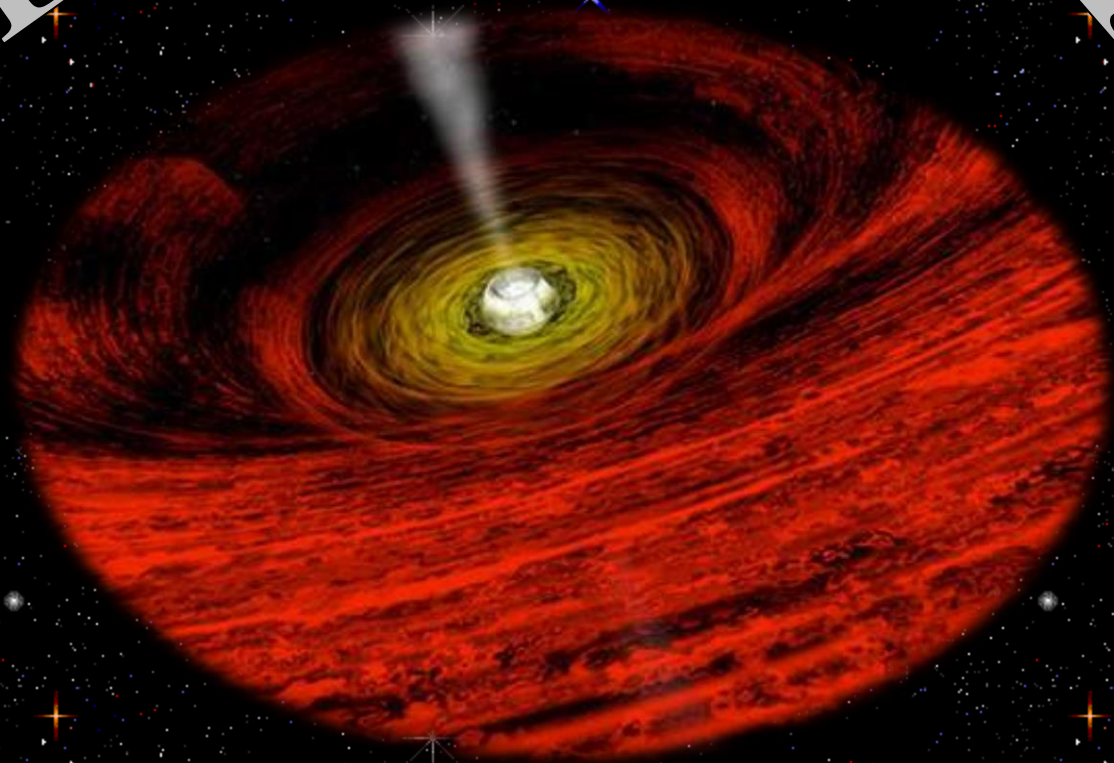


ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ

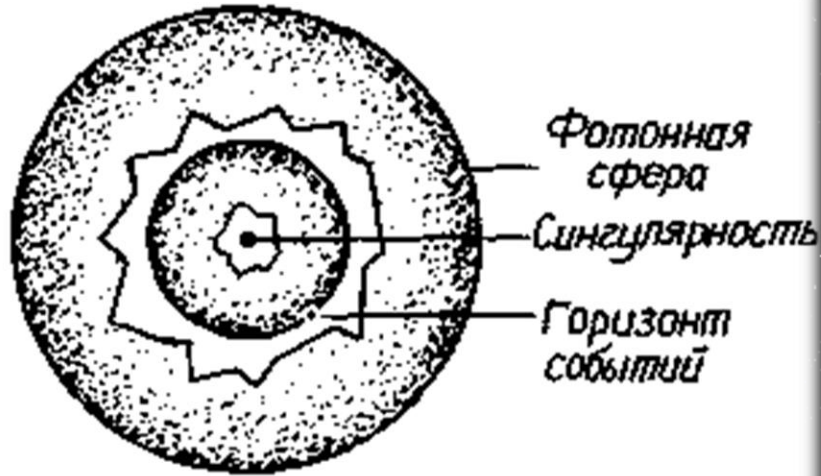


В КОСМИЧЕСКОМ  
ПРОСТРАНСТВЕ

**ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ** - конечный результат деятельности звёзд, масса которых выше солнечной в пять или больше раз. После использования всех резервов ядерного горючего и прекращения реакций звезда умирает.

- Она взрывается и появляется сверхновая звезда (масса звезды больше солнечной в несколько раз). После чего все остатки от взрыва собираются в одну точку, концентрация которой превосходит плотность атома в 10000 раз и образуется чёрная дыра, которая, согласно общей теории относительности Альберта Эйнштейна (1915), влечет искривление пространства-времени.

# СТРУКТУРА ЧЕРНОЙ ДЫРЫ

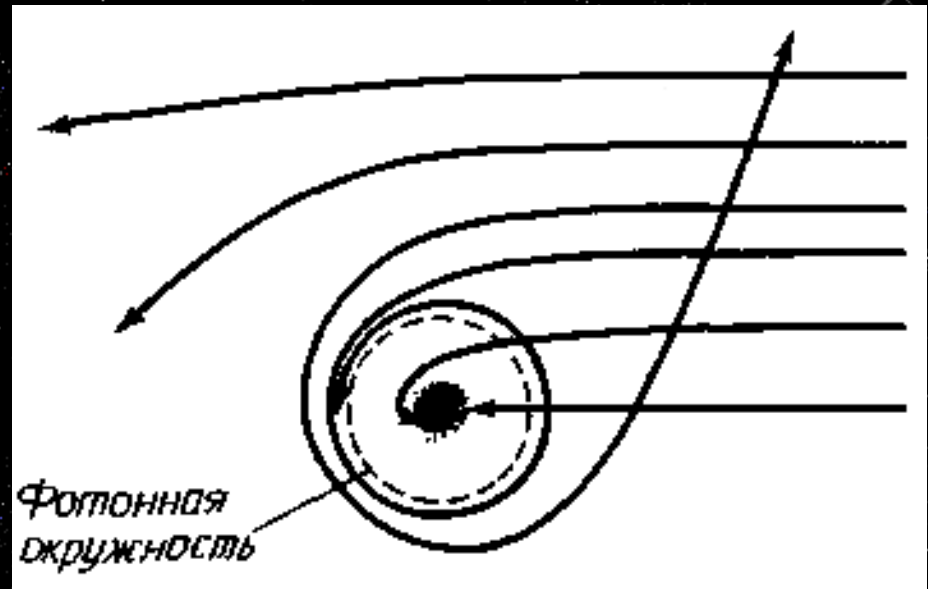


**сингулярность** - всё вещество черной дыры собранное в бесконечно малую точку бесконечной плотности в самом ее центре.

**горизонт событий**

- граница черной дыры

Лучи света отклоняются мощным гравитационным полем, окружающим черную дыру. Вдали от дыры лучи искривляются слабо. Если же луч проходит совсем рядом с дырой, она может захватить его на круговую орбиту или засосать в себя **совсем**.



# РАДИУС Шварцшильда -

- В 1906 году немецкий физик Шварцшильд получил решение уравнений общей теории относительности для поля тяготения сферического тела.
- Из этого решения следует замечательный вывод: сила притяжения, действующая между массой **M** и пробной частицей **m** на расстоянии **r** от центра тяготеющей массы, возрастает до бесконечности при  $r = 2GM / c^2$ , где **G** – гравитационная постоянная, **c** – скорость света.

$$r_g = \frac{2GM}{c^2}$$



## Шварцшильдовские радиусы черных дыр, обладающие разными массами

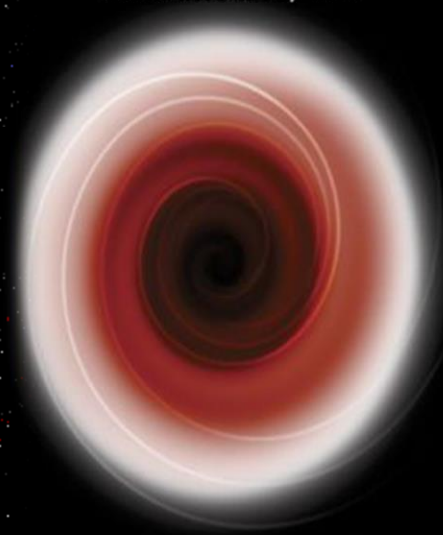
| Масса черной дыры     | Шварцшильдовский радиус<br>(радиус горизонта событий) |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|
| 10 т                  | $13 \cdot 10^{-15}$ А                                 |
| $10^6$ т              | $13 \cdot 10^{-9}$ А                                  |
| $10^{12}$ т           | $13 \cdot 10^{-3}$ А                                  |
| $10^{15}$ т           | 13 А                                                  |
| 1 масса Земли         | 0,8 см                                                |
| 1 масса Юпитера       | 2,8 м                                                 |
| 1 масса Солнца        | 3 км                                                  |
| 2 массы Солнца        | 6 км                                                  |
| 3 массы Солнца        | 9 км                                                  |
| 5 масс Солнца         | 15 км                                                 |
| 10 масс Солнца        | 30 км                                                 |
| 50 масс Солнца        | 150 км                                                |
| 100 масс Солнца       | 300 км                                                |
| $10^3$ масс Солнца    | $3 \cdot 10^3$ км                                     |
| $10^6$ масс Солнца    | 10 световых секунд                                    |
| $10^9$ масс Солнца    | 2,8 свет. часов                                       |
| $10^{12}$ масс Солнца | 117 свет. дней                                        |
| $10^{15}$ масс Солнца | 320 свет. лет                                         |

- Немецкий астроном Карл Шварцшильд (Karl Schwarzschild, 1873–1916) в последние годы своей жизни, используя уравнения общей теории относительности Эйнштейна, рассчитал гравитационное поле вокруг массы нулевого объема.)

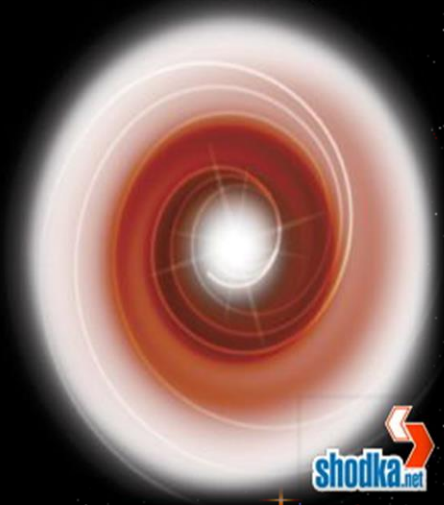


Астрономы наблюдали взрывы сверхновых звёзд  
и обнаружили на их месте пятнистые объекты,  
которые, по их мнению, и являются чёрными  
дырами.

Black Hole X-ray Nova



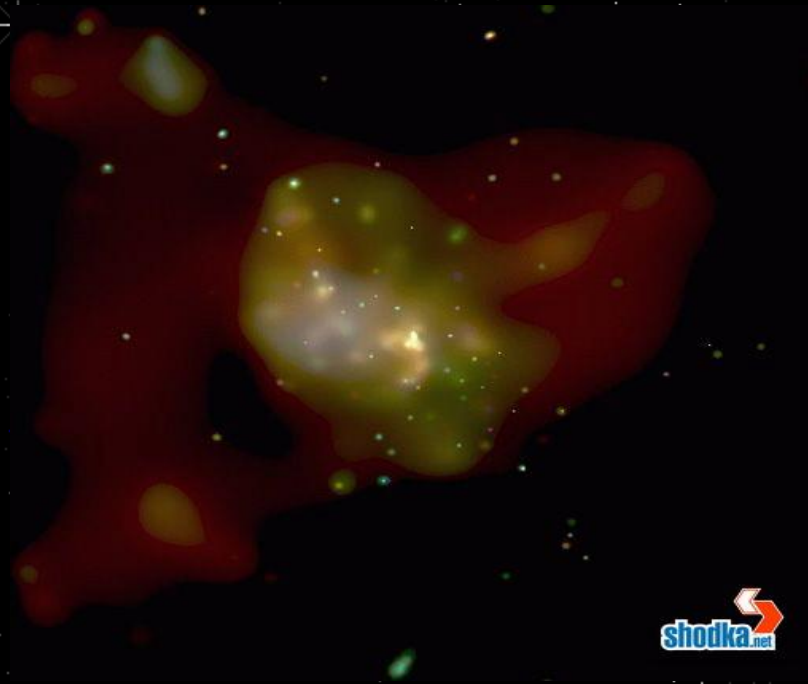
Neutron Star X-ray Nova



Чёрные дыры нельзя  
непосредственно увидеть,  
но о их присутствии иногда  
можно судить по действию  
их гравитационного поля  
на ближайшие объекты.



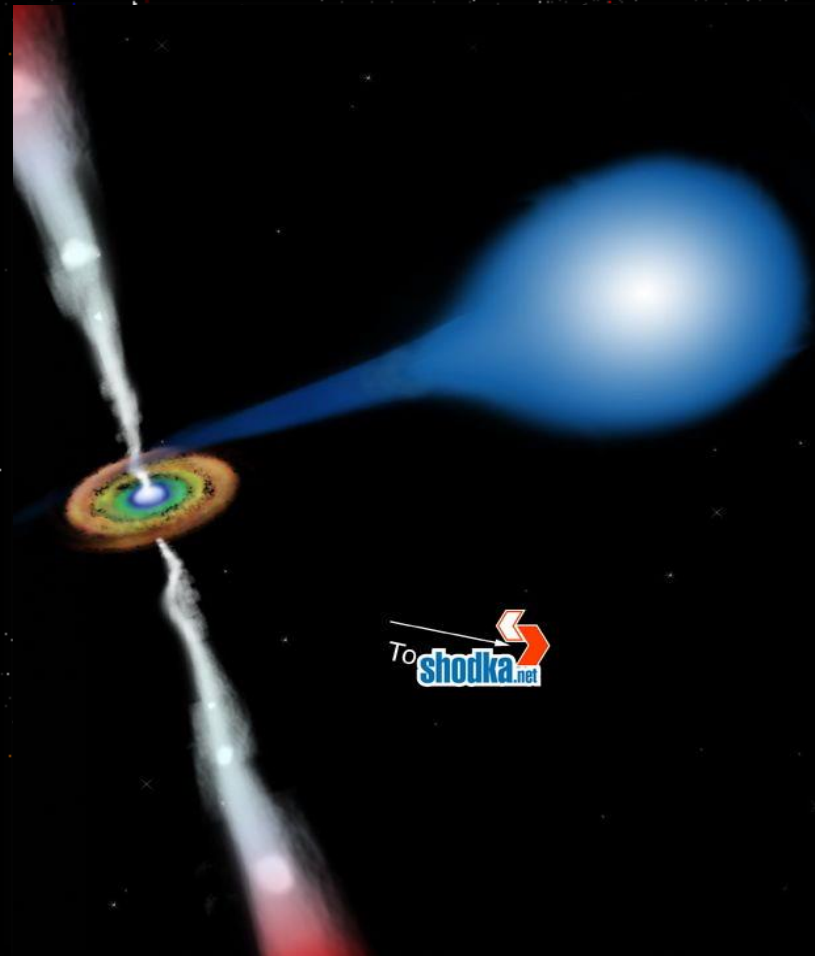
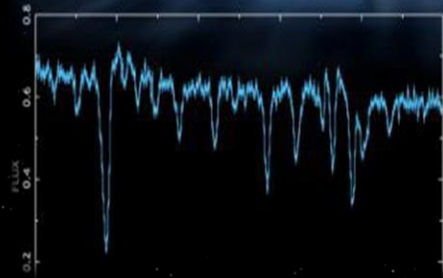
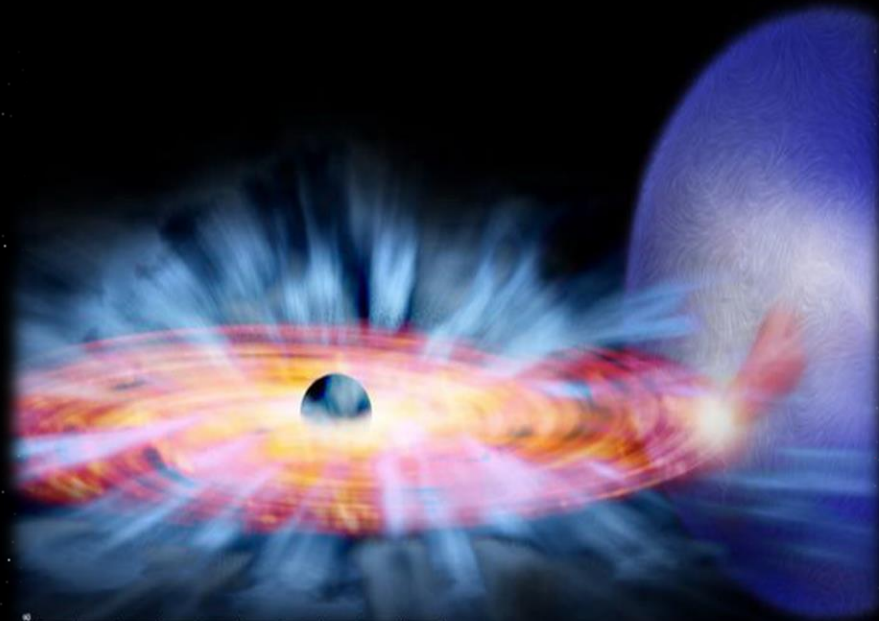
shodka.net



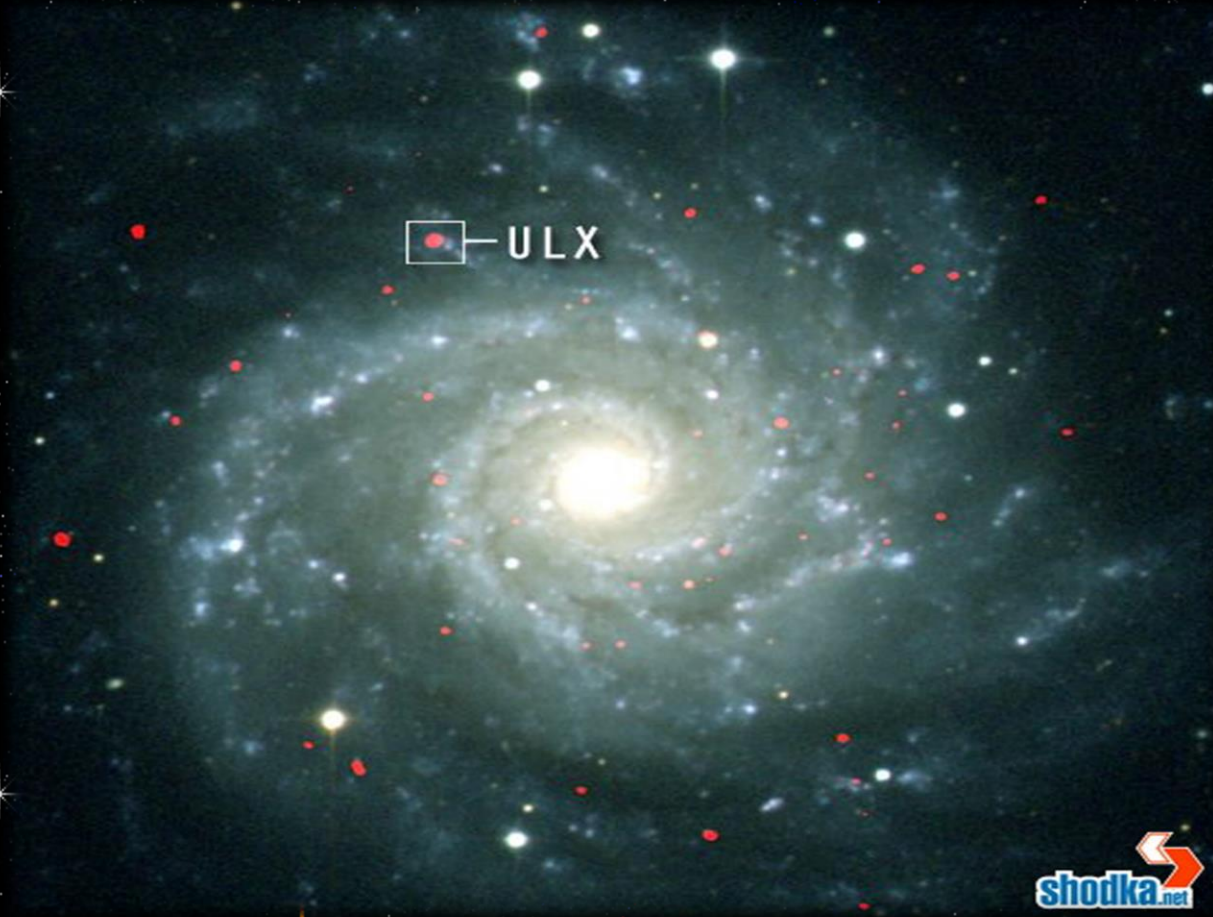
shodka.net



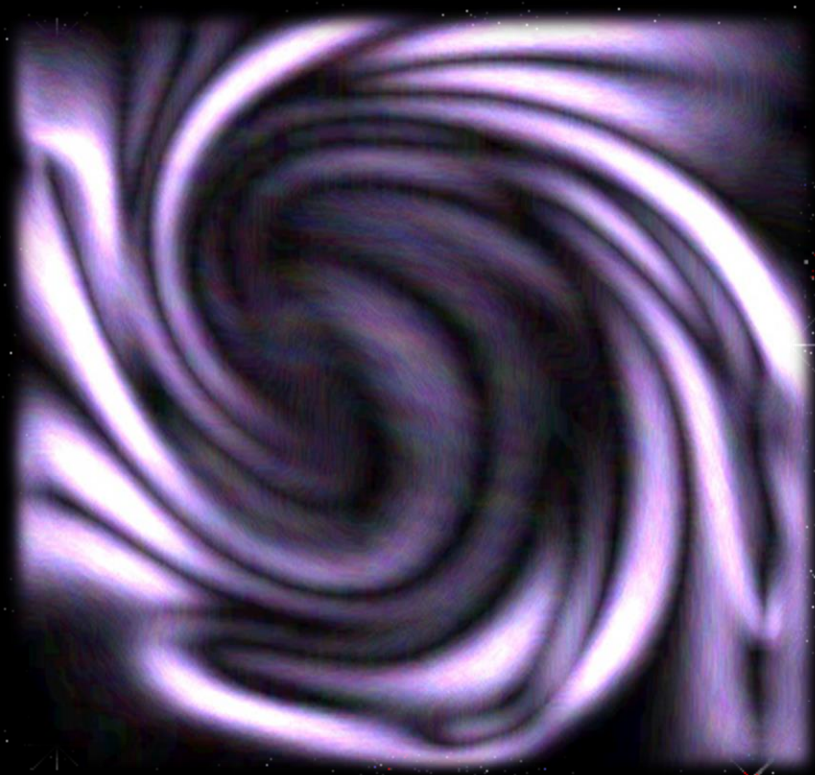
Система звезда-и-чёрная дыра находится приблизительно на удалении в 10,000 световых лет в пределах нашей галактики Млечного пути.



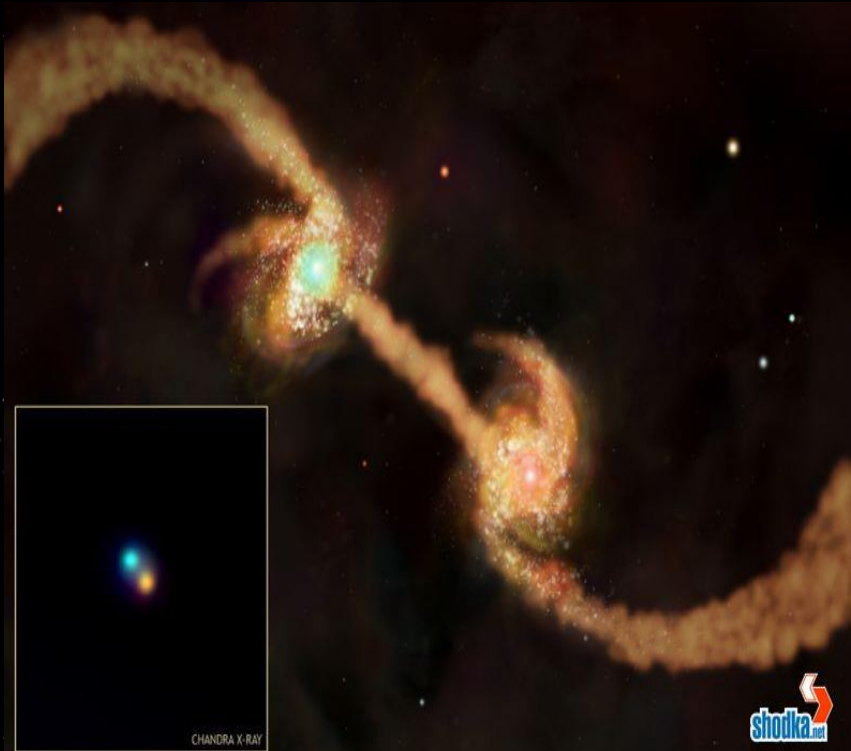
Считается, что черные дыры, размером со звезду, являются телами больших звёзд, которые просто уменьшились до таких размеров после того, как израсходовали всё своё водородное топливо.

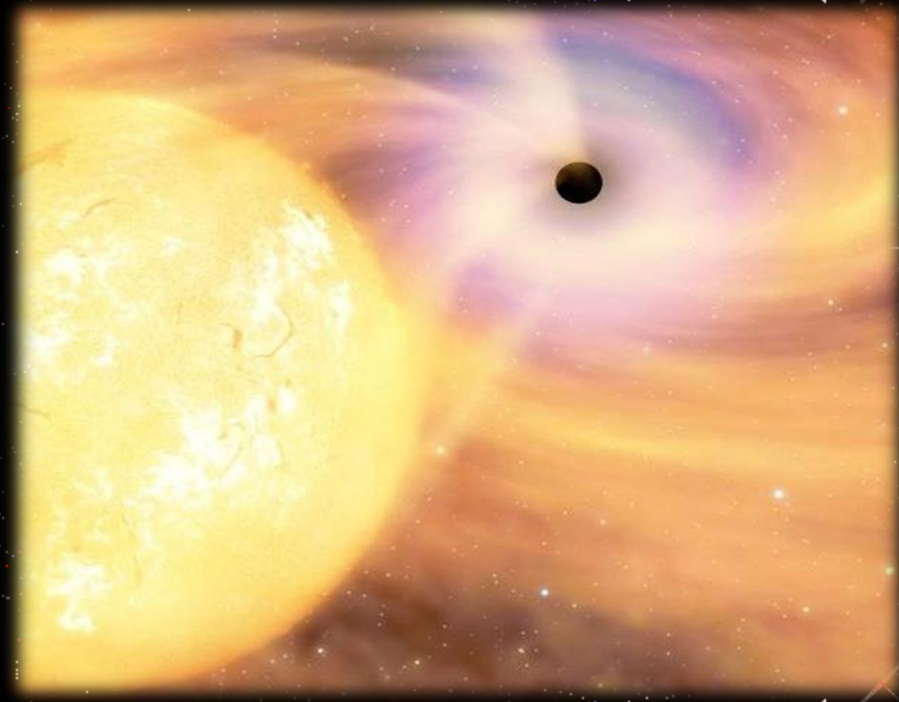
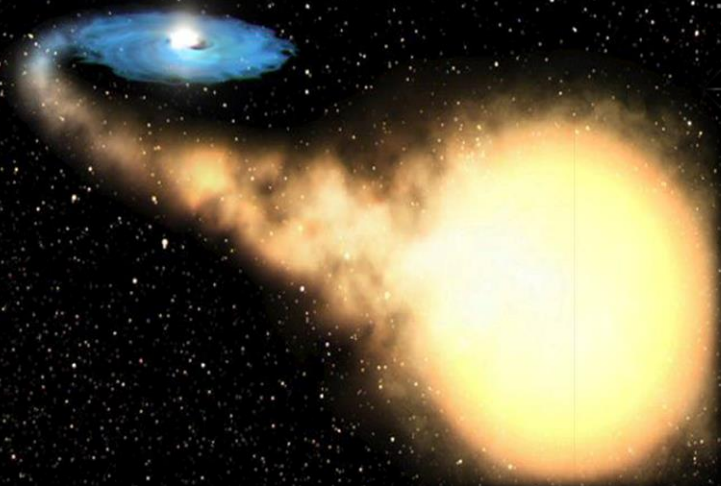


Как известно, «черные дыры»  
нельзя обнаружить  
непосредственными  
наблюдениями — их существование  
устанавливается по тому мощному  
влиянию, которое они оказывают на  
другие объекты или по мощному  
рентгеновскому излучению.



Наблюдения так называемых систем двойных звезд, когда в телескоп видна лишь одна звезда, дают основание считать, что невидимый партнер - черная дыра. Звезды этой пары расположены так близко одна к другой, что невидимая масса "высасывает" вещество видимой звезды и поглощает его.





В некоторых случаях удастся определить время оборота звезды вокруг ее невидимого партнера и расстояние до невидимки, что позволяет рассчитать скрытую от наблюдения массу.

Вращаются горячая голубая звезда и, по  
всей вероятности, черная дыра с массой,  
равной 16 массам Солнца.



Светящееся небесное тело, обладающее плотностью, равной плотности Земли, и диаметром, в двести пятьдесят раз превосходящим диаметр Солнца, из-за силы своего притяжения не даст своему свету достигнуть нас. Таким образом, возможно, что самые большие светящиеся тела во Вселенной именно по причине своей величины остаются невидимыми.



Черная дыра, выброшенная 7 млрд. лет  
назад из шарового скопления,  
продолжает пожирать своего компаньона



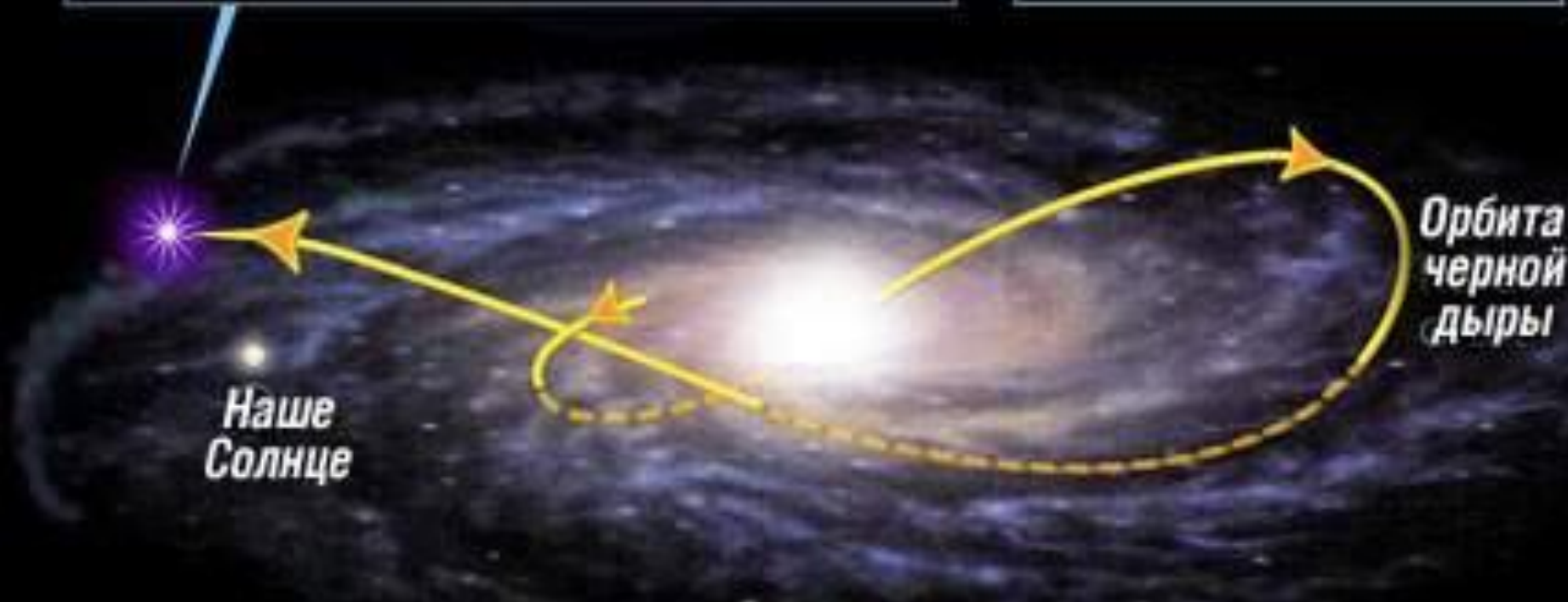
Вид на орбиту  
из плоскости Галактики

Черная дыра



Солнце

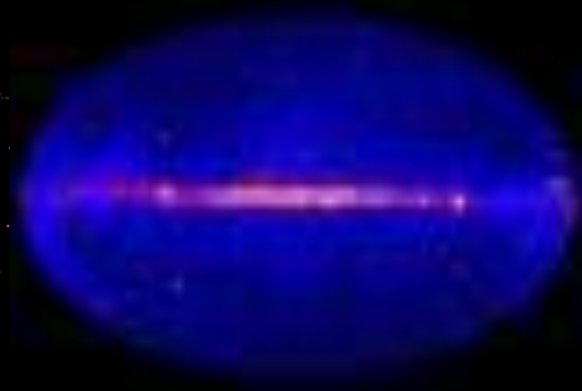
Млечный Путь



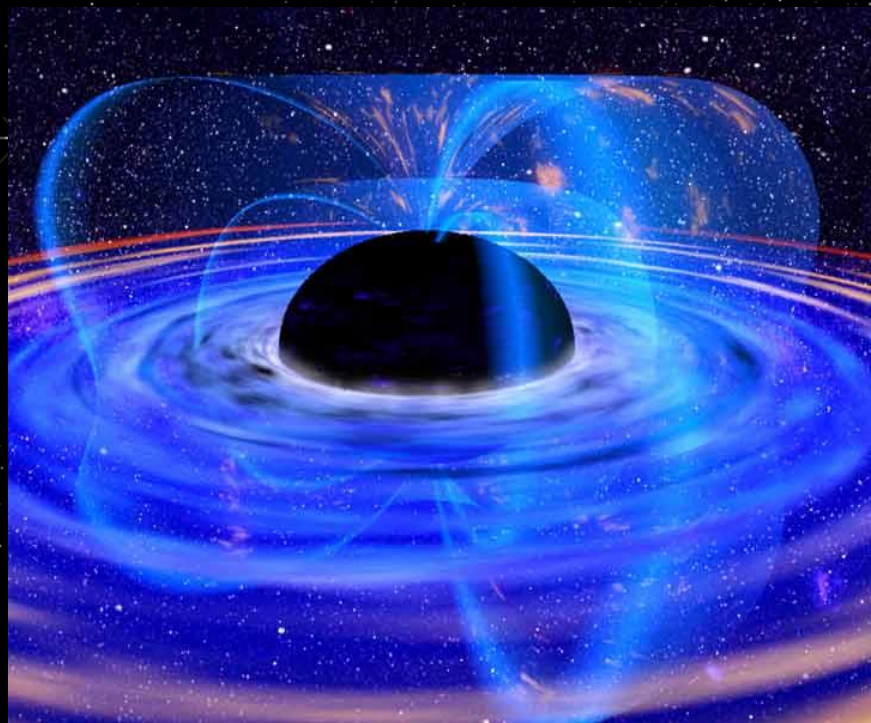
Наше  
Солнце

Орбита  
черной  
дыры

Наша Галактика в представлении художника



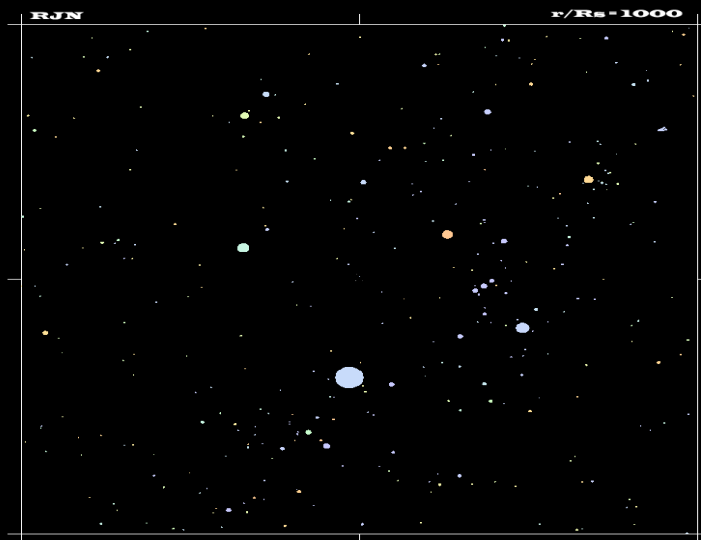
По непонятным пока причинам,  
затухающая звезда трансформируется в  
сверхновую прежде, чем взорваться.



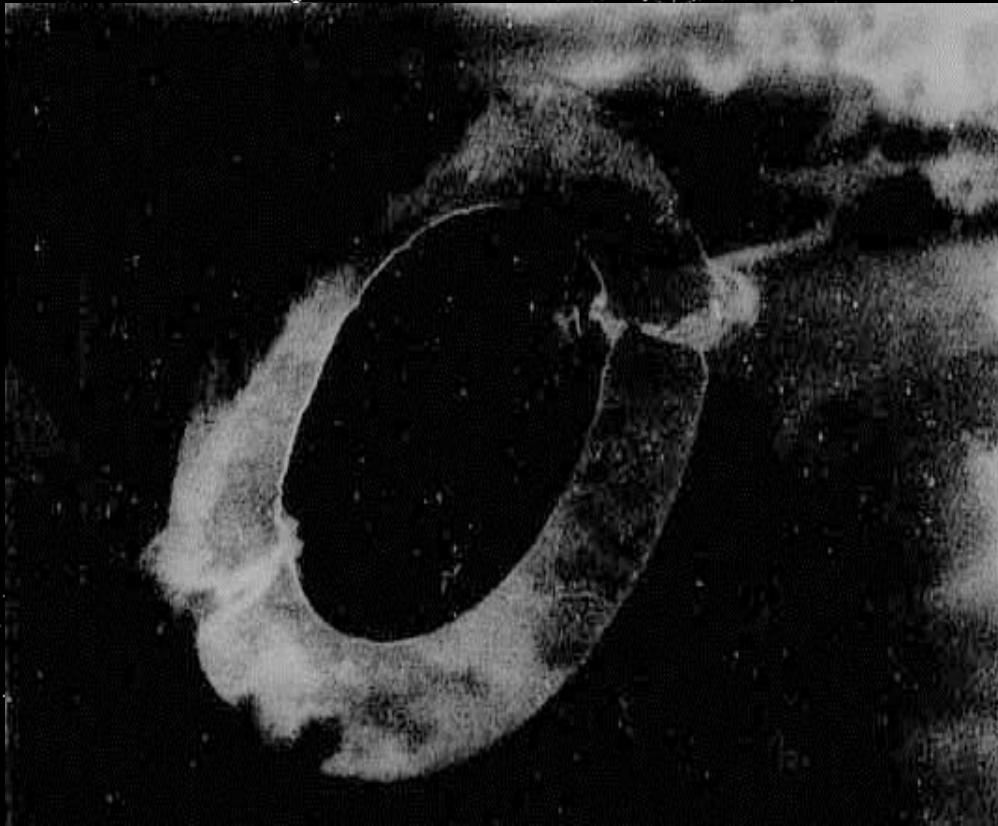
Красиво, но  
чрезвычайно  
опасно.



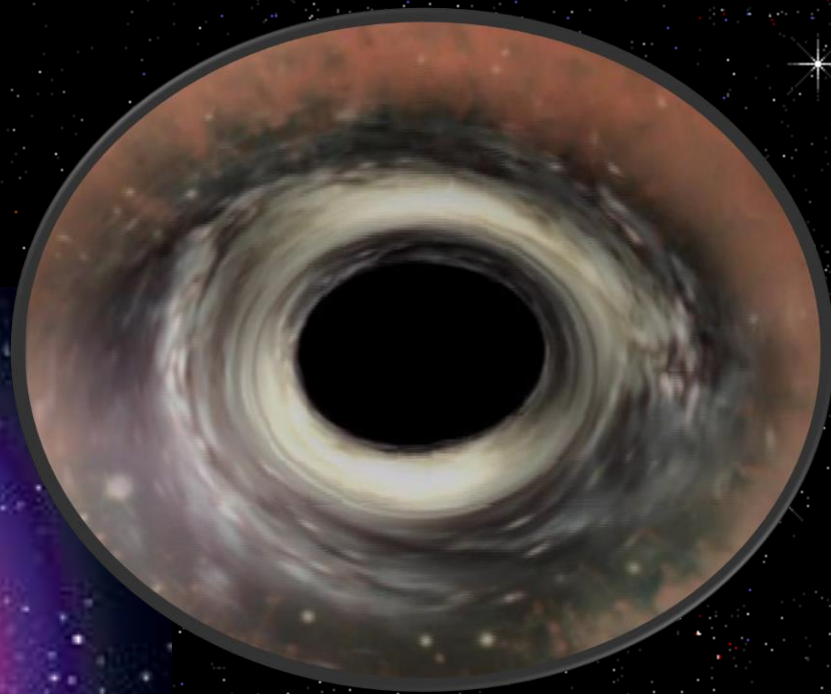
× Слишком близко  
к черной дыре



# Небольшие последствия возникновения черных дыр



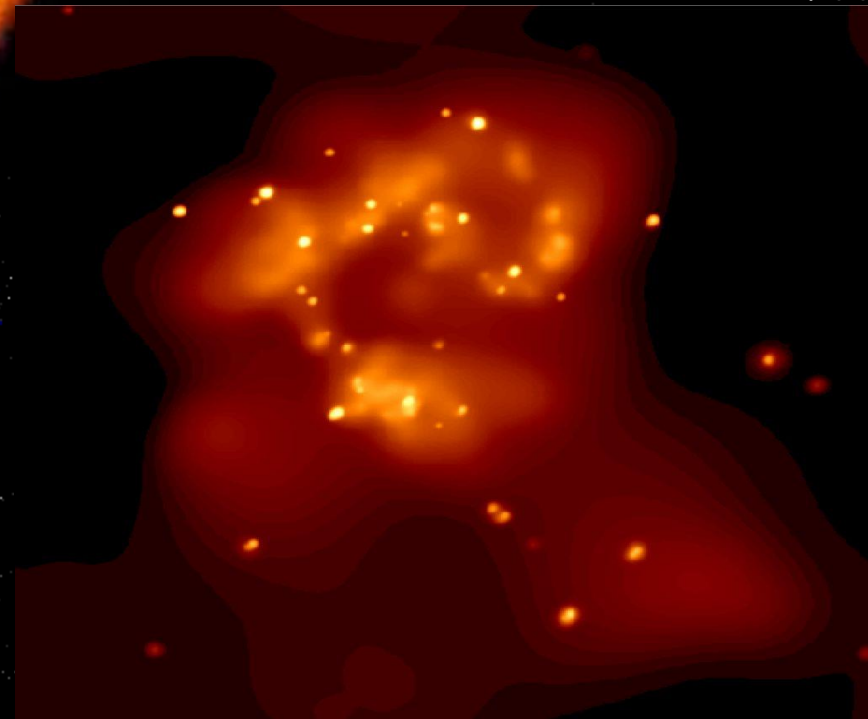
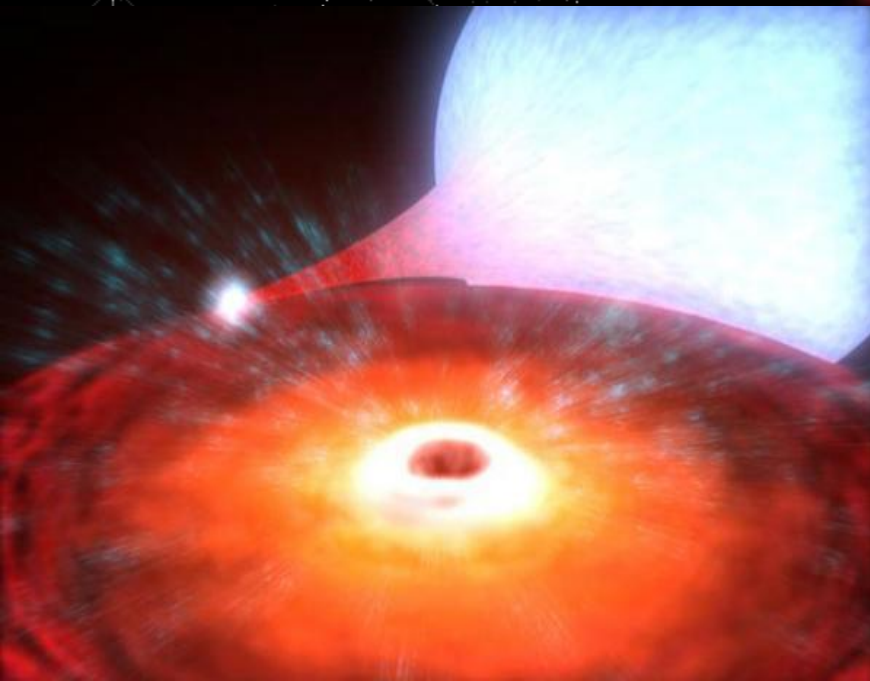
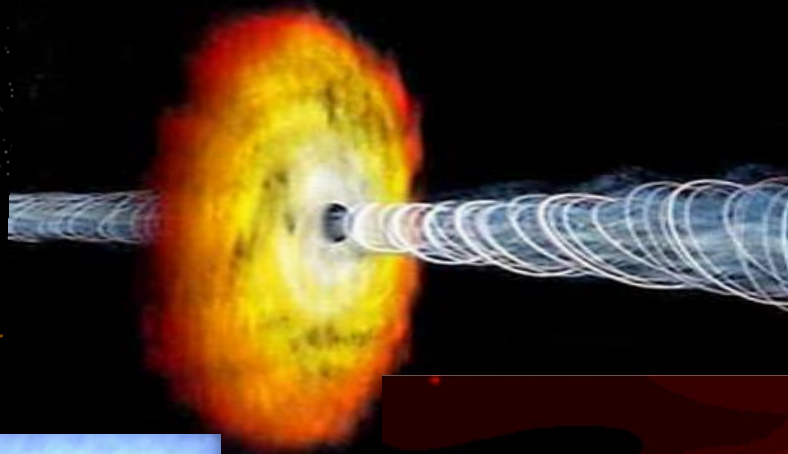
# Черные дыры



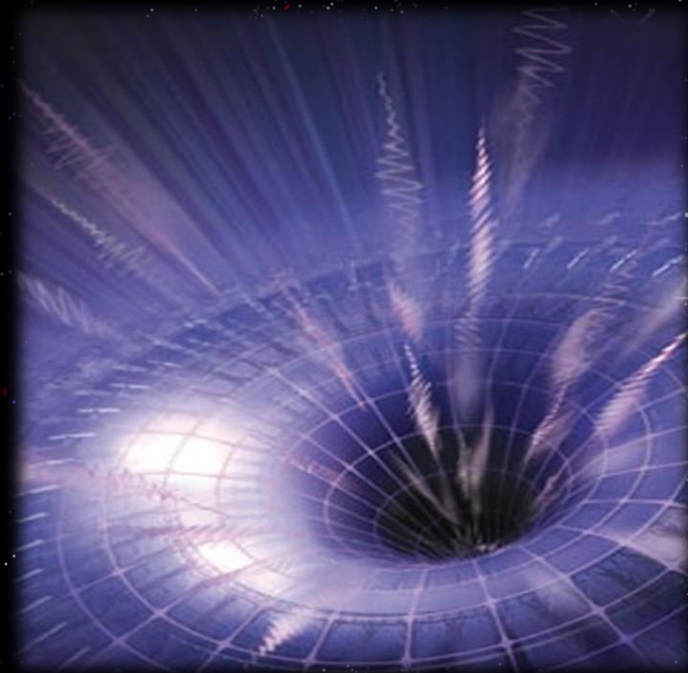
# Квазары



# Черные дыры. Кваары



# Черные дыры



# Черные дыры

