

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕСМОТРА ОГРАНИЧЕНИЯ ДОЛИ ПЕРВИЧНЫХ ЧЕРНЫХ ДЫР В СКРЫТОЙ МАССЕ ДЛЯ КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК

Научный руководитель: К. М. Белоцкий

Студент: К. М. Кузнецова, Б21-102

Введение

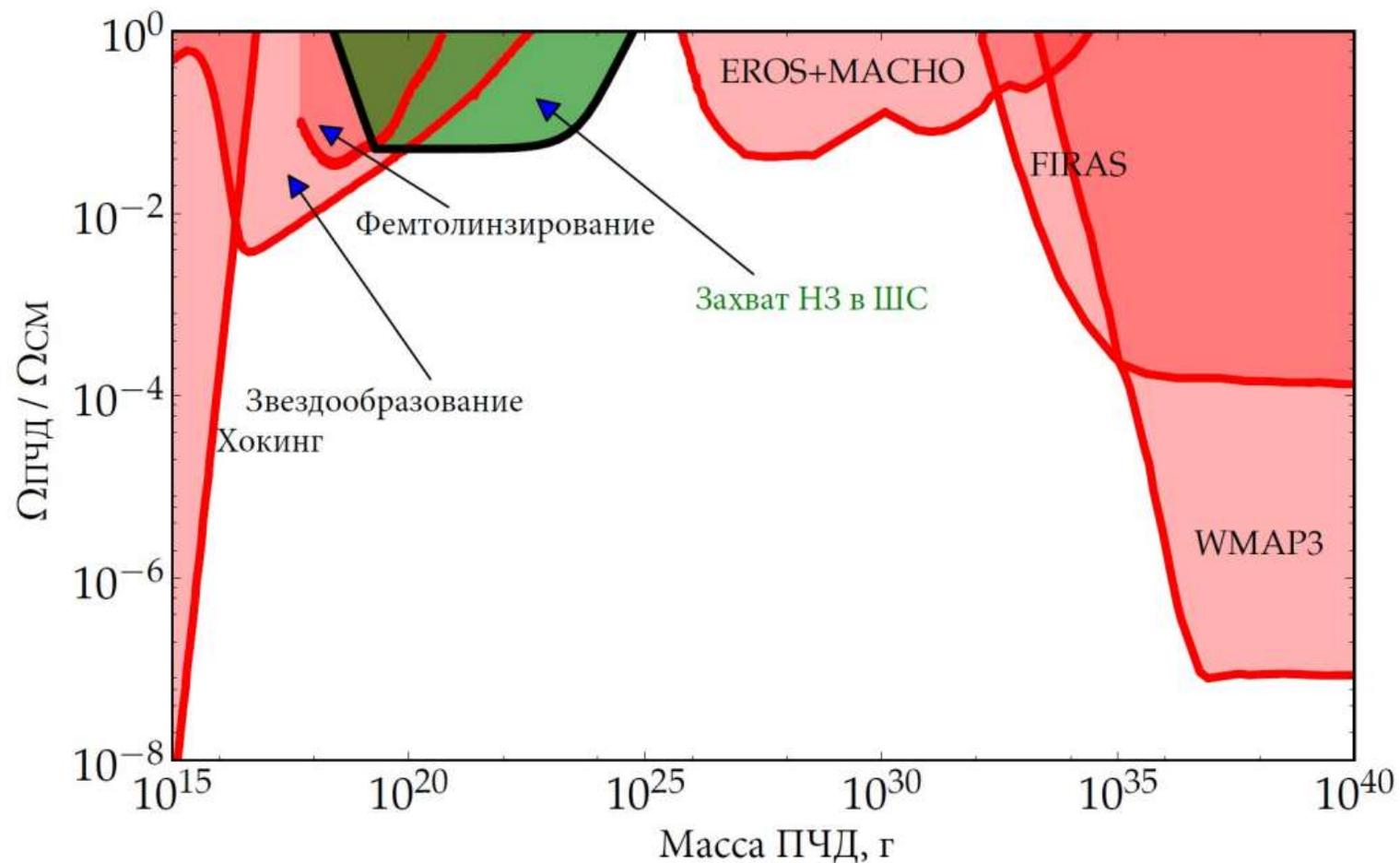
По состоянию на сегодняшний день существование скрытой массы (СМ) было установлено только благодаря её гравитационному взаимодействию, и потому природа скрытой массы остается одной из крупнейших нерешенных задач космологии. В научной литературе рассматриваются различные кандидаты на роль СМ, одним из которых выступают первичные черные дыры (ПЧД).

Carr B., Clesse S., Garcia-Bellido J., Hawkins M., Kuhnel F. *Observational Evidence for Primordial Black Holes: A Positivist Perspective*. — 2023. — arXiv:2306.03903 [astro-ph.CO]

Carr B., Kuhnel F. *Primordial Black Holes as Dark Matter Candidates // SciPost Physics Lecture Notes*. — 2022. — arXiv:2110.02821 [astro-ph.CO]

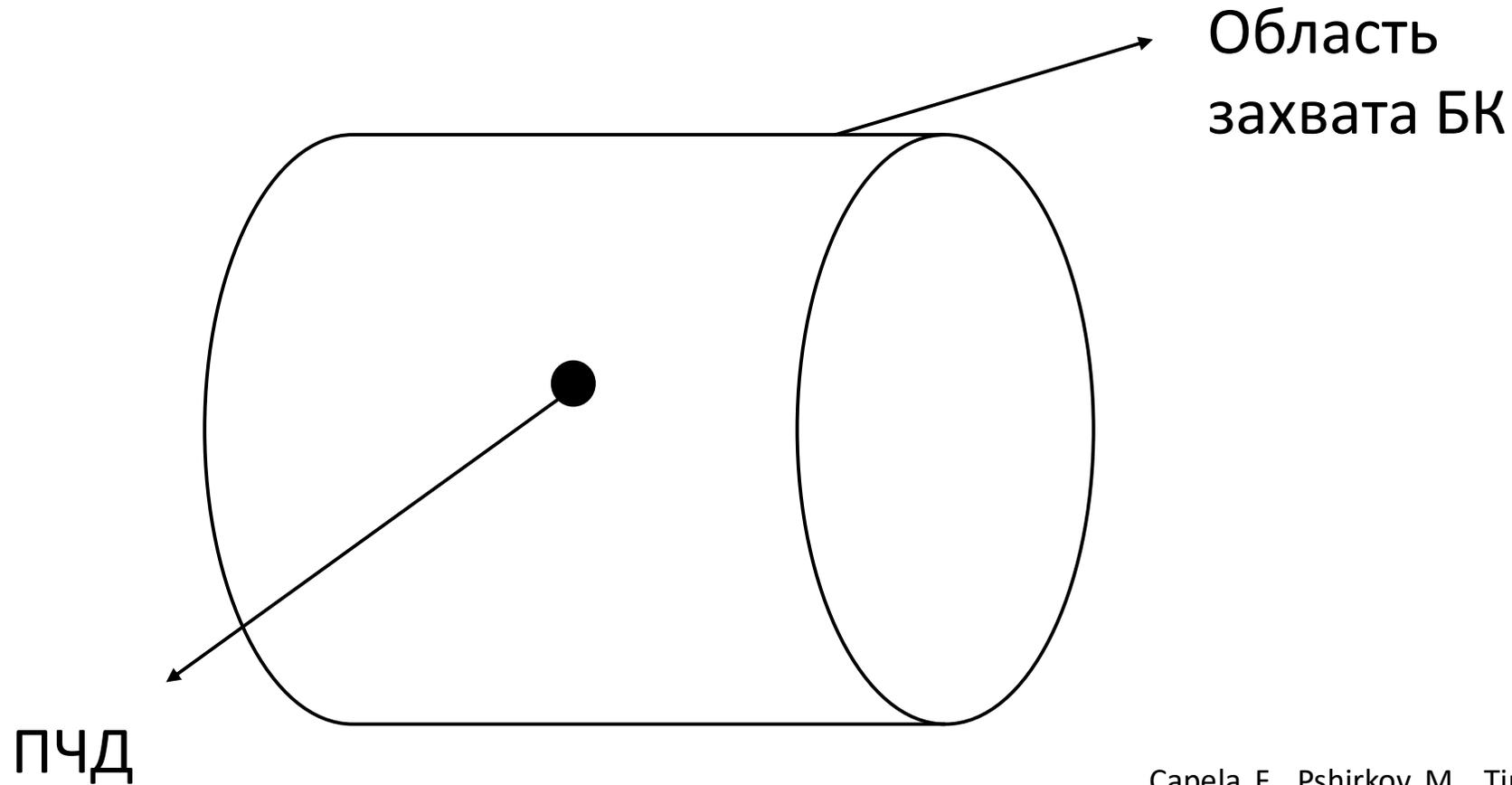
Hawkins M. R. S. *The case for primordial black holes as dark matter // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. — 2011. — Т. 415, № 3. — С. 2744—2757.

Ограничения на долю ПЧД в СМ



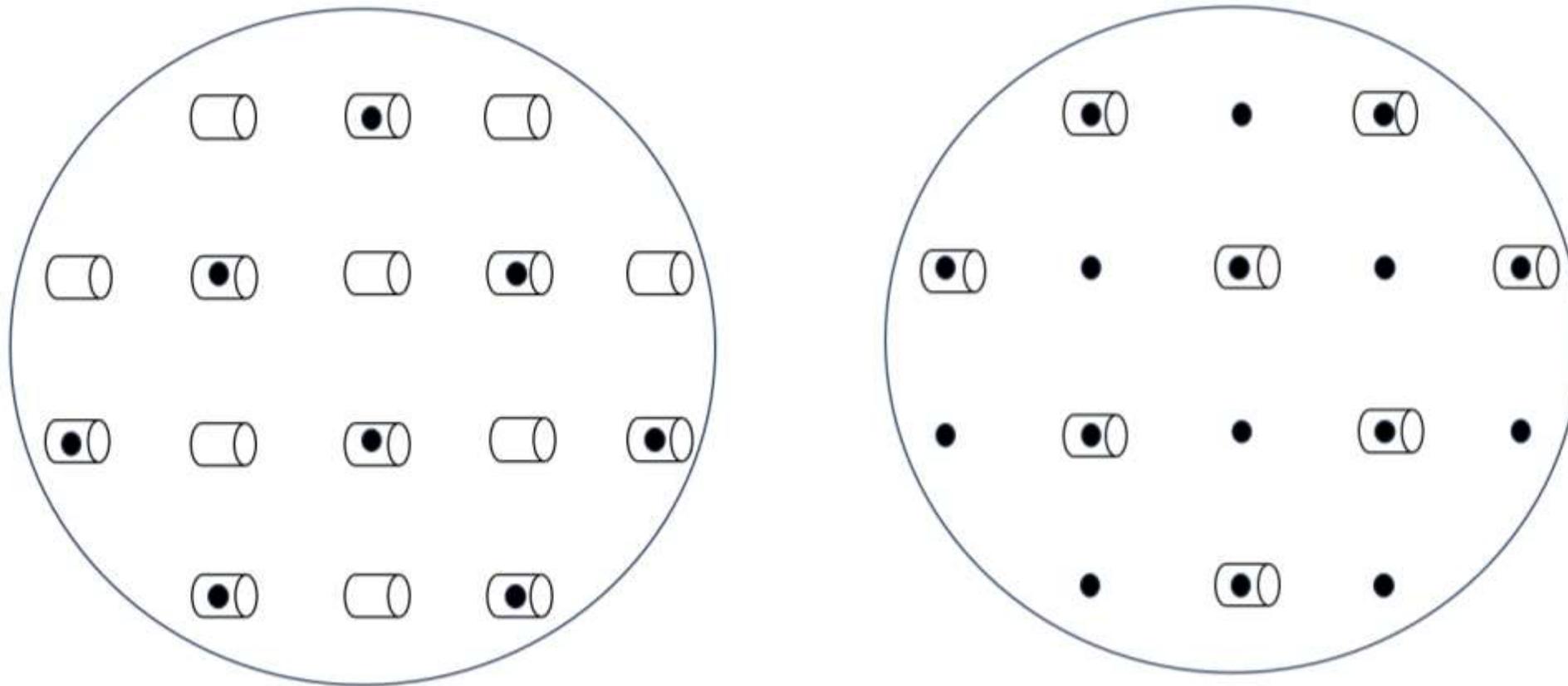
Capela F., Pshirkov M., Tinyakov P. *Constraints on primordial black holes as dark matter candidates from capture by neutron stars* // Physical Review D. — 2013. — Т. 87, № 12.

Взаимодействие белых карликов с ПЧД



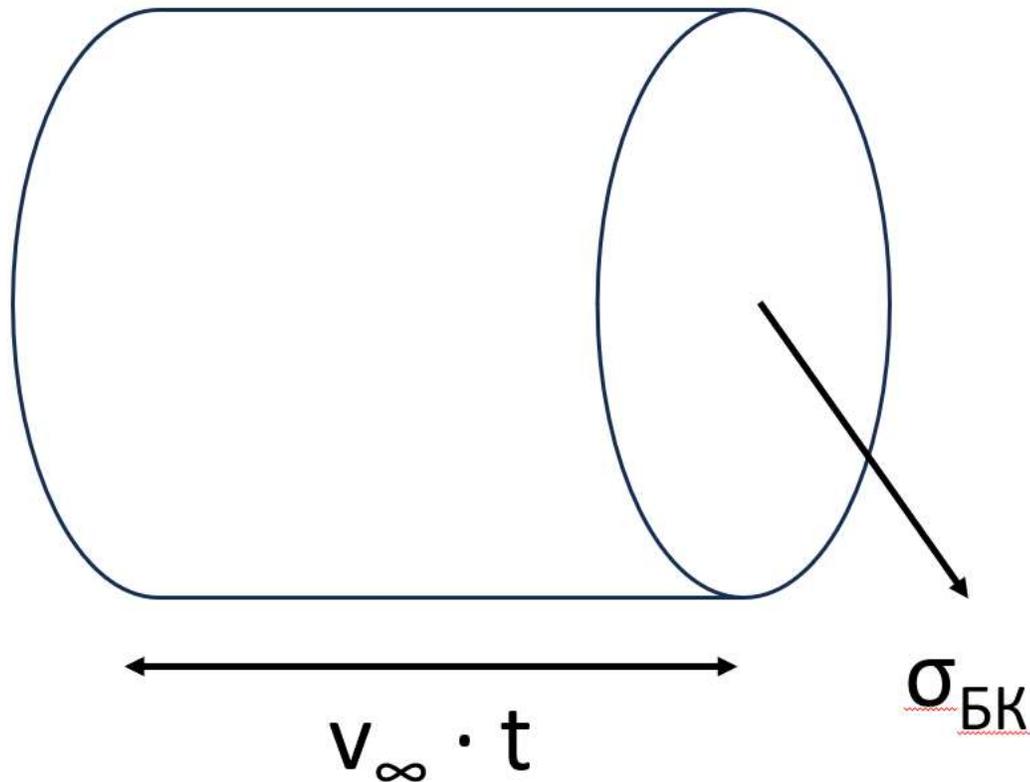
Capela F., Pshirkov M., Tinyakov P. *Constraints on primordial black holes as dark matter candidates from star formation* // Physical Review D. — 2013. — Т. 87, № 2.

Шаровые скопления (ШС) и карликовые галактики (КГ)



Модели взаимодействия ПЧД с БК для ШС и КГ соответственно.

Исследование возможности пересмотра ограничения доли ПЧД в СМ для КГ



$$N_{BZ} = n_{ПЧД} \cdot V_{BK} \cdot \alpha \cdot N$$

$$V_{BK} = \sigma_{BK} \cdot v_{\infty} \cdot t$$

$n_{ПЧД} = \frac{M_{см, тпчд}}{V}$ – концентрация ПЧД внутри ШС/КГ;

σ_{BK} – гравитационное сечение захвата БК;

v_{∞} – скорость между БК и ПЧД на большом расстоянии;

$t = 10^{10}$ лет – характерное время задачи;

α – свободный параметр – доля БК в общем количестве звёзд;

N – общее количество звезд;

Исследование возможности пересмотра ограничения доли ПЧД в СМ для КГ

$$\beta = \frac{(N_{ВЗ}^{КГ})^*}{(N_{ВЗ}^{БК})^*} = \frac{КГ}{ШС} \quad \Rightarrow \quad \beta = \frac{n_{ЗВ}^{КГ}}{n_{ЗВ}^{ШС}} \cdot \frac{\rho_{СМ}^{КГ}}{\rho_{СМ}^{ШС}} = \frac{КГ}{ШС}$$

$$\rho_{СМ}^{ШС} = \gamma \cdot \rho^{ШС}$$

| | | | | |
|----------|-------------|-----------|------------|------------------|
| γ | 10^{-3} | 10^{-2} | 10^{-1} | 1 |
| β | (10 - 1000) | (1 - 100) | (0,1 - 10) | (10^{-2} - 1) |

Исследование возможности пересмотра ограничения доли ПЧД в СМ для КГ

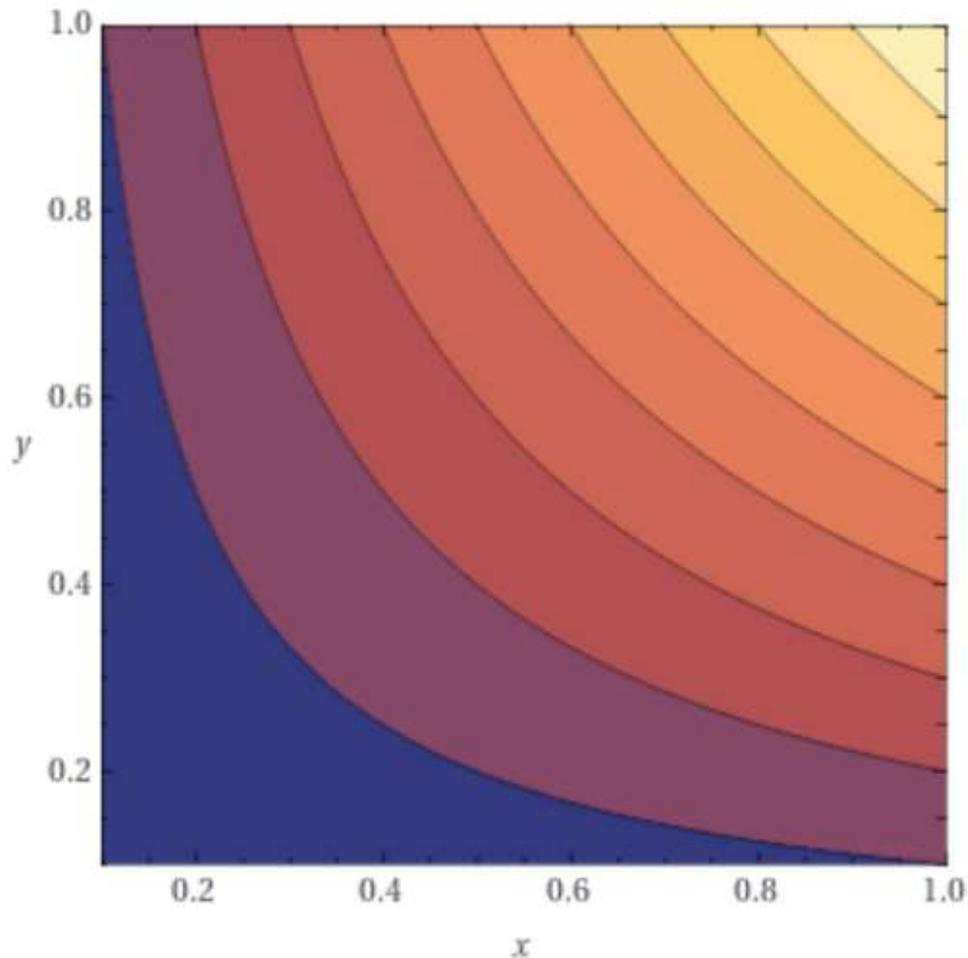


График величины $\beta = \frac{КГ}{ШС}$ для $\gamma = 1$.

По оси ординат отложены значения $y = \frac{n_{ЗВ}^{КГ}}{n_{ЗВ}^{ШС}}$

По оси абсцисс $x = \frac{\rho_{СМ}^{КГ}}{\rho_{СМ}^{ШС}}$

Заключение

В данной работе рассматривалось взаимодействие ПЧД с БК в ШС и КГ. В частности, исследовалась возможность пересмотра ограничения доли ПЧД в СМ для КГ. В качестве источника ограничения рассматривался эффект разрушения звезды при попадании в неё ПЧД. Рассматривалось соотношение, позволяющее оценить рассматриваемое ограничение для КГ по отношению к ШС.

В результате, показано, что при значениях $\gamma = (10^{-3} - 10^{-2})$ ограничение доли ПЧД в СМ для КГ преобладает над ограничением доли ПЧД в СМ для ШС.

Дальнейшая работа по исследованию возможности пересмотра ограничения на долю ПЧД в случае кластеризации последних для КГ является перспективной.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Hawkins M. R. S. The case for primordial black holes as dark matter // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. — 2011. — Т. 415, № 3. — С. 2744—2757.
2. Carr B., Kuhnel F. Primordial Black Holes as Dark Matter Candidates // SciPost Physics Lecture Notes. — 2022. — arXiv:2110.02821 [astro-ph.CO]
3. Carr B., Clesse S., Garcia-Bellido J., Hawkins M., Kuhnel F. Observational Evidence for Primordial Black Holes: A Positivist Perspective. — 2023. — arXiv:2306.03903 [astro-ph.CO]
4. Capela F., Pshirkov M., Tinyakov P. Constraints on primordial black holes as dark matter candidates from capture by neutron stars // Physical Review D. — 2013. — Т. 87, № 12.
5. Capela F., Pshirkov M., Tinyakov P. Constraints on primordial black holes as dark matter candidates from star formation // Physical Review D. — 2013. — Т. 87, № 2.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

6. Carr B., Clesse S., Garcia-Bellido J., Hawkins M., Kuhnel F. Observational Evidence for Primordial Black Holes: A Positivist Perspective. — 2023. — arXiv:2306.03903 [astro-ph.CO]