

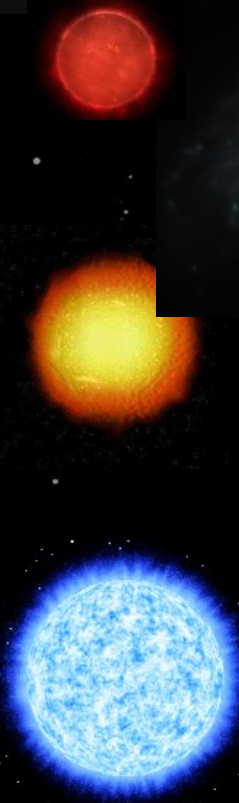
# НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ

*Подготовил:  
Огнев Владимир*

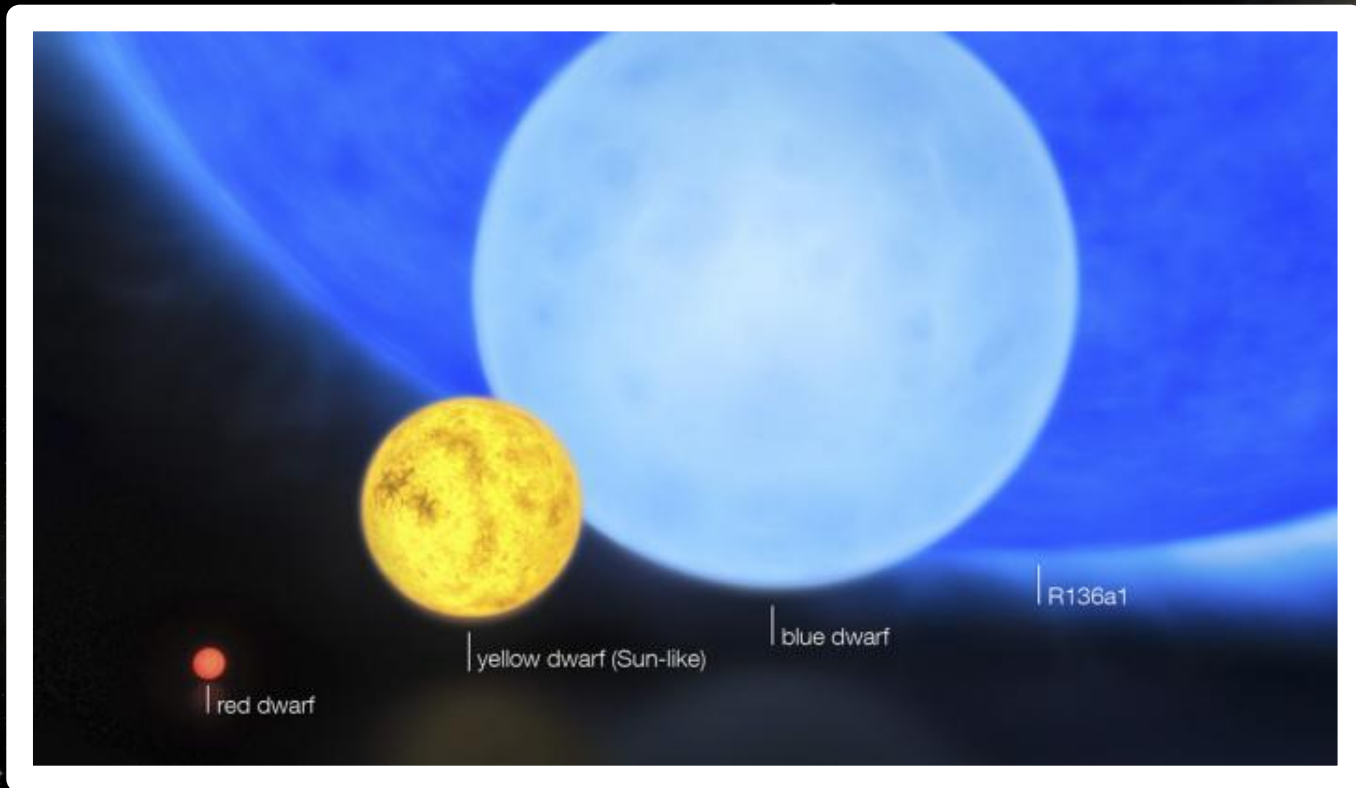
*Во Вселенной есть множество  
разных звезд, от крошечных  
красных карликов массой 0,1  
солнечной до огромных голубых  
сверхгигантов, масса которых  
может достигать до 400 масс  
солнца*

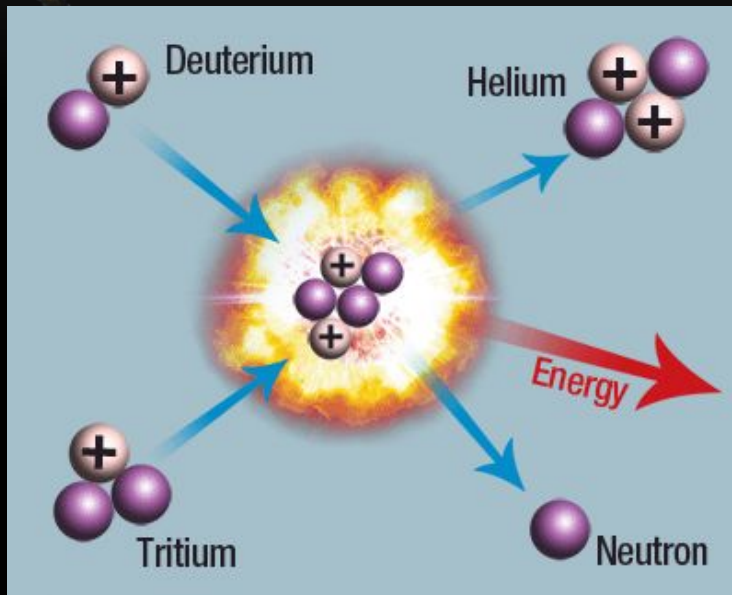


- Если масса зарождающейся звезды невелика, и не превышает 0,5 от массы солнца, то она становится красным карликом-холодной маленькой звездой.
- Если ее масса составляет от 0,5 до 1,2 массы Солнца то это звезда Главной последовательности-желтая небольшая звезда.
- Звезды от 10 масс солнца имеют голубоватый цвет, очень высокую температуру, светимость, и маленькую продолжительность жизни



Ниже представлено изображение с размерами звезд(слева направо):  
красного карлика,  
Солнца, голубого карлика и голубого сверхгиганта

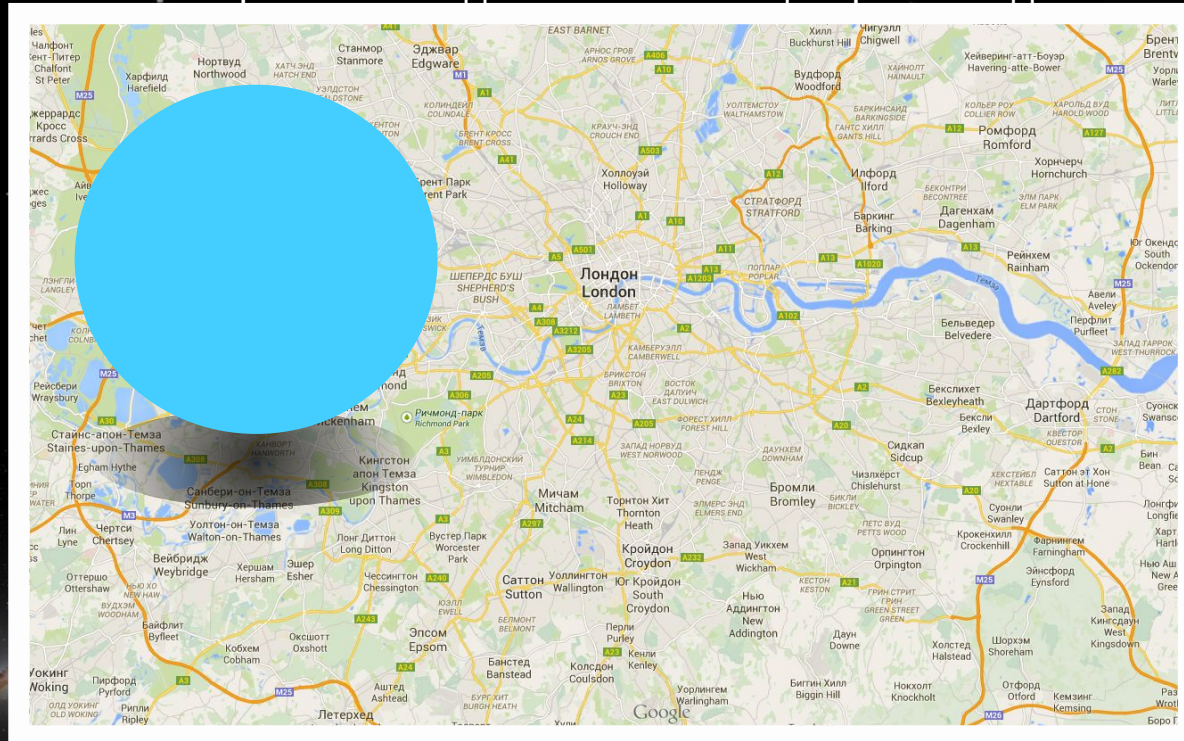




*Большие, горячие звезды в процессе ядерного горения очень быстро расходуют свой запас водорода и других элементов и всего лишь через несколько миллионов лет после образования звезды, в ядре запасы всех элементов перегорают в железо, которое не способно на необходимые звезде ядерные реакции*

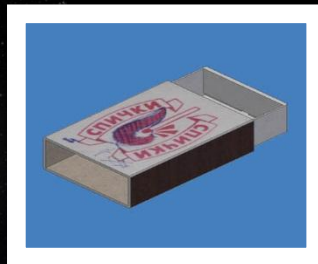
*Как только в ядре заканчиваются все запасы горючего, оно не в силах сопротивляться огромной силе тяжести и стремительно сжимается, за считанные секунды достигая размеров мегаполиса (ок. 20 км в диаметре) (до этого размеры ядра могли достигать сотен тысяч километров)*

## Нейтронная Звезда в масштабах центра г. Лондона





=



Вещество образовавшегося в результате тела обладает невероятной плотностью ( порядка 2,8 000 000 000 т на м<sup>3</sup>). Это примерно как гора Эверест в объёме спичечного коробка. При такой плотности протоны атомов вжимаются в электроны и образуют нейтроны.



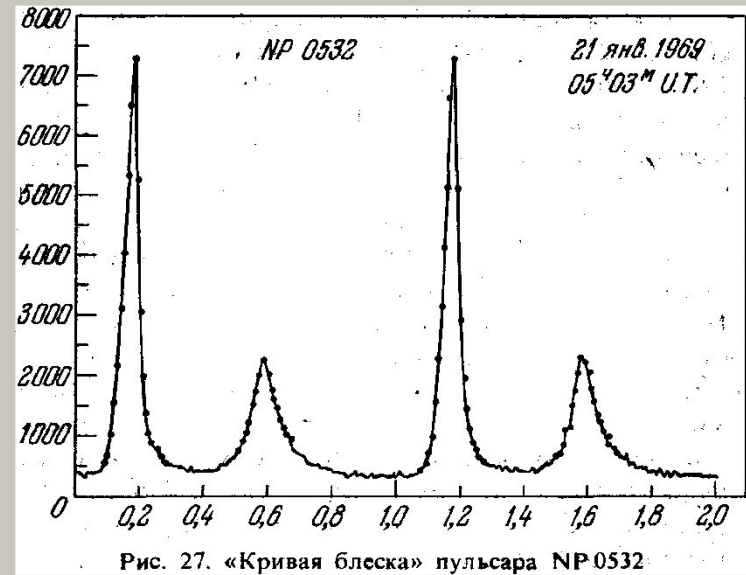
Образуется нейтронная звезда. В результате такого быстрого сжатия-коллапса-звезда имеет очень высокую скорость вращения (в среднем 100 оборотов в секунду). Масса нейтронной звезды колеблется от 1,22 до примерно 3 масс Солнца, при радиусе 10-20 км.



## Строение нейтронной звезды

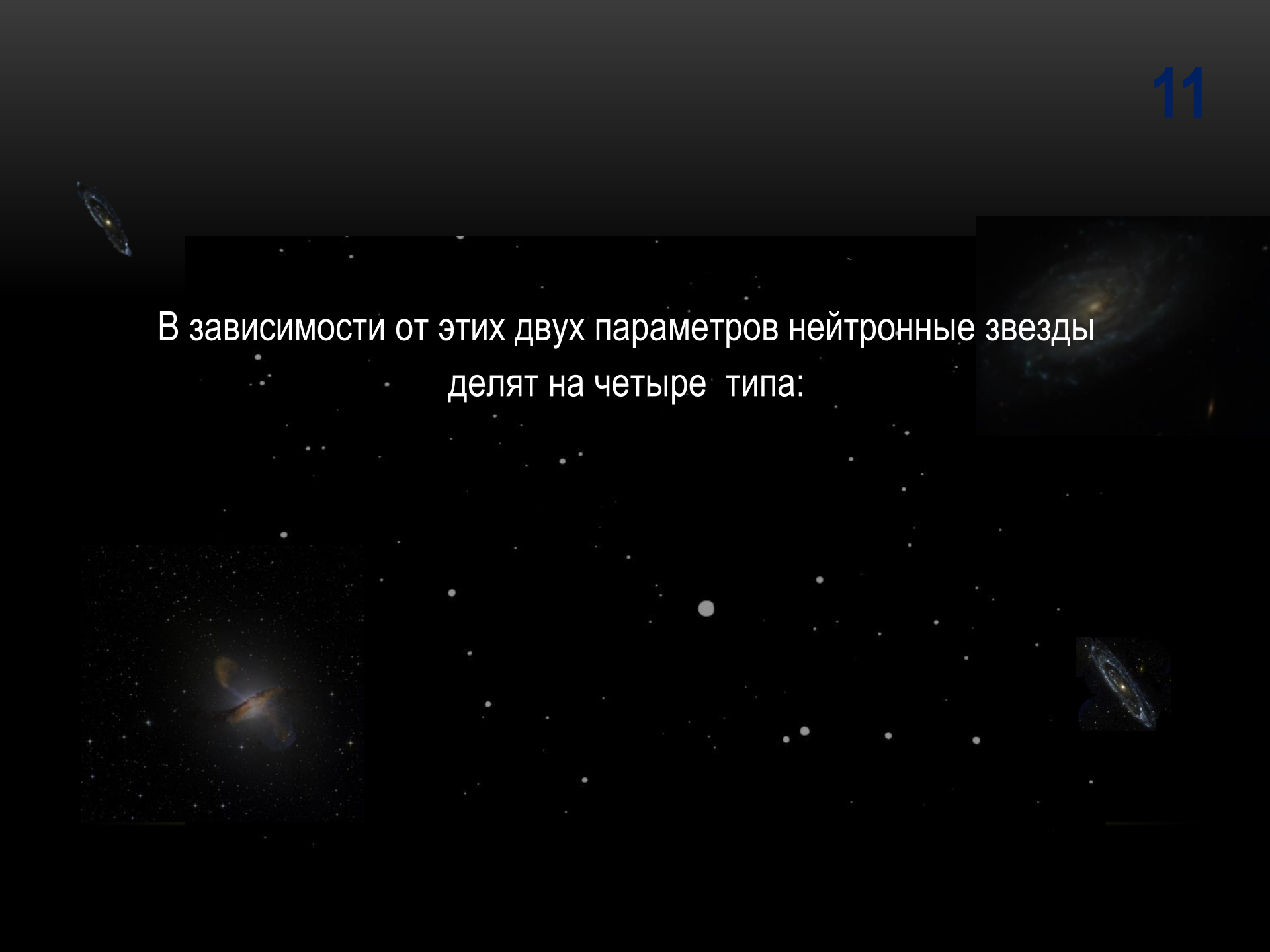


В июне 1967 году британские ученые открыли в космосе странный, повторяющийся с точным интервалом времени радиосигнал. Вначале ученые всерьез считали, что пойман сигнал от внеземных цивилизаций, и эта информация была засекречена. Но потом было установлено что источником данных сигналов является быстро вращающаяся нейтронная звезда, из полюсов которой исходит радиоизлучение и заряженные частицы. Т.к. ось звезды слегка наклонена по отношению к Земле, то и наблюдается строго переменный периодичный сигнал. Источник такого сигнала был назван пульсаром.

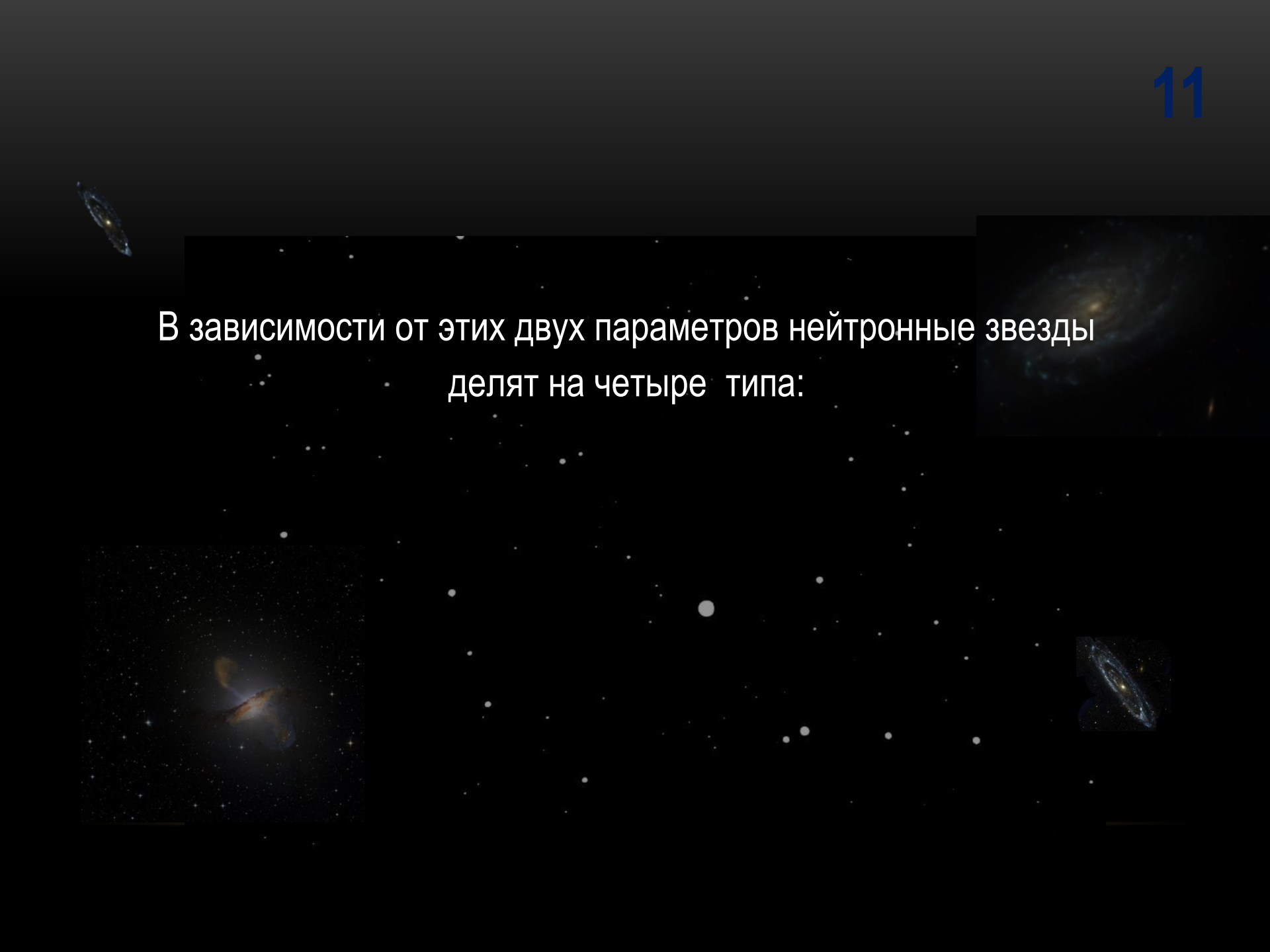


● Колебания первого пульсара

В результате невероятно быстрого сжатия образовавшаяся нейтронная звезда очень быстро вращается (бывает что до тысячи оборотов в секунду). Такое сильное вращение такой огромной массы вещества приводит к образованию сильнейшего магнитного поля (достигает  $10^{12}$ — $10^{13}$  Гс)



В зависимости от этих двух параметров нейтронные звезды делят на четыре типа:



В зависимости от этих двух параметров нейтронные звезды делят на четыре типа:

### **Эжектор (радиопульсар) -**

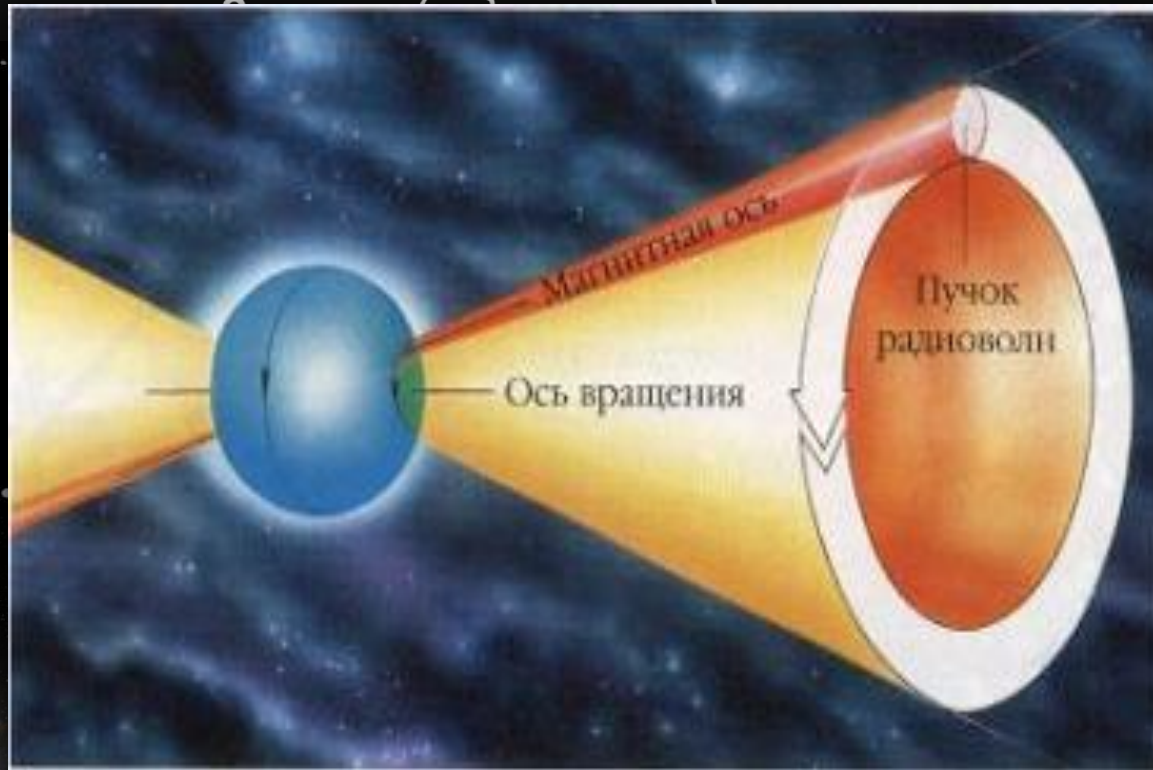
Сильные магнитные поля и малый период вращения. Зачастую магнитное поле движется с той же скоростью, что и сама звезда.

На определённом радиусе

$R_l = c / \omega$  скорость вращения поля приближается к скорости света.

За этим радиусом обычное дипольное магнитное поле не может существовать, т.к. ничто не может двигаться быстрее скорости света. В результате частицы, которые вращались в этом поле улетают на бесконечность.

## Радиопульсар в представлении художника



частицы, которые вращались в этом поле улетают на бесконечность.



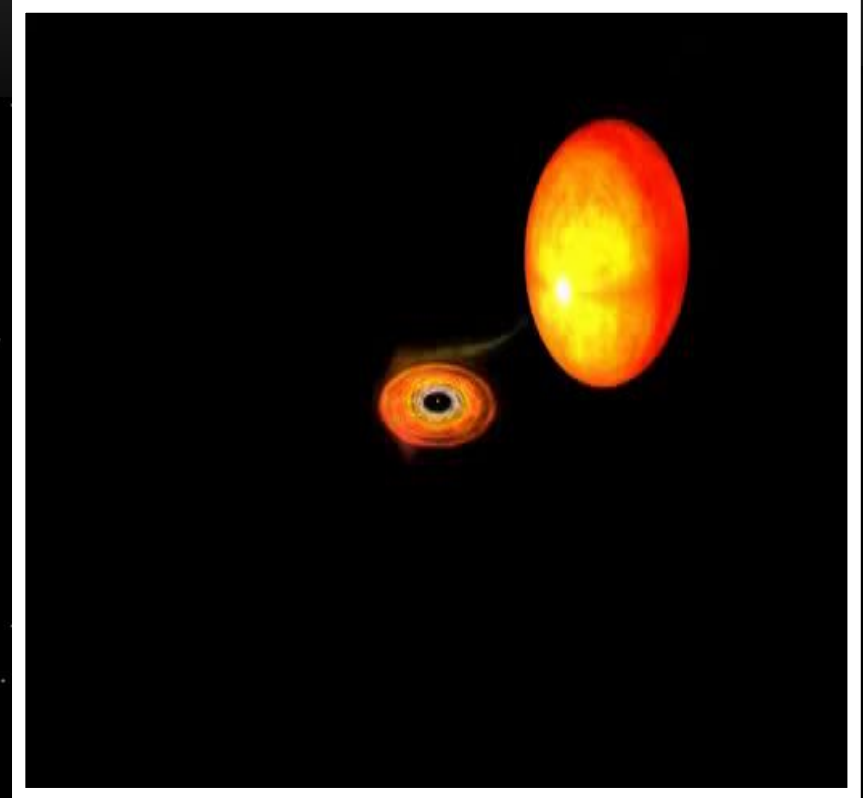
*Пропеллер- Скорость вращения уже недостаточна для эжекции частиц, поэтому такая звезда не может быть радиопульсаром. Однако она всё ещё велика, и захваченная магнитным полем окружающая нейтронную звезду материя не может упасть на нее.*

## Нейтронная звезда – пропеллер в представлении художника

**Пропеллер-** Скорость вращения уже недостаточна для эжекции частиц, поэтому такая звезда не может быть радиопульсаром. Однако она всё ещё велика, и захваченная магнитным полем окружающая нейтронную звезду материя не может упасть на нее.

**Аккректор ( рентгеновский пульсар) –** Скорость вращения снижается до такой степени, что веществу теперь ничего не мешает падать на такую нейтронную звезду. Плазма, падая, движется по линиям магнитного поля и ударяется о твёрдую поверхность в районе полюсов нейтронной звезды, разогреваясь до десятков миллионов градусов. Вещество, нагретое до столь высоких температур, светится в рентгеновском диапазоне. Область, в которой происходит столкновение падающего вещества с поверхностью звезды, очень мала — всего около 100 метров. Это горячее пятно из-за вращения звезды периодически пропадает из вида, что наблюдатель воспринимает как пульсации

*Механизм работы рентгеновского пульсара*



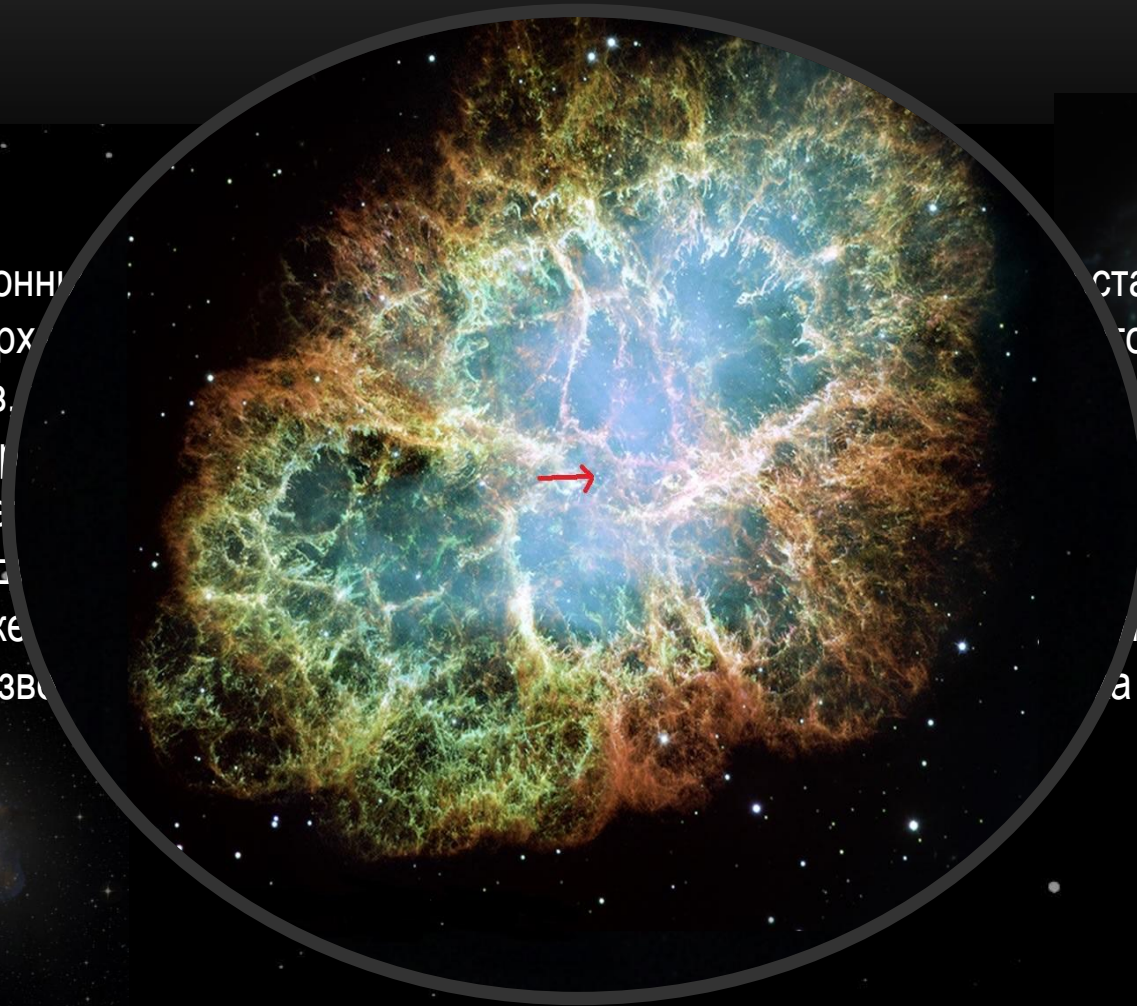
**Магнетар** – нейтронная звезда с исключительно сильным магнитным полем (более  $10^{14}$  Гс). .  
Магнитное поле этой звезды таково, что с расстояния сотен земных радиусов из человека был бы вытянут весь гемоглобин и кровь стала бы бесцветной.

## Магнетар в представлении художника

**Магнетар** – нейтронная звезда с исключительно сильным магнитным полем (более  $10^{14}$  Гс). .  
Магнитное поле этой звезды таково, что с расстояния сотен земных радиусов из человека был бы вытянут весь гемоглобин и кровь стала бы бесцветной.

## Крабовидная туманность с пульсаром в центре

Часто нейтронные  
взрывов сверх  
звездный газ.  
В качестве я  
Можно увиде  
центре наход  
Бывают также  
нейтронных зв



станках  
сторонам

в  
и  
а и т.д..



*Встречаются двойные системы, в которых две нейтронные звезды обращаются друг вокруг друга.*

*В такой системе рано или поздно одна звезда упадет на другую в следствии интенсивного излучения ими гравитационных волн и потери энергии.*

*В этот момент за доли секунды выделяется столько энергии, сколько звезда типа солнца излучает за всю свою жизнь, а светимость данного события превосходит светимость целой галактики.*

*Таким образом, нейтронные звезды, обладая такими характеристиками, как огромный вес в экстремально малом объеме, невероятным магнитным полем, большим моментом вращения, являются одними из самых интересных и загадочных объектов во Вселенной.*







### ***Списки интересной литературы :***

Звезды: их рождение, жизнь и смерть. Шкловский И.С./ И.  
Наука – 1984г./ Гл. 19 – 23.

Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды. Шапиро  
С.Л., Тьюколски С.А./-1984г.

### ***Списки интересных интернет-ресурсов по теме:***

<http://www.popmech.ru/>

<http://elementy.ru/>

<http://www.litmir.me/br/?b=19340&p=71>

### ***Списки интересных фильмов и медиа-презентаций по теме:***

Вселенная Эвакуация с Земли. Нейтронная звезда. National  
Geographic Channel/ /2008г.

Вселенная (сериал) Сезон 4, серия 10. Пульсары и  
квазары./2009 г.

Автор презентации: Огнев В.В.

По всем вопросам обращаться: [manawenuz@mail.ru](mailto:manawenuz@mail.ru)