

**Из всех известных человечеству  
объектов, которые находятся в  
космическом пространстве,**

# **ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ**

**производят самое  
жуткое и непонятное  
впечатление.**

**Они являются объектами с чрезвычайно высокой плотностью.**

**И обладают таким сильным гравитационным притяжением, что даже свет не может убежать от их чудовищных объятий.**

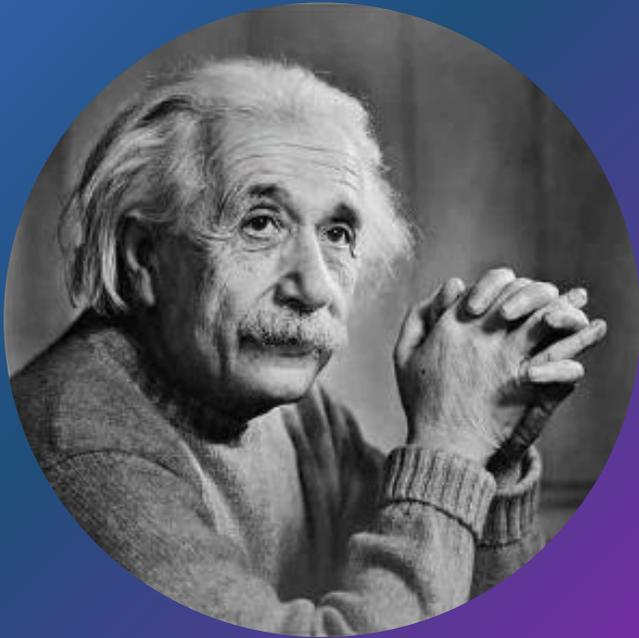


первые теоретическое существование черных дыр, еще задолго до их фактического открытия предположил некто Джон Мичел (английский священник в графстве Йоркшир, на досуге увлекающийся астрономией) далекою 1783 году.

По его расчетам, если наше Солнце взять и сжать до радиуса в 3 км, образуется настолько большая (просто огромная) сила гравитации, что даже свет не сможет ее покинуть.

Так и появилось понятие «Черная дыра»





**Альберт Эйнштейн впервые предсказал существование черных дыр в 1916 году в своей общей теории относительности.**

**Но только в 1967 году стараниями американского астрофизика Джона Уиллера понятие черных дыр окончательно завоевало место в академических кругах.**

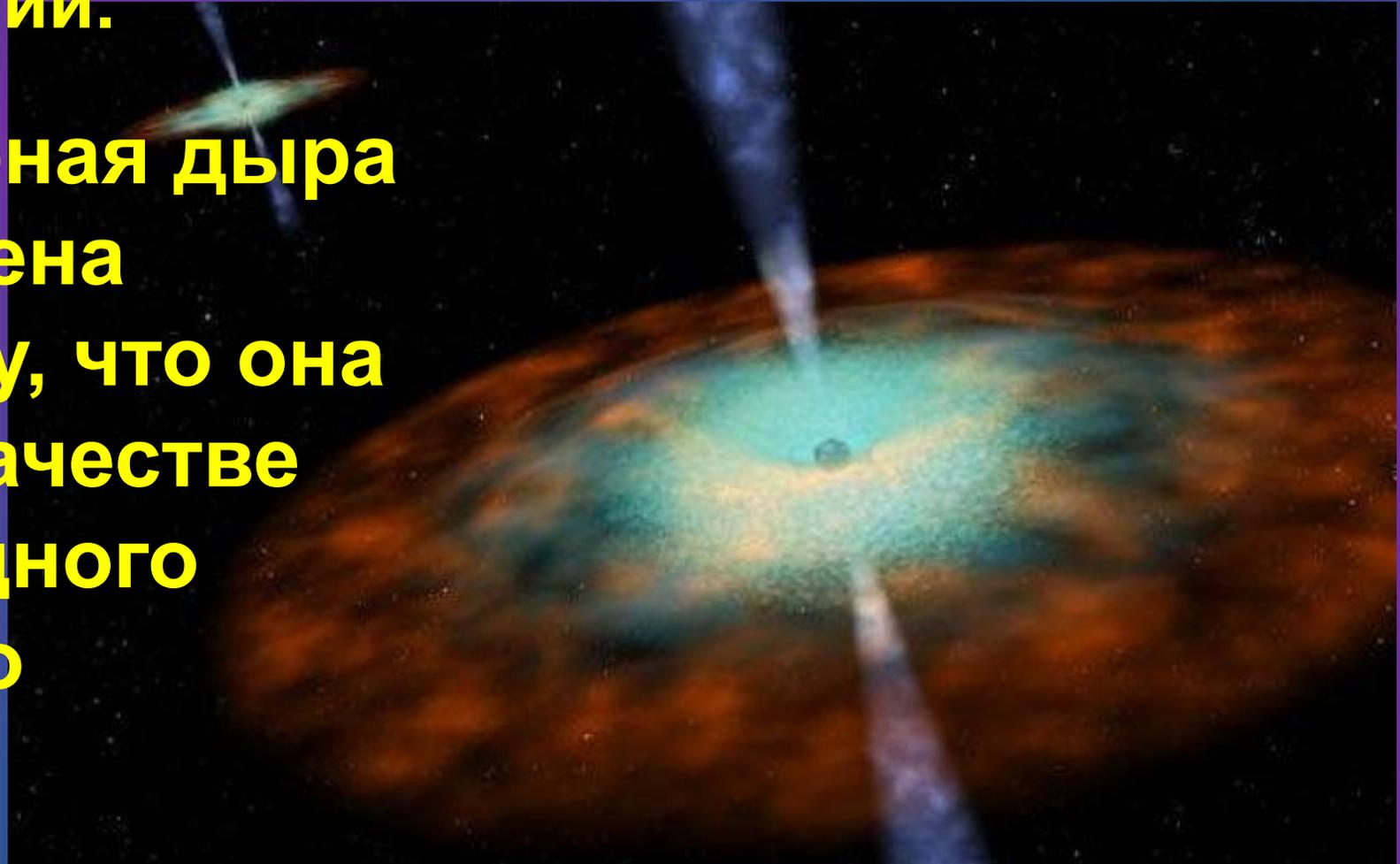


**И Мичел, и Эйнштейн, и Уиллер в своих работах предполагали только теоретическое существование этих загадочных небесных объектов в космическом пространстве,**

**однако впервые черную дыру «заметили» в 1971 году, именно тогда они впервые были обнаружены при помощи телескопа.**

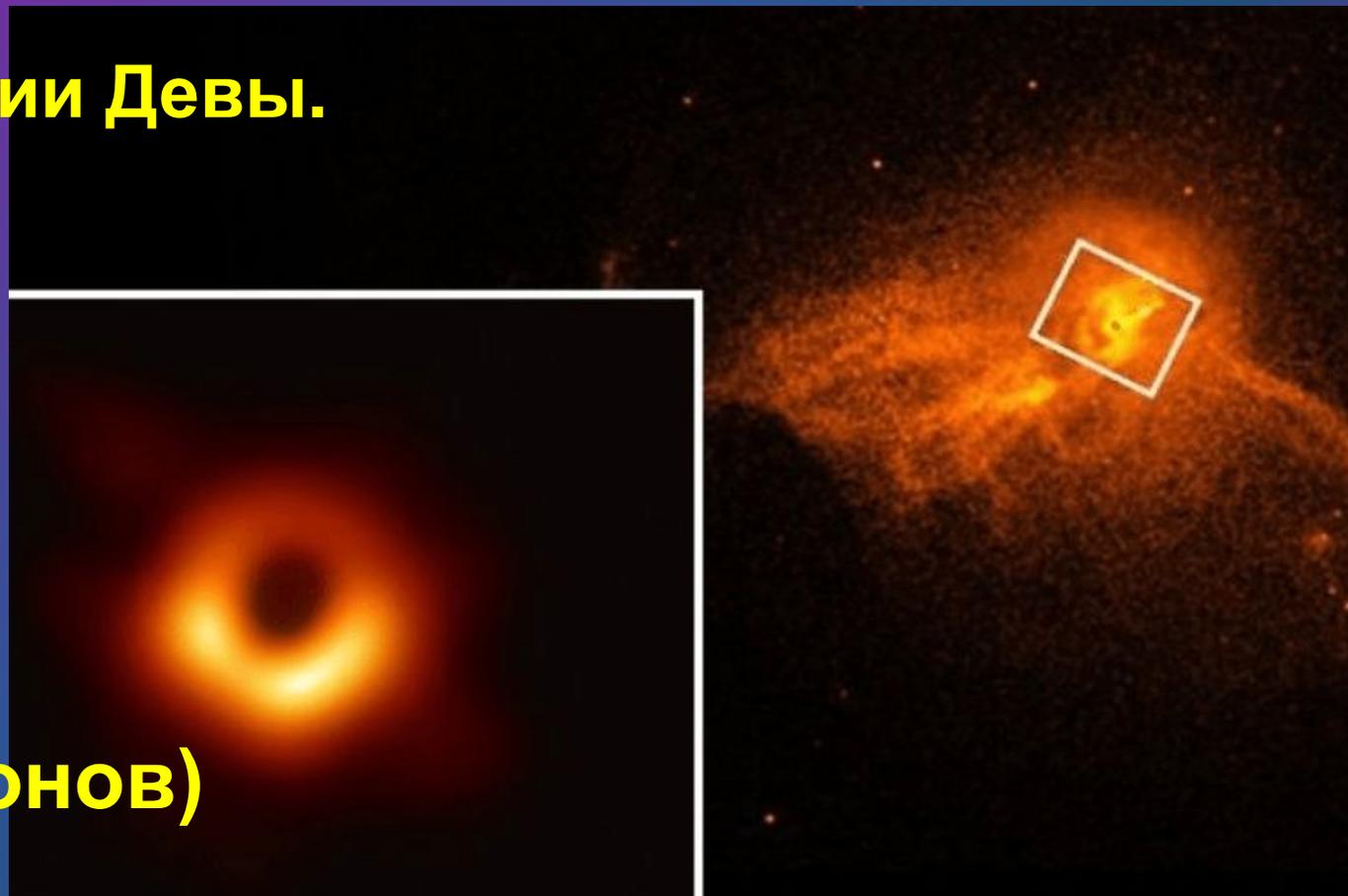
**Черные дыры не видны в телескопе, но их обнаруживают благодаря свечению в районе горизонта событий.**

**Так первая чёрная дыра была обнаружена благодаря тому, что она выступала в качестве источника мощного рентгеновского излучения.**



В 2019 году ученым удалось впервые сделать фотографию черной дыры - сверхмассивного коллапсара в далекой галактике Messier 87, находящейся в скоплении Девы.

Расстояние до этой черной дыры – около 50 млн световых лет, или почти 500 квинтиллионов (500 миллионов триллионов) километров.



Чтобы ее сфотографировать, потребовалась сеть из восьми телескопов, расположенных на разных континентах.



То, что мы видим на снимке, больше по размеру, чем вся наша Солнечная система

Масса этой черной дыры превышает солнечную в 6,5 млрд раз.



**Идеально круглую черную дыру окружает «огненное кольцо» - это устремляющийся в нее горячий газ, разогретый до невероятных температур.**

**Газ светится так сильно, что затмевает по яркости несколько миллиардов звезд, расположенных в той же галактике, - поэтому его можно увидеть с Земли.**



**Сама черная окружность - это область внутри горизонта событий, откуда свет вырваться уже не может. Там перестают действовать все привычные нам законы физики.**

# Черные дыры имеют три «слоя»

-это самый внешний слой, из которого материалы все еще могут вырваться из гравитации черной дыры. Гравитационное притяжение этого слоя не такое сильное, как в центральном или среднем слое.

**внешний**

-это центральный слой. Это регион, откуда вещество не может убежать. Он толкает вещество к центру черной дыры, где гравитационное воздействие является наиболее сильным.

**горизонт событий**

-центр черной дыры. Это область, где вся масса сжимается до почти нулевого объема. Имеет почти бесконечную плотность и порождает огромную гравитационную силу.

**сингулярность**

# Как образуются черные дыры

Пока звезда горит - в ней происходит противоборство двух сил - гравитации и давления.

Гравитация стремится сжать материю звезды, давление сопротивляется этому.

В течении всей жизни звезды эти силы уравнивают друг друга.

Именно поэтому звезды принимают форму гигантских шаров - граница шара как раз соответствует той границе, где давление и гравитация уравнивают друг друга.



**Пока звезда горит в ней происходят термоядерные реакции в ходе которых одни химические элементы превращаются в другие и выделяется энергия.**

**Когда в звезде заканчивается «топливо» для термоядерной реакции гравитация начинает брать верх над давлением и материал ядра звезды начинает спрессовываться все сильнее.**

**Чем более массивным становится ядро, тем сильнее гравитационное притяжение, которое сжимает материю все сильнее.**



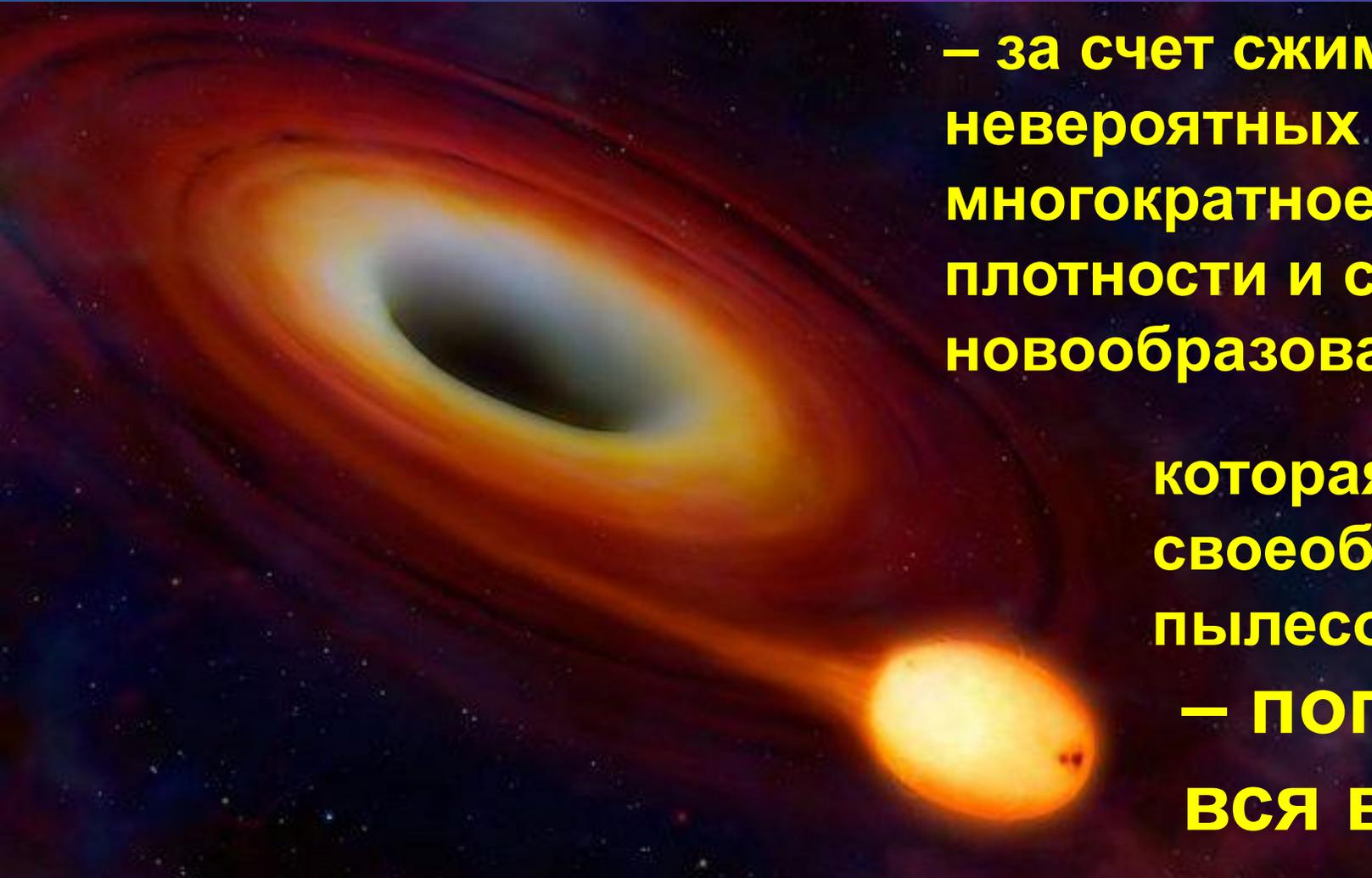
Радиус Шварцшильда (гравитационный радиус) представляет собой характерный радиус, определенный для любого физического тела, обладающего массой.

Физическое тело, радиус которого меньше его радиуса Шварцшильда, превращается в черную дыру.

Радиус Шварцшильда для тела с массой Земли равен 9 мм, для Солнца  $\approx 3$  км.



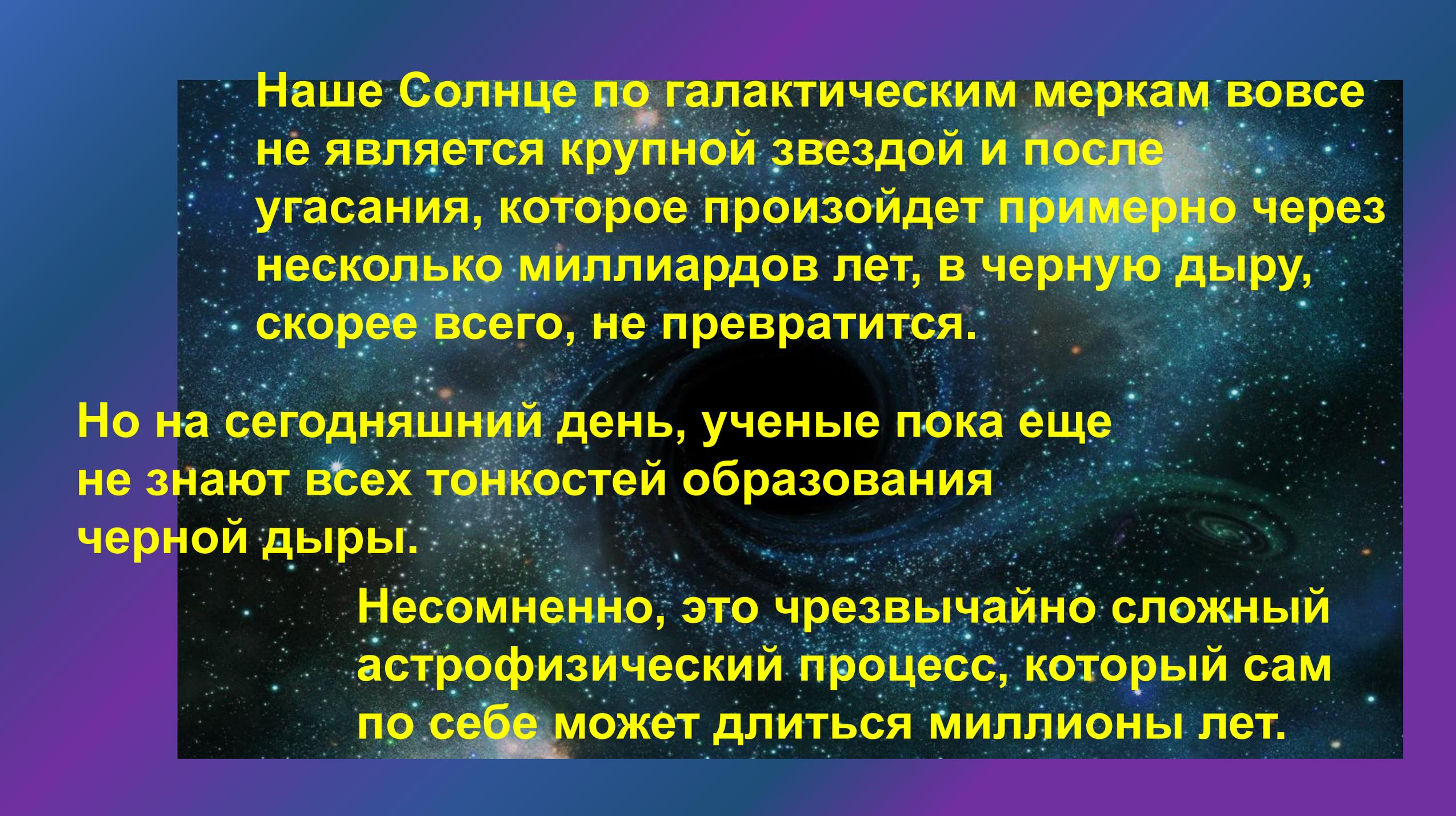
**В черную дыру, обычно, превращаются самые крупные звезды, обладающие невероятно внушительными размерами**



**– за счет сжимания этих самых невероятных размеров происходит многократное увеличение плотности и силы гравитации новообразованной черной дыры,**

**которая превращается в своеобразный галактический пылесос**

**– поглощает все и вся вокруг себя.**



**Наше Солнце по галактическим меркам вовсе не является крупной звездой и после угасания, которое произойдет примерно через несколько миллиардов лет, в черную дыру, скорее всего, не превратится.**

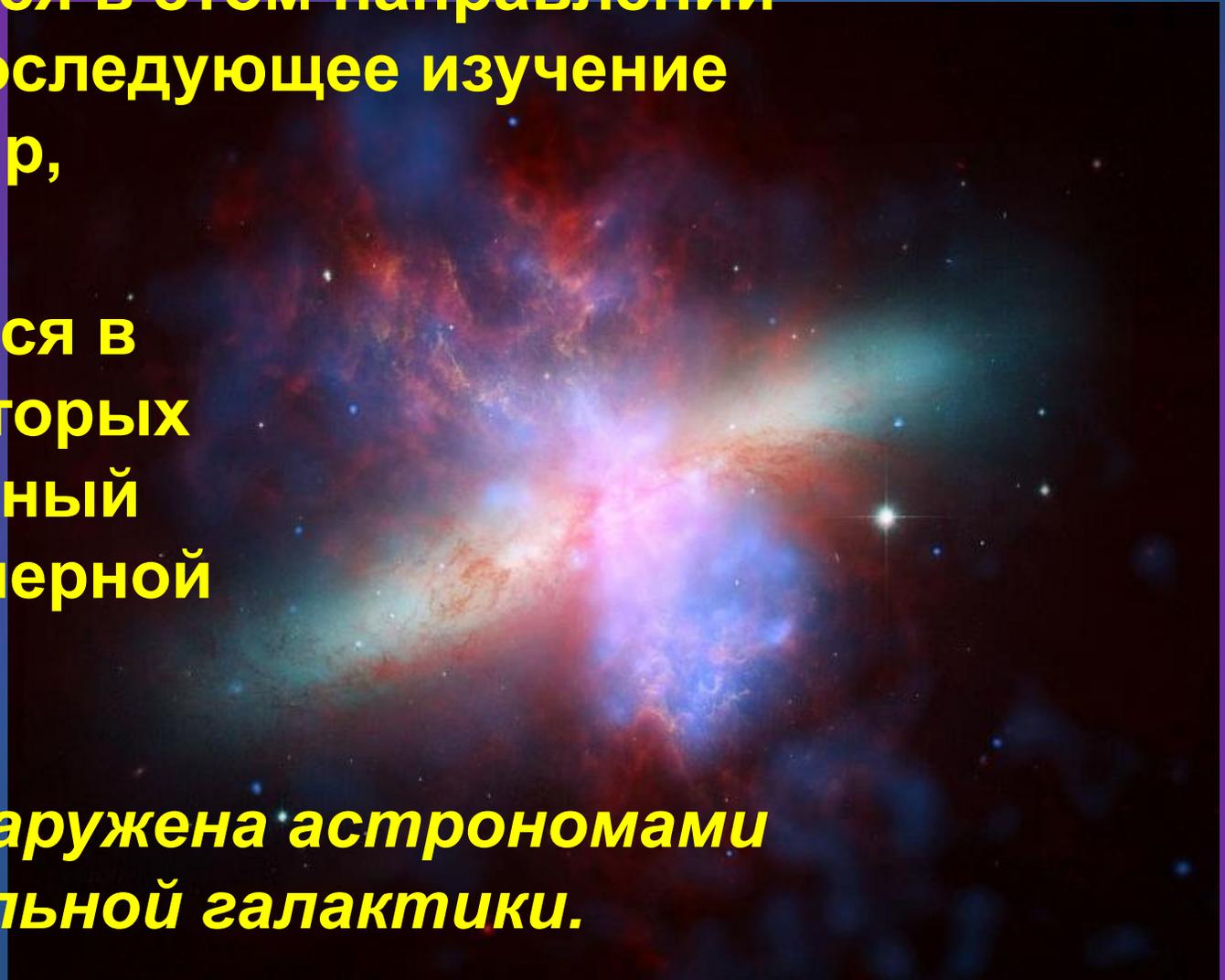
**Но на сегодняшний день, ученые пока еще не знают всех тонкостей образования черной дыры.**

**Несомненно, это чрезвычайно сложный астрофизический процесс, который сам по себе может длиться миллионы лет.**

**Хотя возможно продвинуться в этом направлении могло бы обнаружение и последующее изучение промежуточных черных дыр,**

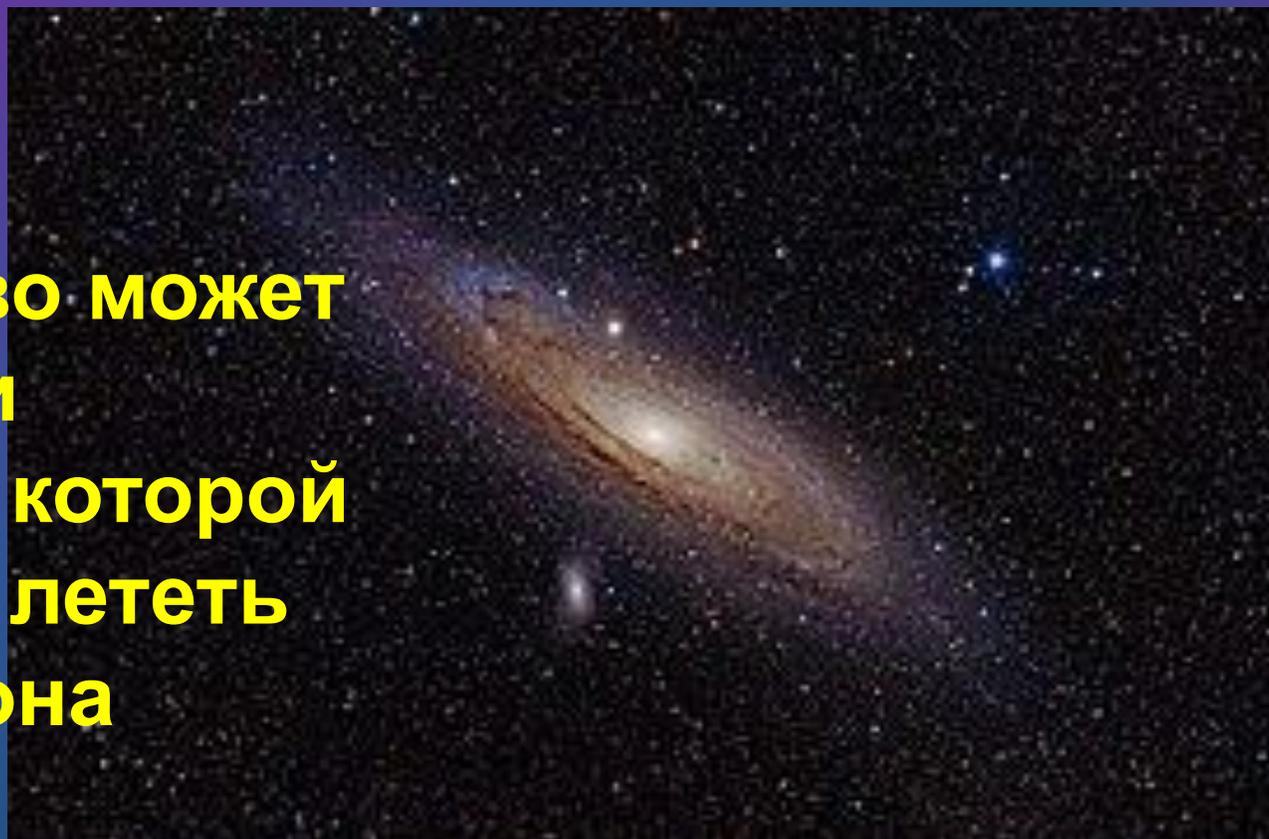
**то есть звезд, находящихся в состоянии угасания, у которых как раз происходит активный процесс формирования черной дыры.**

***Подобная звезда была обнаружена астрономами в 2014 году в рукаве спиральной галактики.***



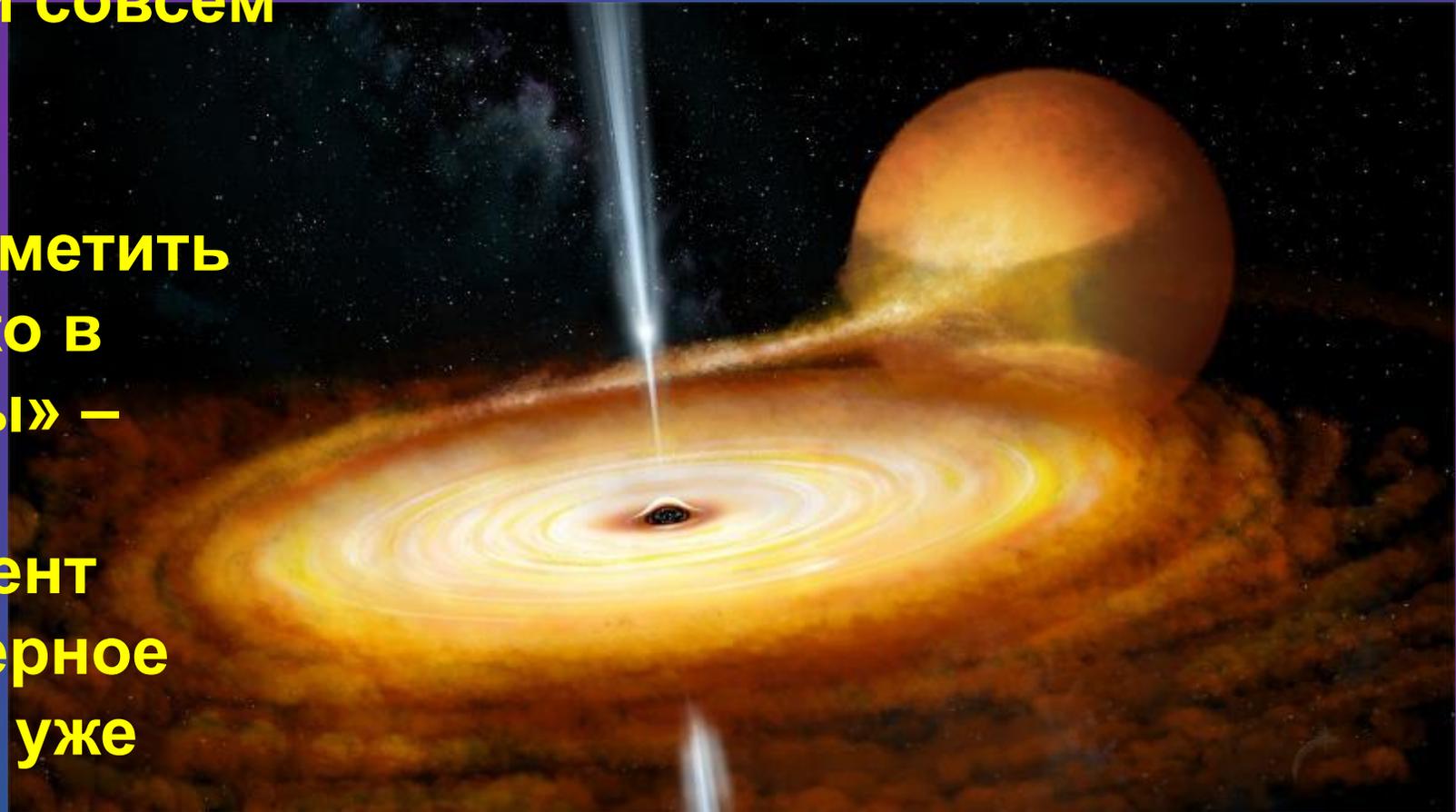
**Согласно теориям современных ученых в нашей галактике Млечного пути может находиться до сотни миллионов черных дыр.**

**Не меньшее их количество может быть и в соседней с нами галактике Андромеда, до которой от нашего Млечного пути лететь всего нечего – 2,5 миллиона световых лет.**



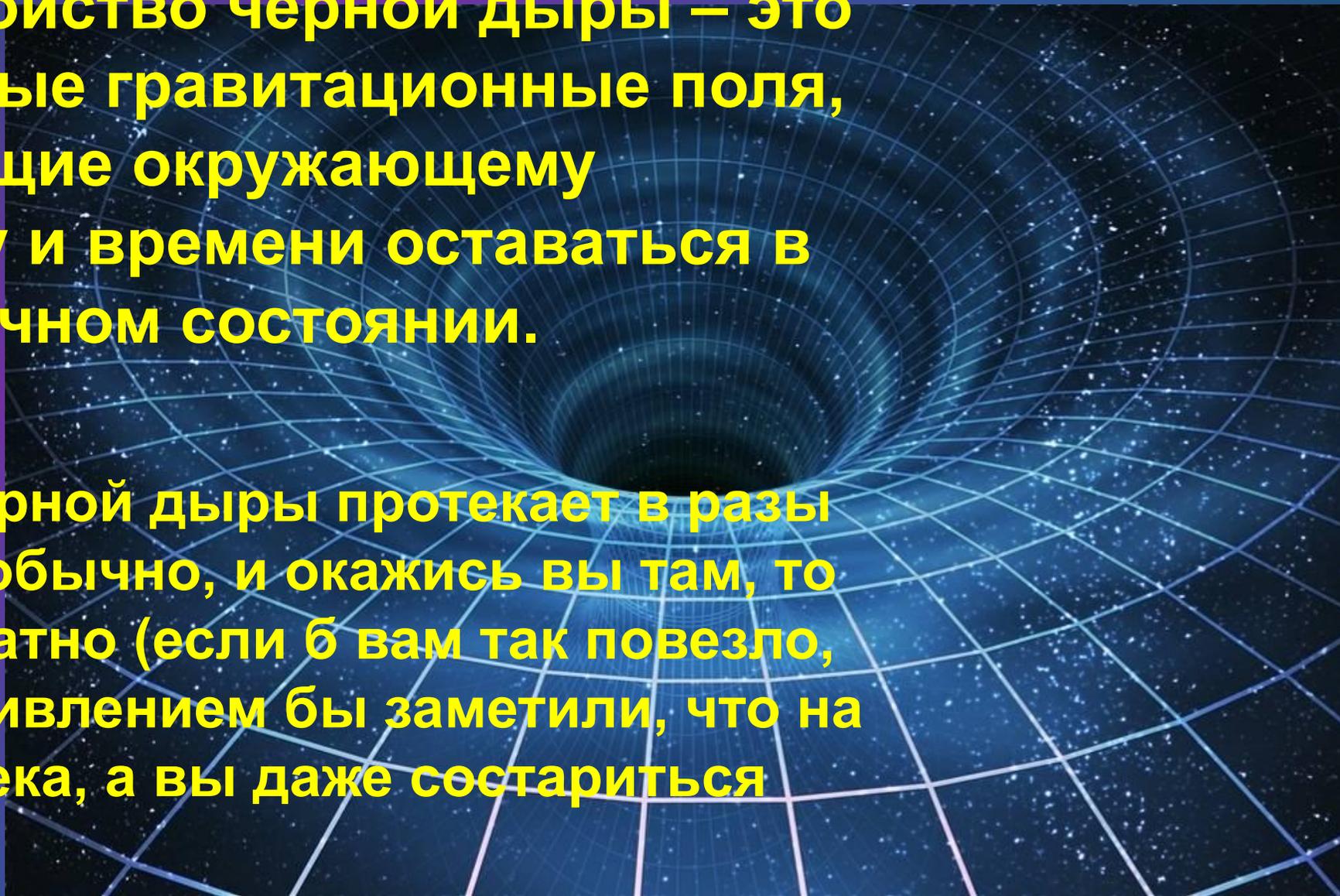
Несмотря на огромную массу (которая в сотни тысяч раз превосходит массу нашего Солнца) и невероятной силы гравитацию увидеть черные дыры в телескоп было не просто, ведь они совсем не излучают свет.

Ученым удалось заметить черную дыру только в момент ее «трапезы» – поглощения другой звезды, в этот момент появляется характерное излучение, которое уже можно наблюдать.



**Основное свойство черной дыры – это ее невероятные гравитационные поля, не позволяющие окружающему пространству и времени оставаться в своем привычном состоянии.**

**Время внутри черной дыры протекает в разы медленнее, чем обычно, и окажись вы там, то вернувшись обратно (если б вам так повезло, разумеется) с удивлением бы заметили, что на Земле прошли века, а вы даже состариться не успели.**



**Хотя окажись внутри черной дыры, вы вряд ли бы выжили, так как сила гравитации там такая, что любой материальный объект просто разорвала бы даже не на части, на атомы.**



**А вот окажись вы даже поблизости черной дыры, в пределах действия ее гравитационного поля, то вам тоже пришлось бы не сладко, так как, чем сильнее вы бы сопротивлялись ее гравитации, пытаясь улететь подальше, тем быстрее бы упали в нее.**

**Английский астроном С. Хокинг открыл интересный факт: черные дыры также, оказывается, выделяют испарение. Правда это касается только дыр сравнительно небольшой массы.**

**Мощная гравитация около них рождает пары частиц и античастиц, один из пары втягивается дырой внутрь, а второй исторгается наружу.**

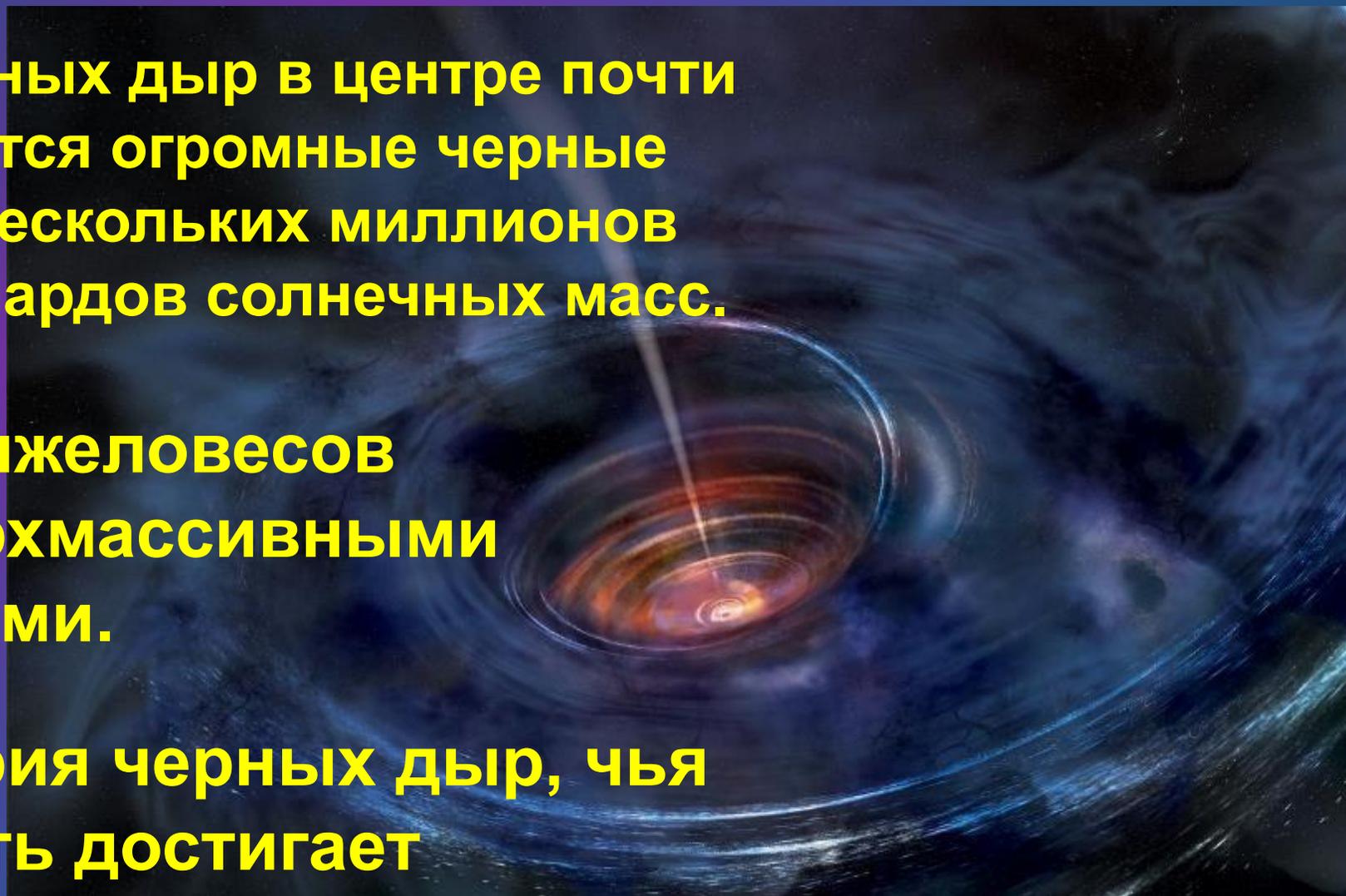
**Таким образом, черная дыра излучает жесткие античастицы и гамма-кванты.**



**Согласно теории черных дыр в центре почти всех галактик находятся огромные черные дыры с массами от нескольких миллионов до нескольких миллиардов солнечных масс.**

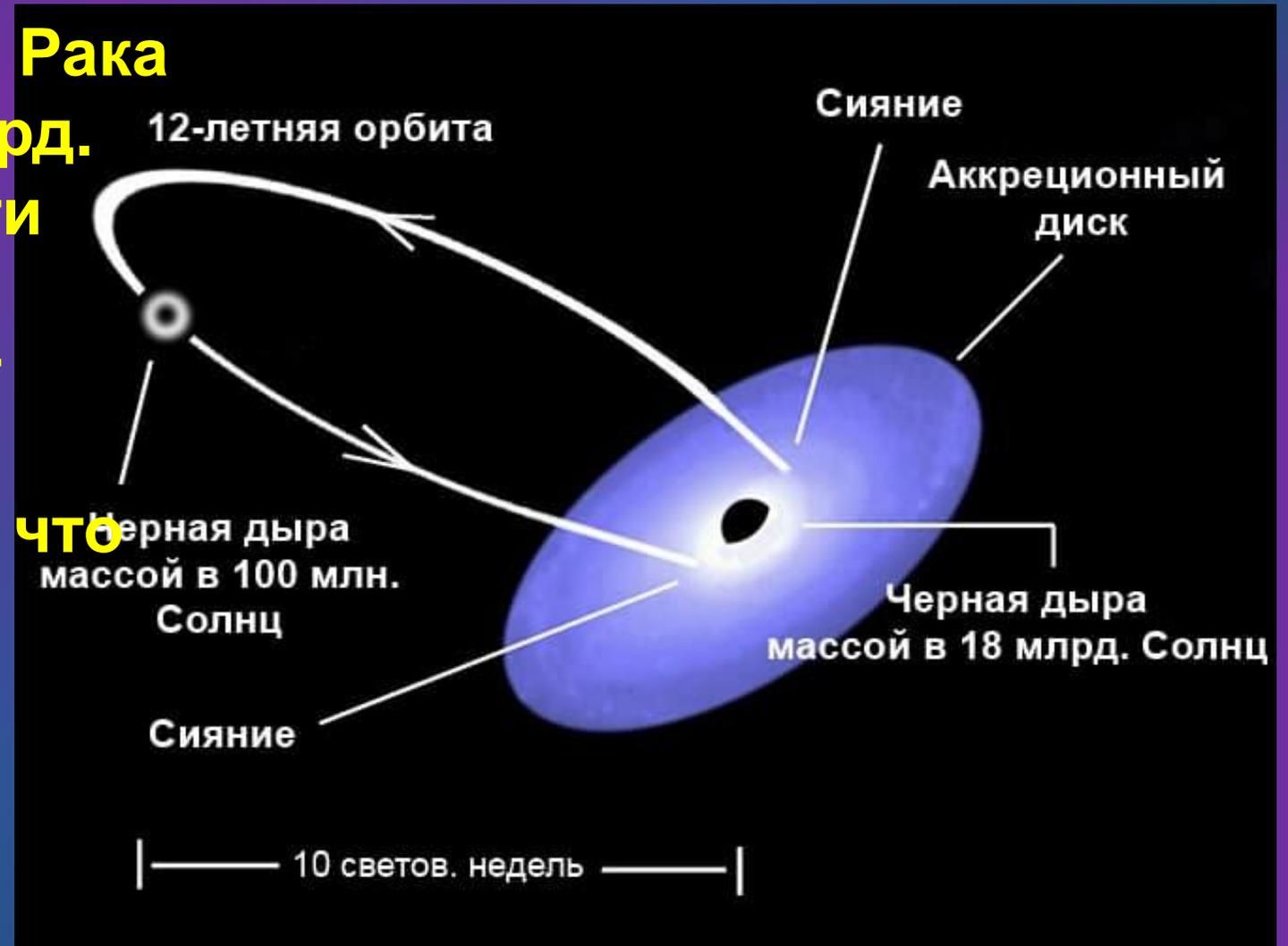
**Наибольших тяжеловесов называют сверхмассивными черными дырами.**

**Это категория черных дыр, чья массивность достигает  $10^5$ - $10^{10}$  солнечных.**



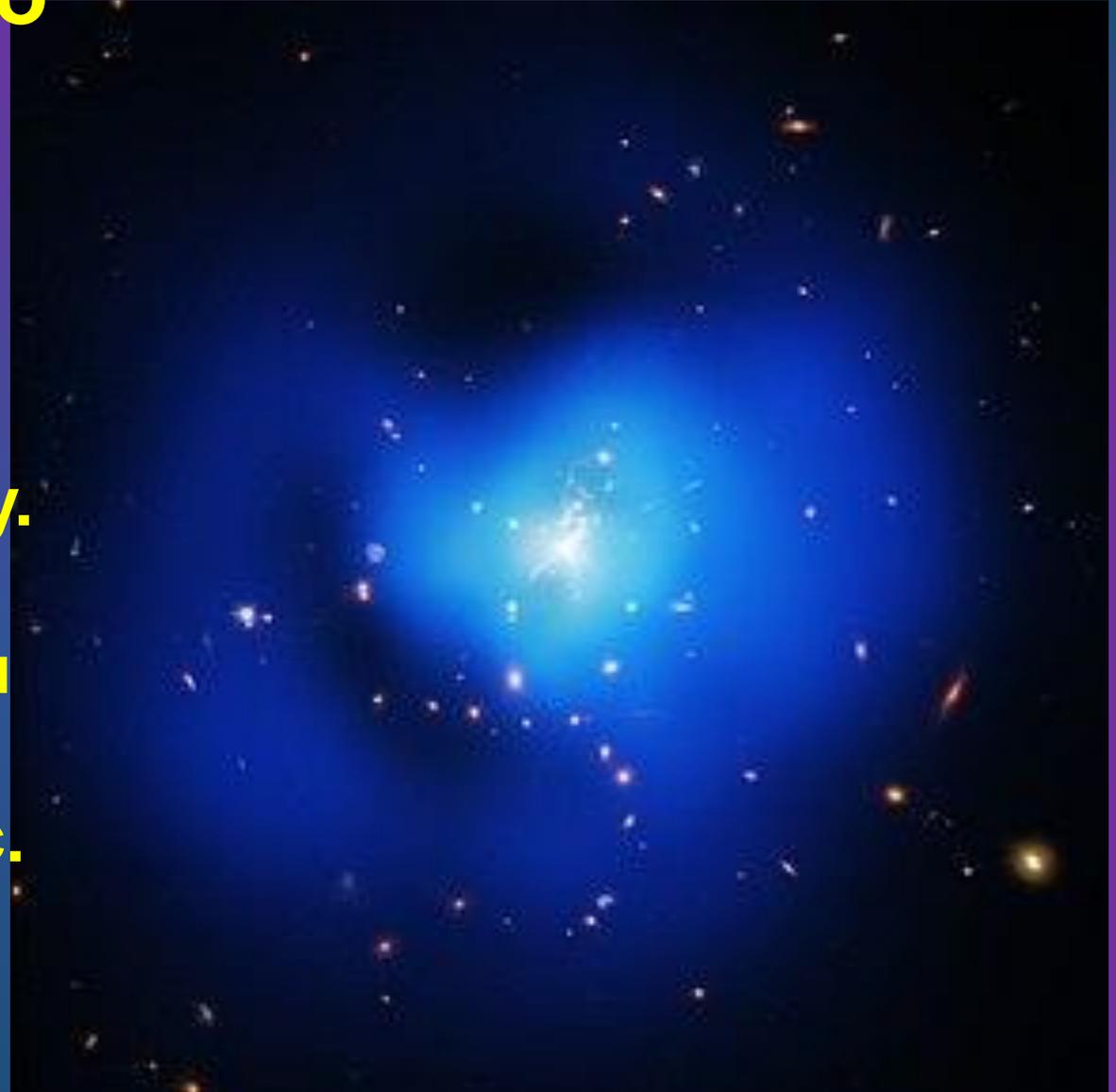
# Кандидаты на первенство

На территории созвездия Рака при удаленности в 3.5 млрд. световых лет можно найти квазар OJ 287, масса которого достигает 18 млрд. солнечных! Это двойная система, так что меньшая черная дыра по массе приближается к 100 млн. солнечных.



# Кандидаты на первенство

В центре скопления Феникс  
получится обнаружить  
невероятно бодрую  
сверхмассивную черную дыру.  
Она уже в 20 млрд. раз  
массивнее Солнца и с каждым  
годом увеличивается при  
скорости в 60 солнечных масс.



# Кандидаты на первенство

Еще одно чудовище располагается в центре масштабной галактики эллиптического типа NGC 1277. Искать нужно на территории созвездия Персей. Ее массивность достигает 21 млрд. солнечных!

Черта горизонта событий охватывает 130 млрд. км (в 15 раз дальше дистанции Солнце-Нептун). Радует лишь то, что сейчас у нее нет пищи, потому она «спит».



# Сверхмассивный лидер

Но по данным 2018 года на первом месте по массивности при показателе 66 млрд. солнечных масс находится объект TON 618.

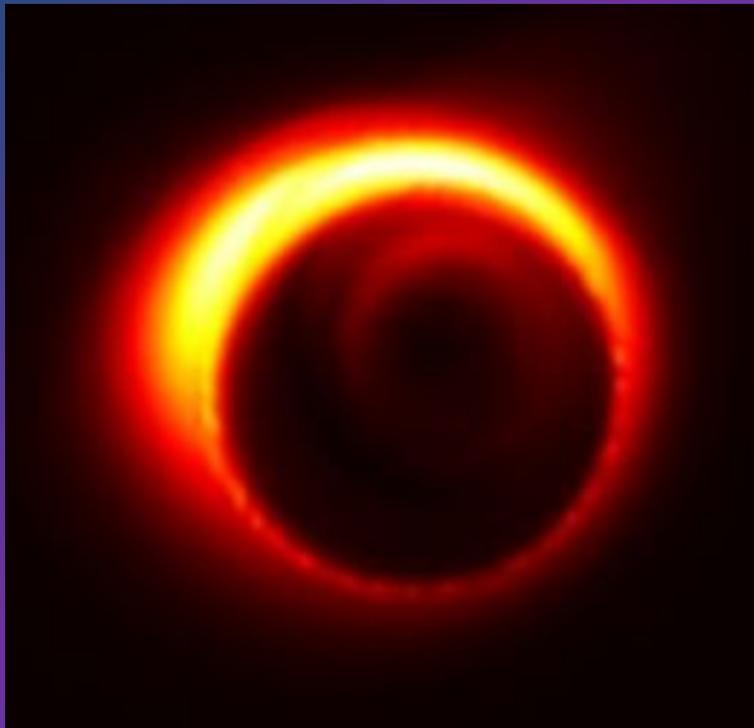
Проживает в Гончих Псах при удаленности от нас в 10.37 млрд. световых лет.

Сверхмассивная черная дыра притаилась в галактическом центре. Галактику не удастся изучить из-за свечения сверхъяркого квазара.

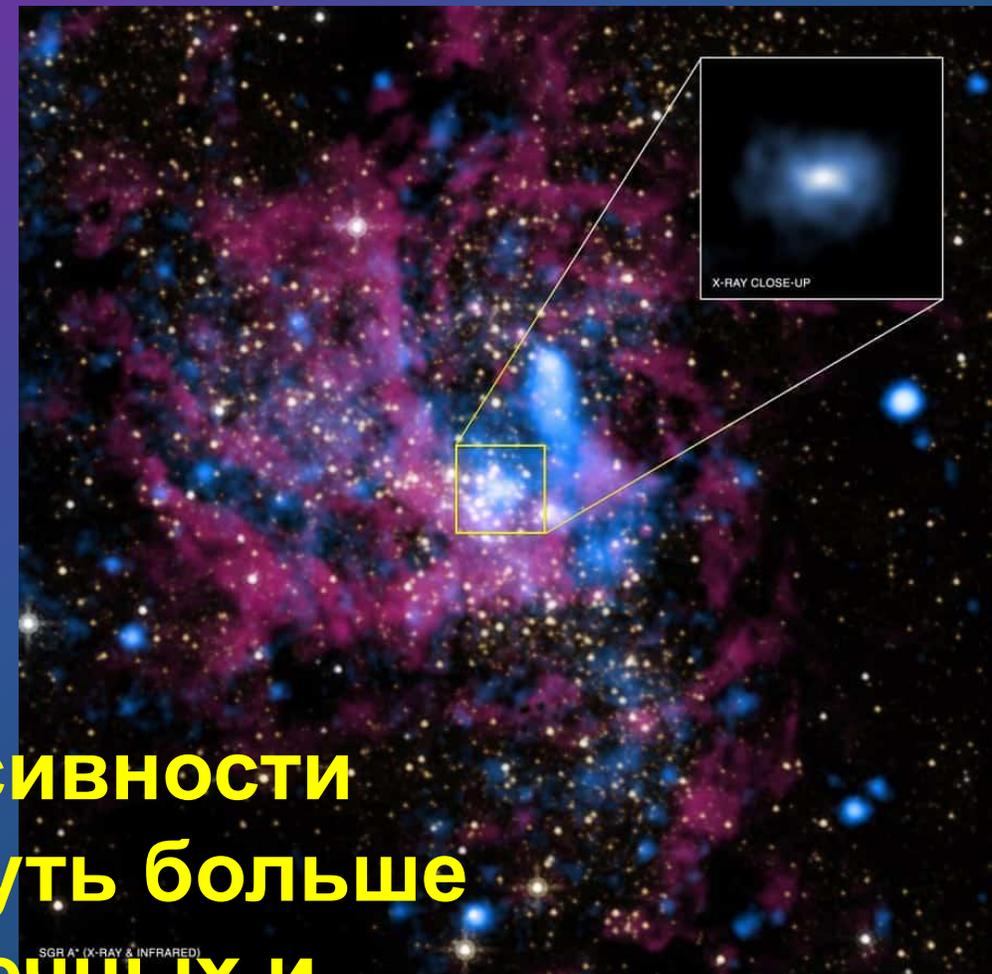


*Эта черная дыра считается не только наиболее массивной, но пока удерживает первенство в качестве самой отдаленной.*

**В нашем галактическом центре также проживает вероятная сверхмассивная черная дыра – Стрелец A\*.**



**Она по массивности достигает чуть больше 4 млн. солнечных и отдалена от нас на 26 000 световых лет.**



Но есть в обширном семействе черных дыр и совсем маленькие представители.

**XTE J1650-500 –**

двойная система в созвездии Жертвенник, состоящая из кандидата в чёрные дыры звёздной массы и источника рентгеновского излучения.



В 2008 году было заявлено, что масса этой чёрной дыры равна 3,8 солнечных масс, что делало её наименьшей из известных тот момент чёрных дыр; меньше, чем GRO J1655-40.

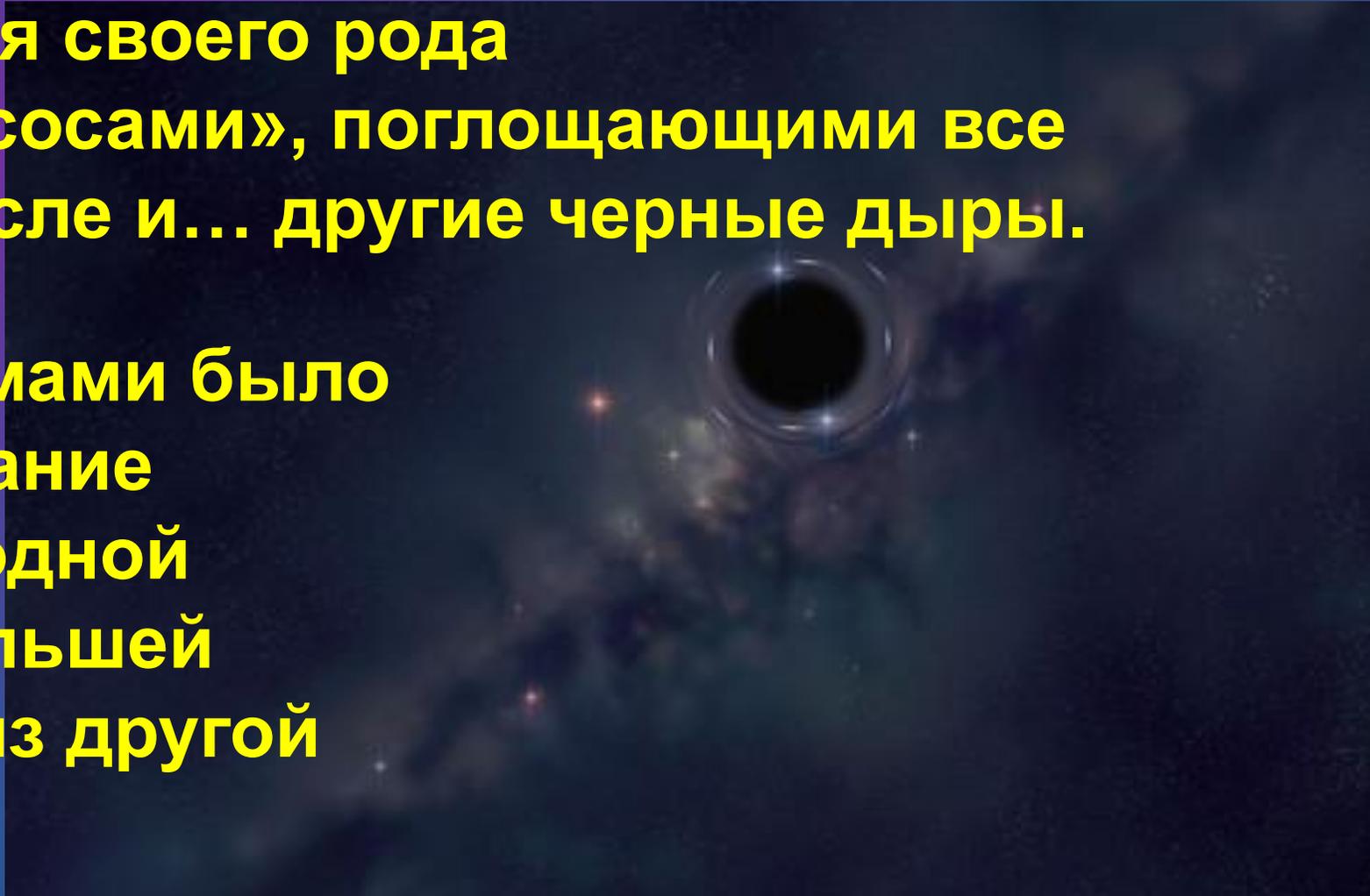
*Позже это заявление было отозвано, масса оценена в 5-10 солнечных.*

*GRO J1655-40 - двойная звезда в созвездии Скорпиона, один компонент которой является кандидатом на чёрную дыру. Газ с видимой звезды падает на невидимый компонент, который по массе более чем в 6 раз превосходит наше Солнце.*

**Есть черные дыры – каннибалы.**

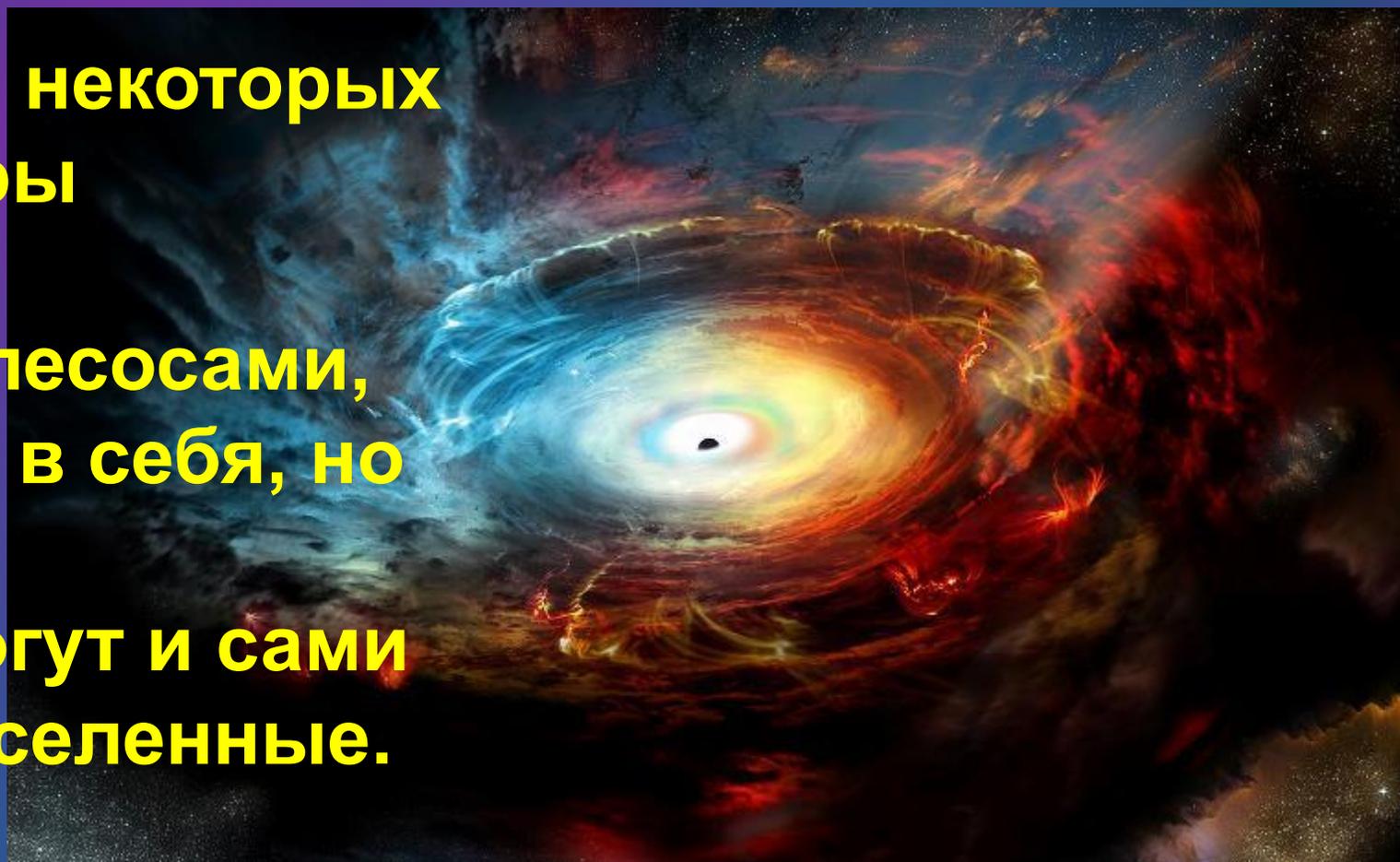
**Черные дыры являются своего рода «галактическими пылесосами», поглощающими все вокруг себя, и в том числе и... другие черные дыры.**

**Недавно астрономами было обнаружено поедание черной дыры из одной галактики еще большей черной обжорой из другой галактики.**



# Интересные факты про черные дыры

Согласно гипотезам некоторых ученых черные дыры являются не только галактическими пылесосами, всасывающими все в себя, но при определенных обстоятельствах могут и сами породить новые вселенные.

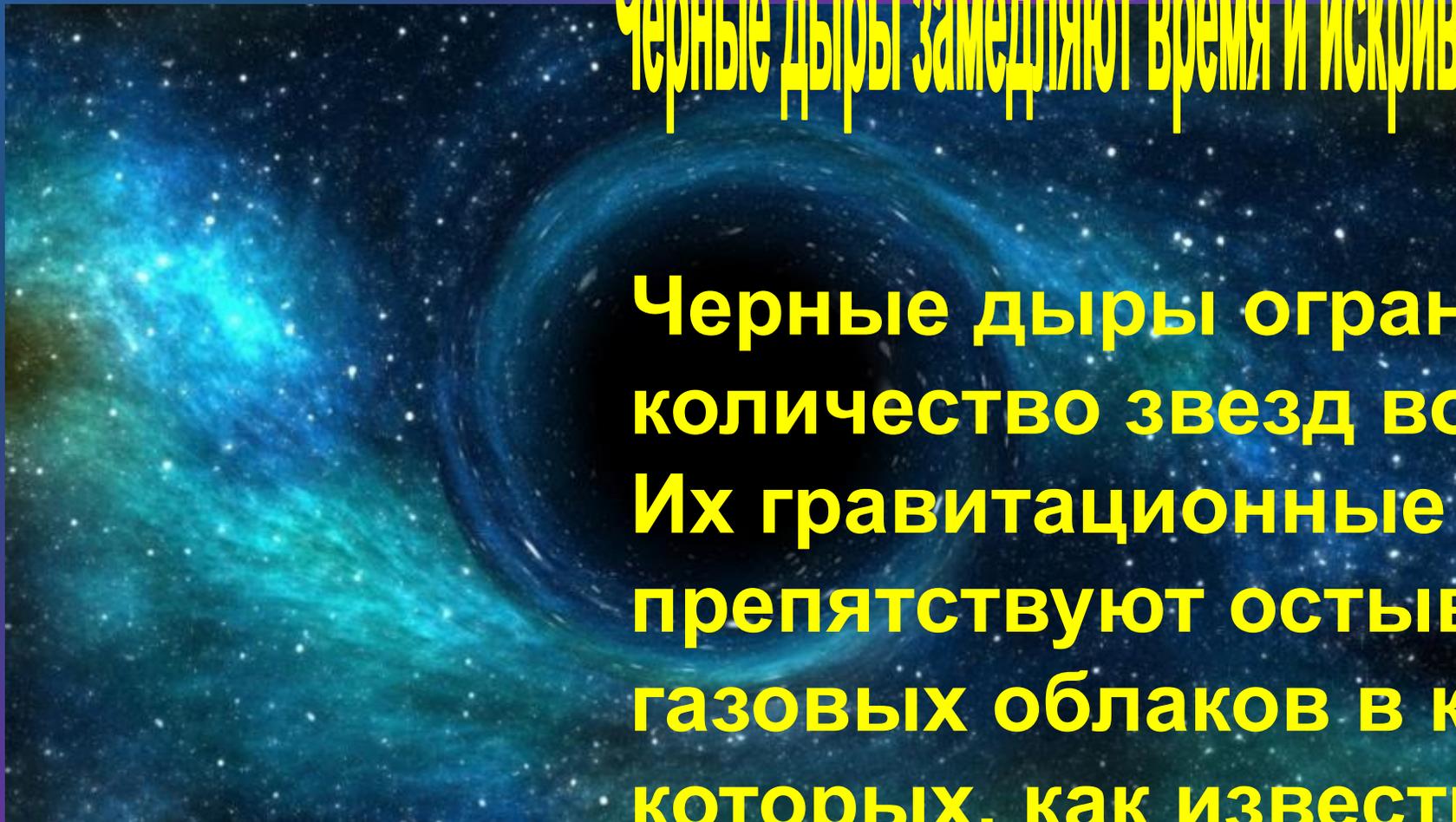


Со временем и через какой-то очень большой отрезок времени, когда поглощать вокруг будет уже нечего, черная дыра начнет больше испарять, пока со временем не отдаст всю свою массу в окружающий космос. Хотя это только предположение, гипотеза.



**Черные дыры замедляют время и искривляют пространство.**

**Черные дыры ограничивают количество звезд во Вселенной. Их гравитационные поля препятствуют остыванию газовых облаков в космосе, из которых, как известно, рождаются новые звезды.**



A black hole is depicted as a central black circle surrounded by a glowing, multi-layered accretion disk. The disk's colors transition from white and yellow at the inner edge to purple and blue at the outer edge. The background is a dark, starry space with numerous small white stars scattered across the field.

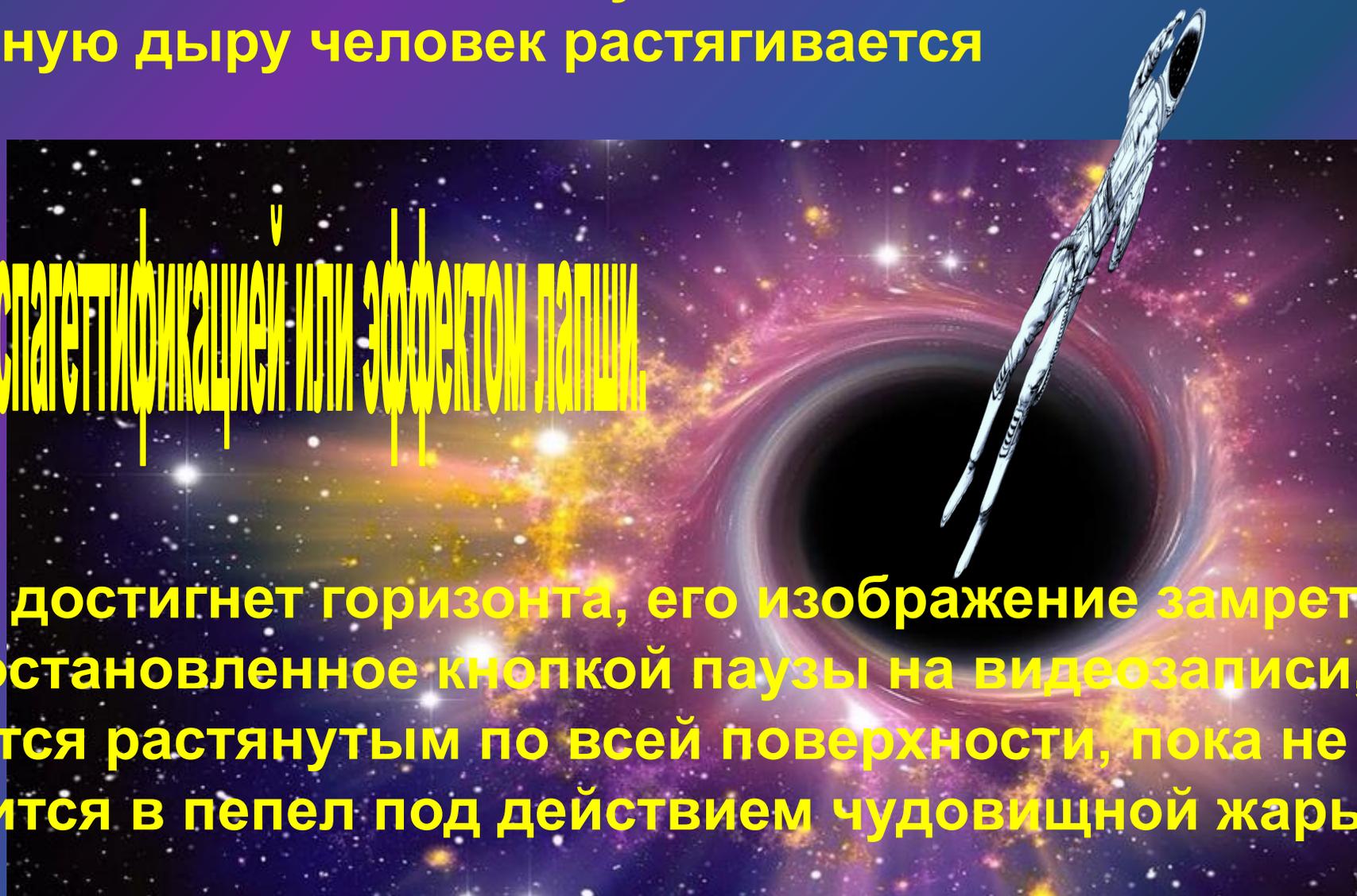
Что случится, если вы упадете в черную дыру?

Внешний наблюдатель видит, как случайно попавший в черную дыру человек растягивается и сужается.

Физики прозвали этот процесс спагеттификацией или эффектом лапши.



Когда он достигнет горизонта, его изображение замрет, словно остановленное кнопкой паузы на видеозаписи, и останется растянутым по всей поверхности, пока не превратится в пепел под действием чудовищной жары.



**Что же происходит с точки зрения самого путешественника?**

**Ничего.**

**Он просто находится в свободном падении.**

**Если бы черная дыра была бы маленькой, то разница в силе тяжести в ногах и у головы человека разорвала бы его, как спагетти.**

**Но она огромны: в миллионы раз больше нашего Солнца, поэтому силы, действующие на тело человека можно игнорировать. И в достаточно большой черной дыре человек мог бы прожить всю оставшуюся жизнь довольно спокойно.**



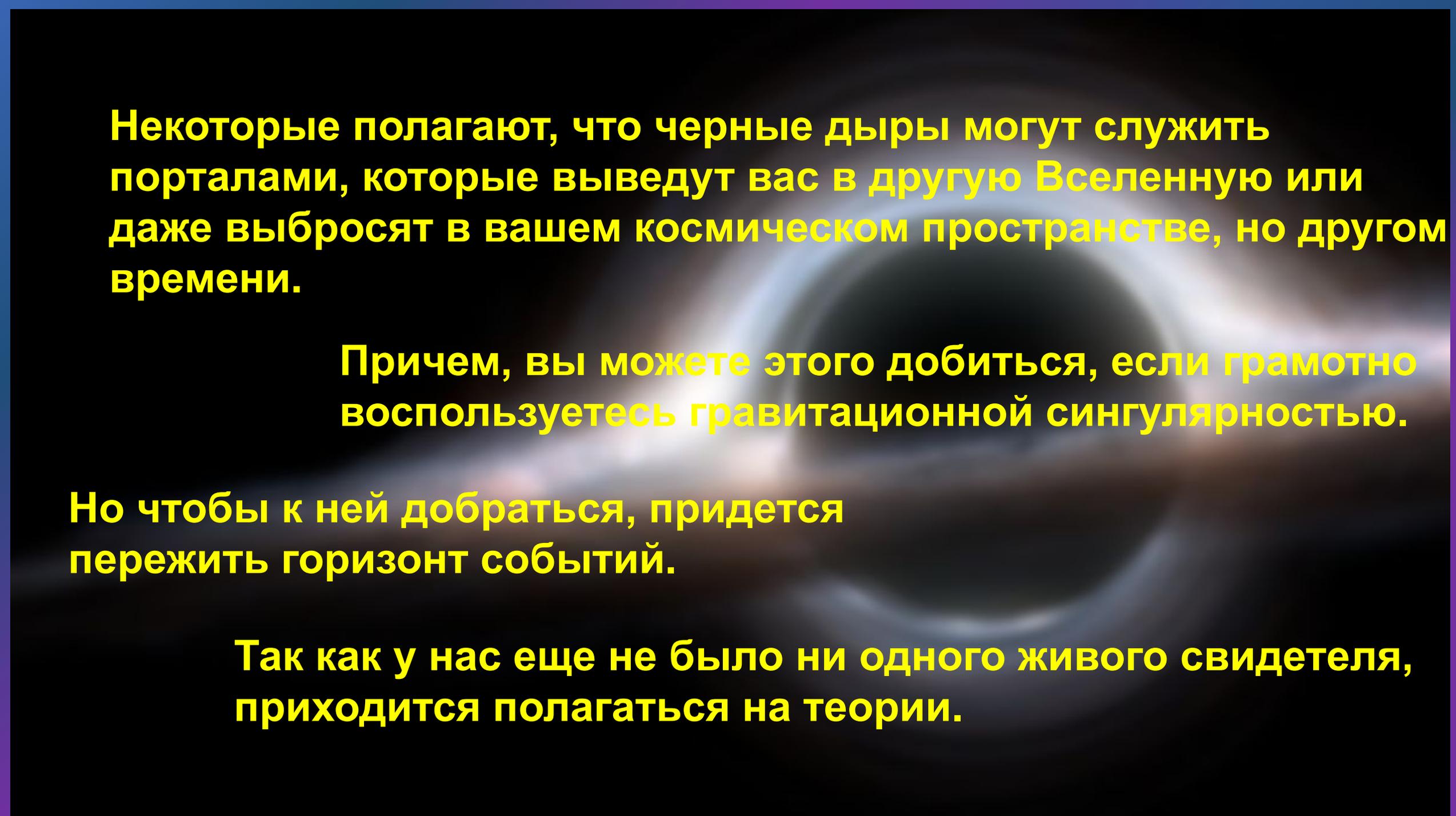
**Падая в черную дыру, вы должны разогнаться до скорости света.**

**Чем быстрее вы движетесь в пространстве, тем медленнее перемещаетесь во времени.**

**Вы будете замечать перед собою «вещи», которые испытали еще большее замедление времени. Поэтому, если вы смотрите вперед, то увидите каждый объект, который упал в прошлом.**

**Если же обернетесь назад, то заметите все объекты, которые когда-то поглотятся этой черной дырой после вас.**

**По сути, у вас появится возможность увидеть всю историю жизни конкретной черной дыры.**



**Некоторые полагают, что черные дыры могут служить порталами, которые выведут вас в другую Вселенную или даже выбросят в вашем космическом пространстве, но другом времени.**

**Причем, вы можете этого добиться, если грамотно воспользуетесь гравитационной сингулярностью.**

**Но чтобы к ней добраться, придется пережить горизонт событий.**

**Так как у нас еще не было ни одного живого свидетеля, приходится полагаться на теории.**