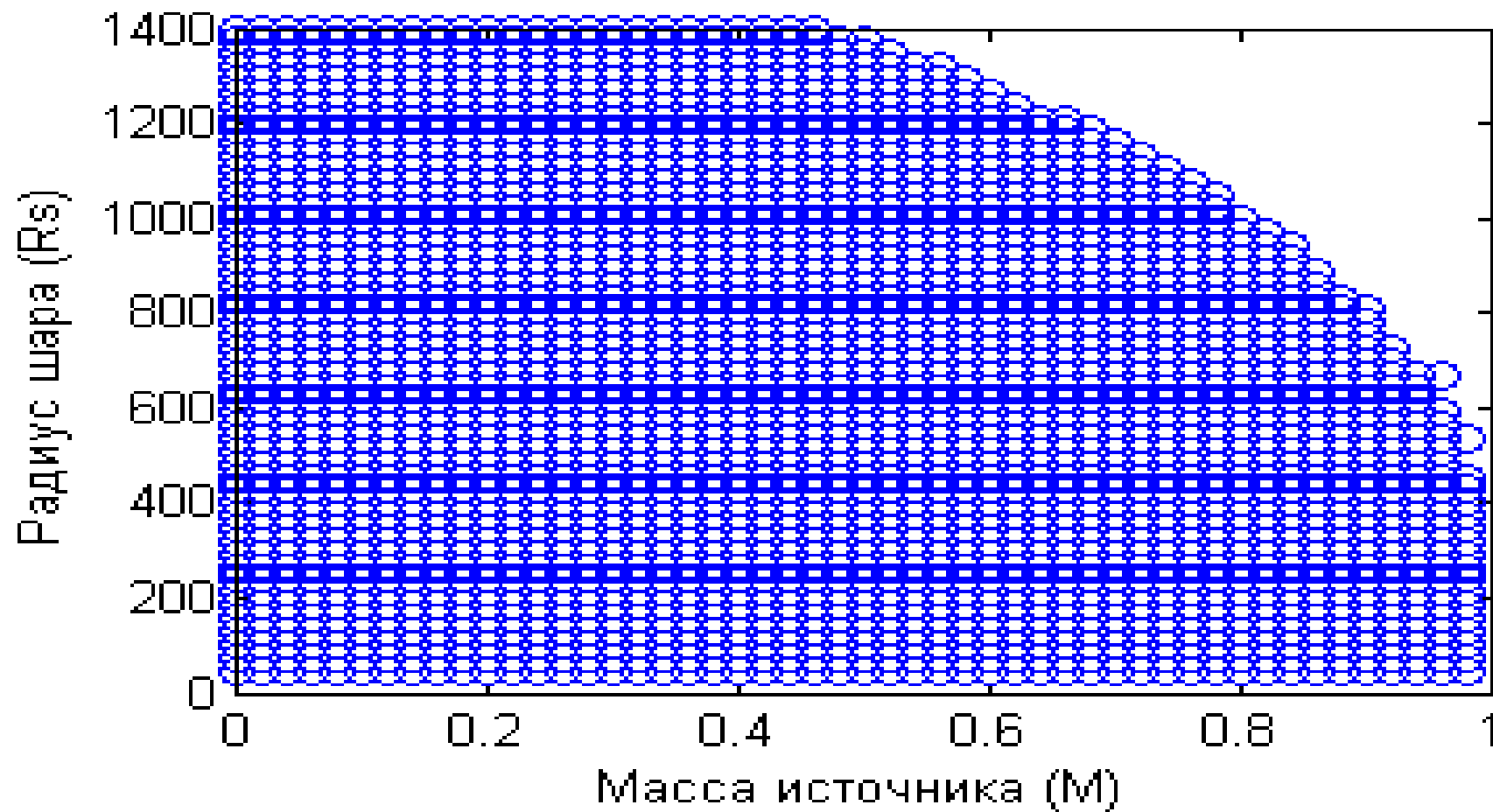
$$\frac{R}{R_S} < \sqrt[3]{\frac{G\eta^2 M}{v_0^2 R_S}} \sqrt[3]{\frac{M_*^2}{M^2} \left(1 - \frac{M_*}{M}\right)}$$

Область  $M_* \ll M$  (условие без поправки) и ограничение на массу

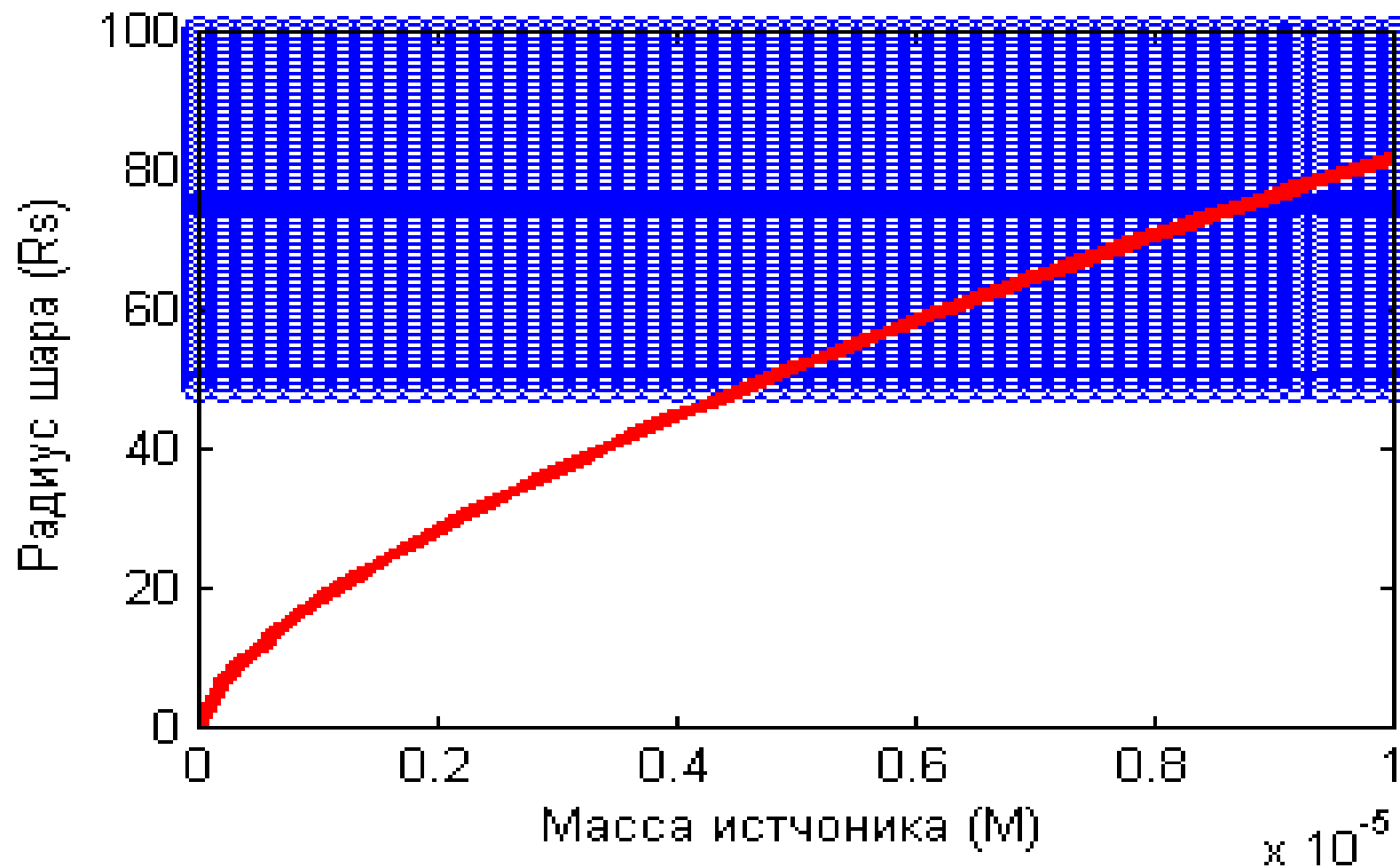
$$\frac{M_*}{M} > \frac{\eta v_0 R_S^{5/2}}{\sqrt{GM}} \sqrt{\left(\frac{R}{R_S}\right)^3}$$

$$M_* > M_{min}, \quad M_{min} \approx 3.5 * 10^{-4} M$$

# Результат численного эксперимента



Область  $M_* \ll M$



# Выводы

- $\frac{R}{R_S} < \sqrt[3]{\frac{G\eta^2 M}{v_0^2 R_S}} \sqrt[3]{\frac{M_*^2}{M^2} \left(1 - \frac{M_*}{M}\right)}$
- $M_* > M_{min}$
- Численная разрешённая область для  $R$  и  $M_*$
- Возможность существования радиоисточника массой  $M_* < M_{min}$

# Литература

1. S.V. Troitsky: Supermassive dark-matter Q-balls in galactic centers? // JCAP 11 (2016) 027 [hep-ph/1510.07132].
2. M.J. Reid and A. Brunthaler: The Proper motion of Sgr A\*: 2. The Mass of Sgr A\* // Astrophys. J. 616 (2004) 872 [astro-ph/0408107].

**Спасибо за внимание!**