

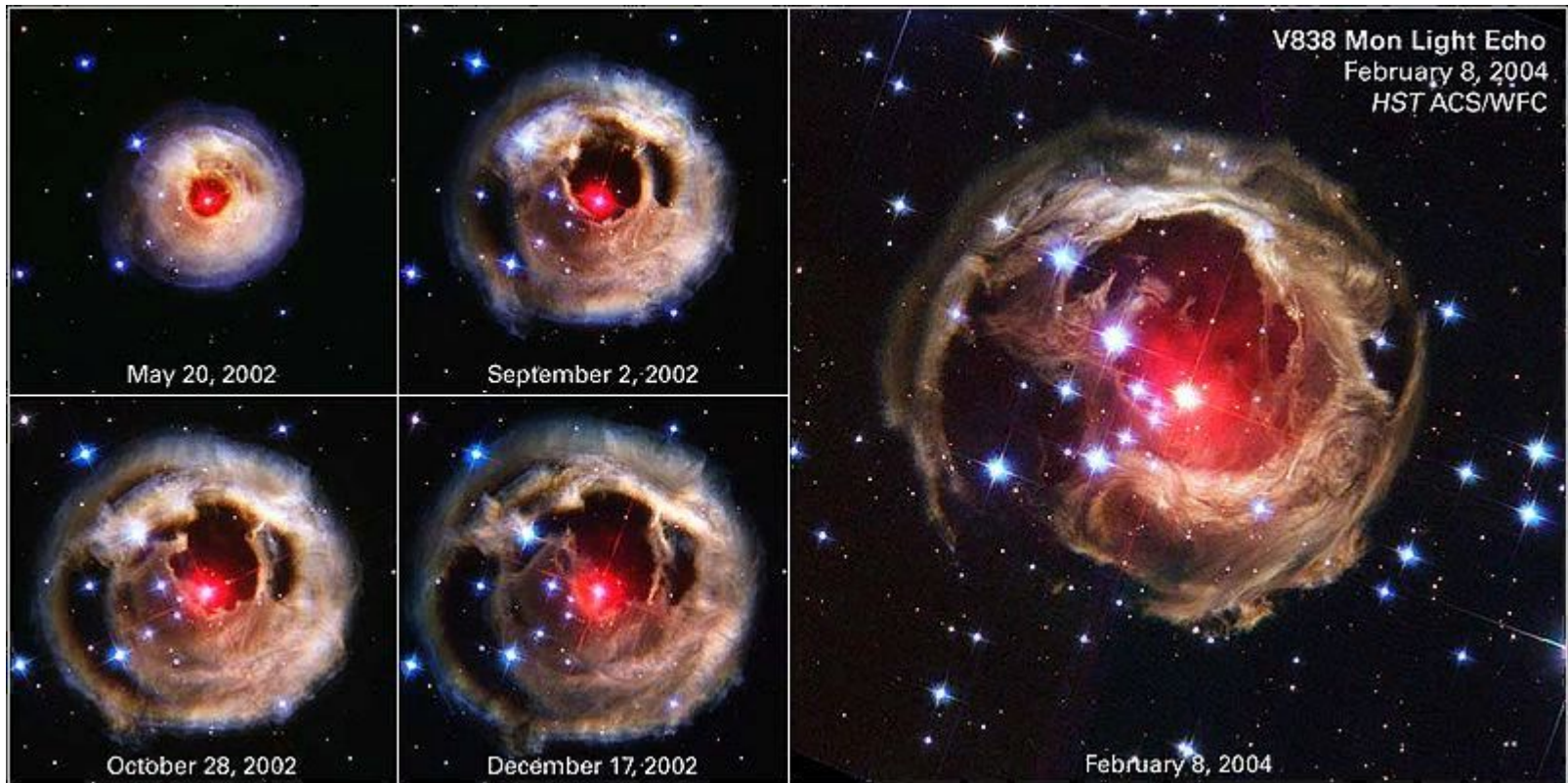
ПЕРЕМЕННЫЕ И НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ЗВЁЗДЫ

10-11 класс
УМК Б.А.Воронцова-Вельяминова

Разумов Виктор Николаевич,
учитель МОУ «Большеелховская СОШ»
Лямбирского муниципального района Республики Мордовия

Пульсирующие
переменные

Важную роль в развитии представлений о физической природе звёзд играют исследования **переменных звёзд**.

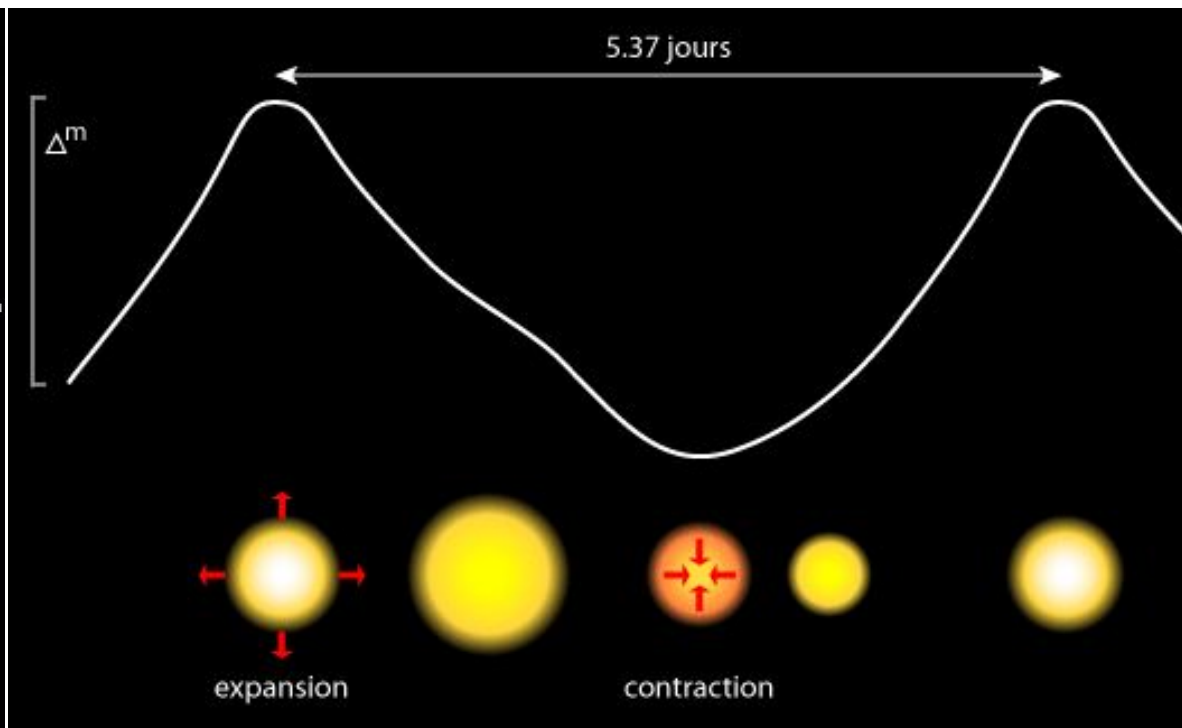
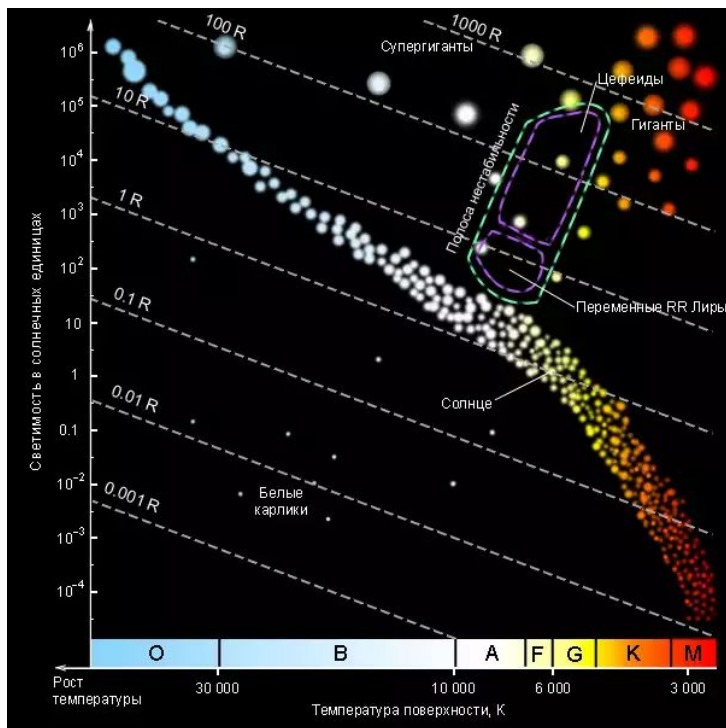


Красная переменная звезда V838 Monocerotis

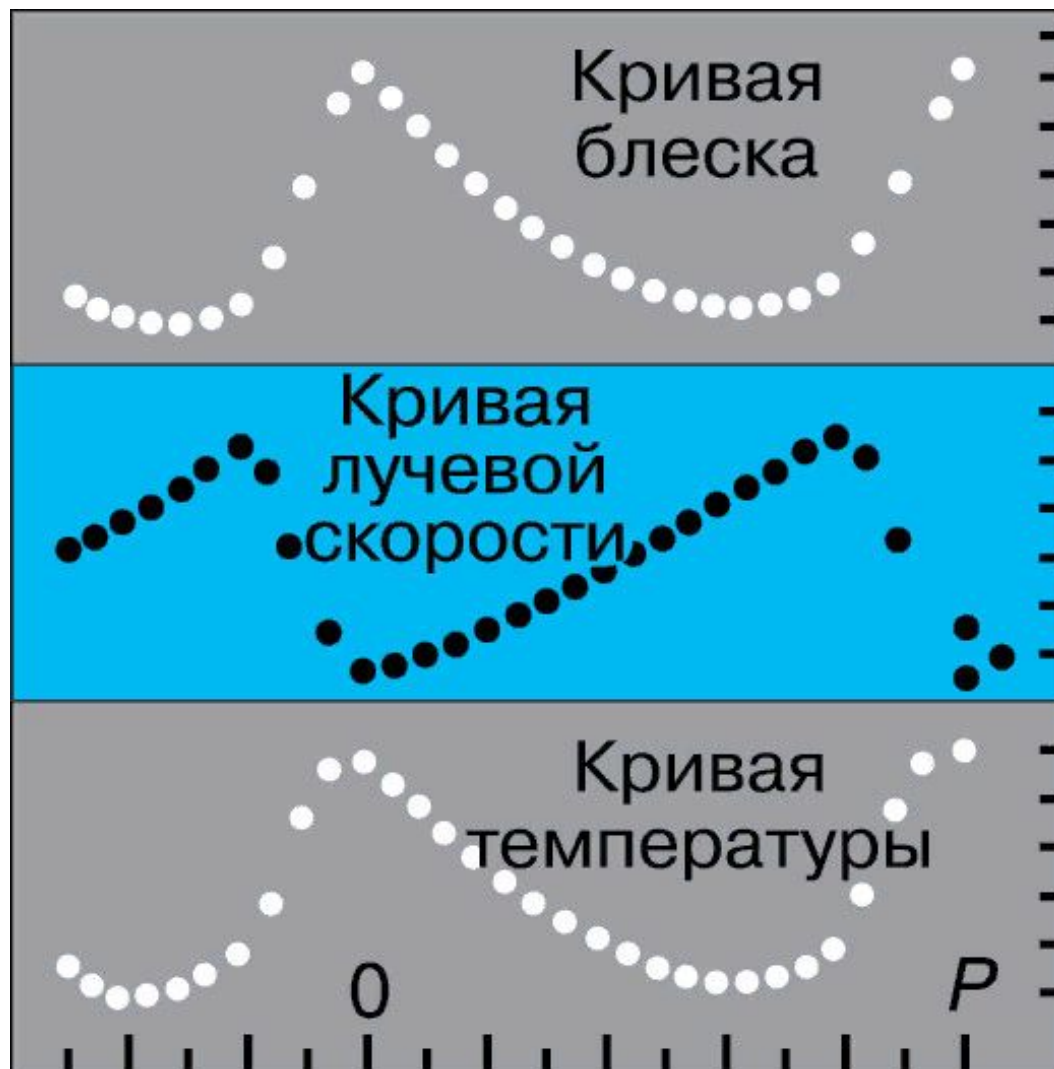
Физические переменные звёзды – это звёзды, у которых светимость меняется в результате различных процессов, происходящих на самой звезде. В настоящее время известно несколько десятков тысяч переменных звёзд различных типов.

К числу переменных звёзд со строгой периодичностью принадлежат прежде всего **цефеиды**. Они получили это название потому, что первой среди звёзд этого типа была открыта **δ Цефея**.

Эта классическая цефеида меняет свою светимость с периодом 5,37 суток, а амплитуда изменения светимости примерно одна звёздная величина.



Как правило, у цефеид эта амплитуда не превышает 1,5 звёздной величины, зато периоды изменения светимости весьма различны: от десятков минут до нескольких десятков суток, причём этот период у них долгие годы сохраняется постоянным.



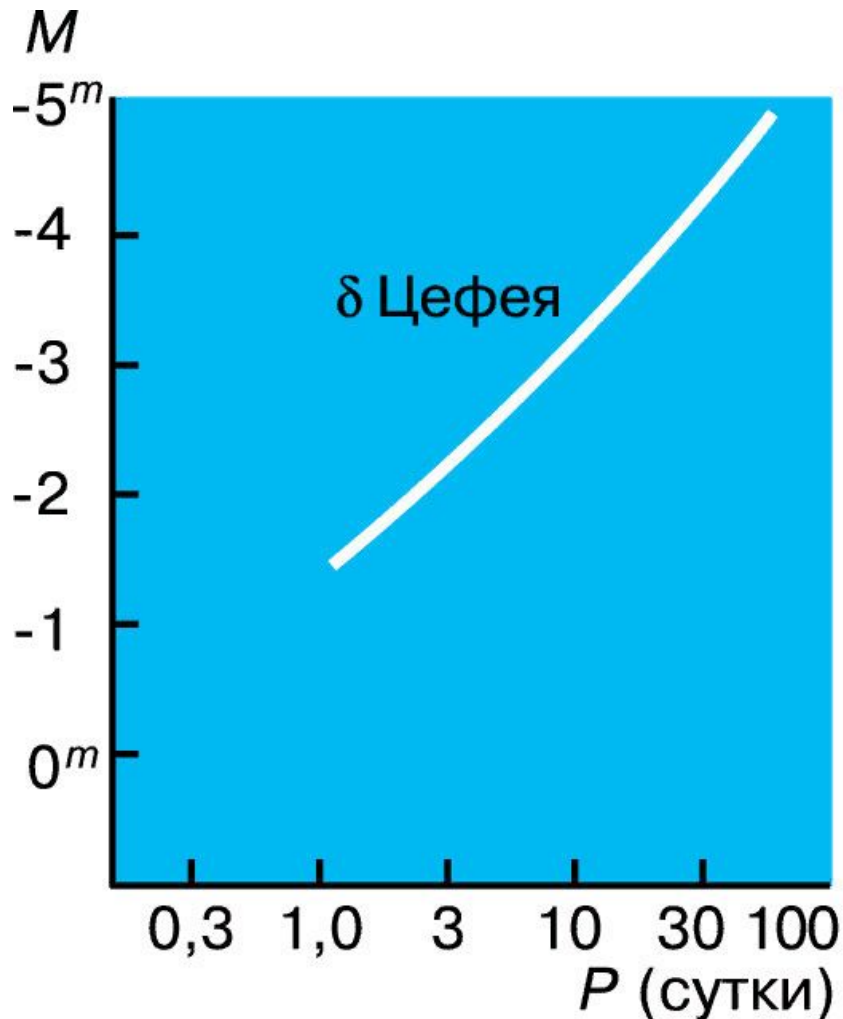
Графики изменения светимости, лучевой скорости и температуры цефеид

Изучение спектров цефеид показало, что изменение светимости сопровождается изменениями температуры и лучевой скорости.

Эти данные показывают, что причиной всему является **пульсация наружных слоёв звезды**.

Они периодически то расширяются, то сжимаются.

При сжатии звезда нагревается и становится ярче, при расширении её светимость уменьшается.



Зависимость «период — светимость» цефеид

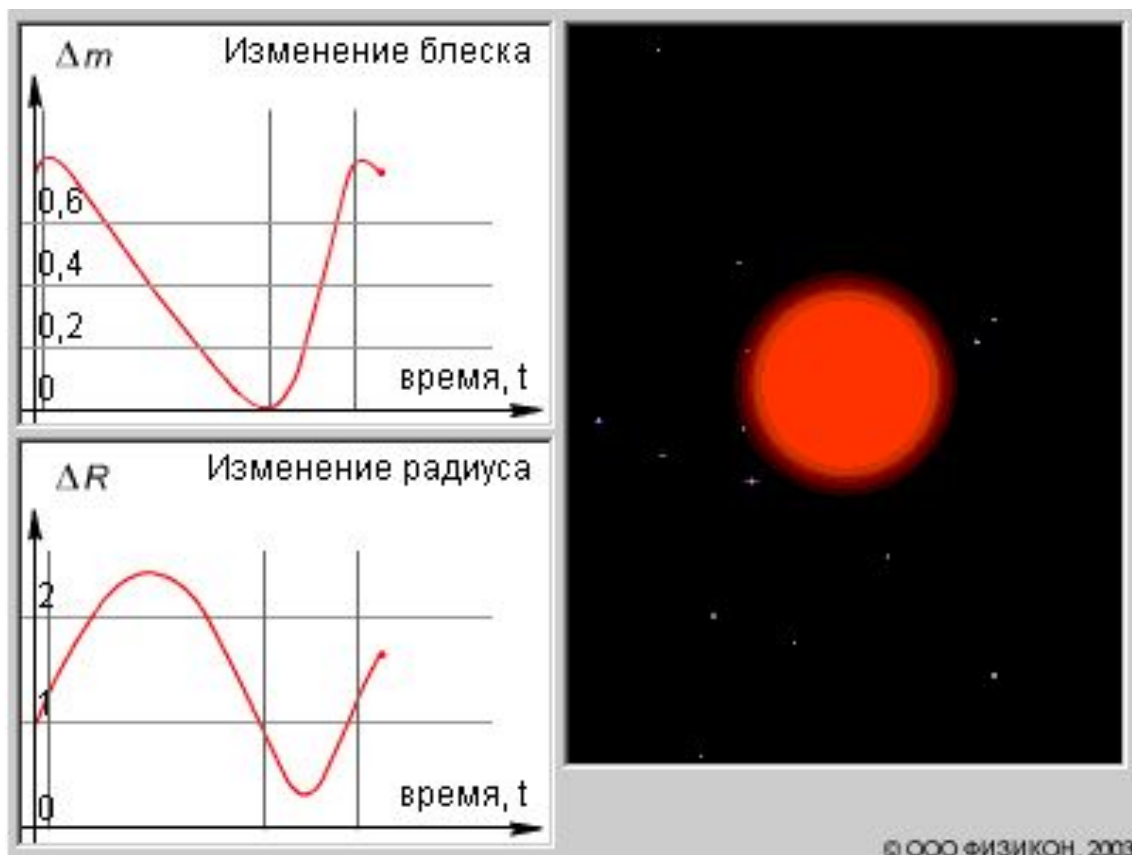
В начале XX в. было замечено: **чем ярче цефеида, тем продолжительнее период изменения её светимости.**

Зависимость «период - светимость», существующая у цефеид, используется для определения расстояний в астрономии.

Получив из наблюдений период изменения светимости цефеиды, можно узнать её светимость, вычислить абсолютную звёздную величину M , а сравнив её с видимой звёздной величиной m , вычислить расстояние до звезды по формуле:

$$\lg D = 0,2(m - M) + 1.$$

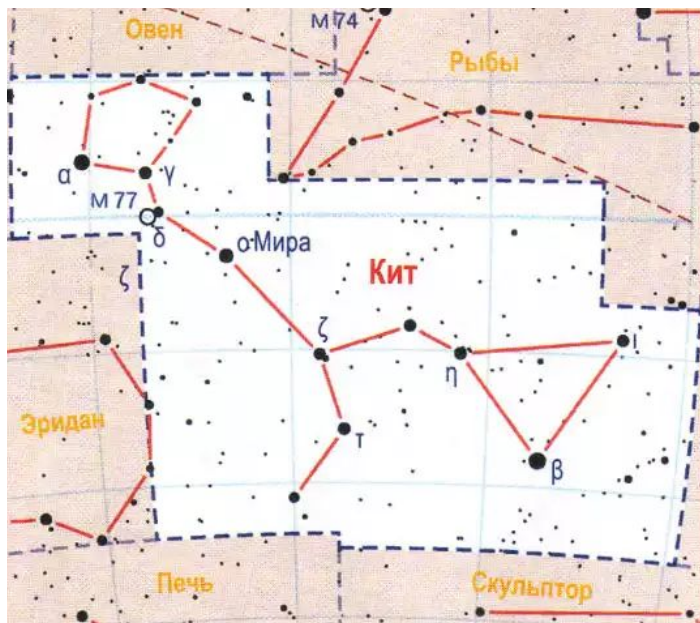
Цефеиды – это звёзды-сверхгиганты, они обладают высокой светимостью. Светимость цефеиды с периодом 50 суток в 10 тыс. раз больше, чем у Солнца. Они заметны даже в других галактиках, поэтому цефеиды, которые можно использовать для определения таких больших расстояний, когда годичный параллакс невозможно измерить, часто называют «маяками Вселенной».



Звёзды, пульсация которых происходит с периодом, большим, чем у цефеид, называются **долгопериодическими**.

Период изменения светимости у них не выдерживается так строго, как у цефеид, и составляет в среднем от нескольких месяцев до полутора лет, а светимость меняется очень значительно – на несколько звёздных величин.

Эти звёзды типа Миры (о Кита) являются красными гигантами с весьма протяжённой и холодной атмосферой.



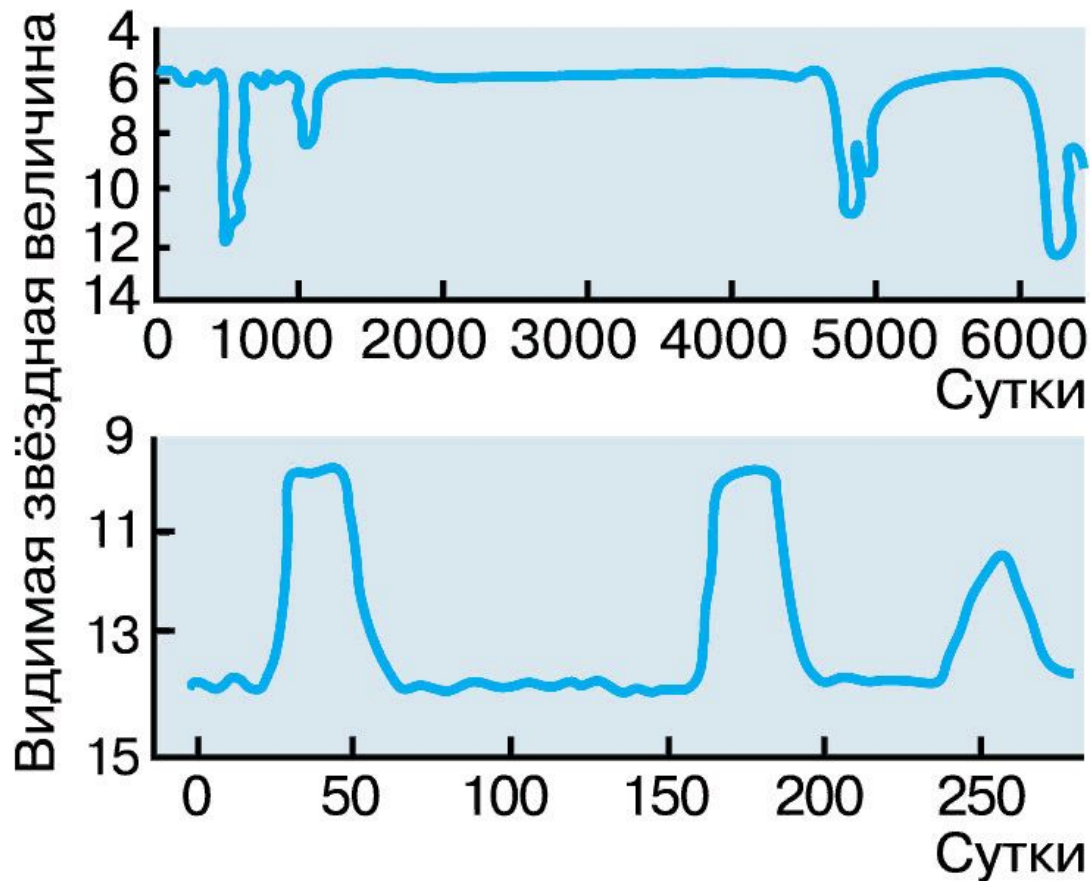
Первую пульсирующую переменную открыл в 1596 году Фибрициус в созвездии Кита. Он назвал ее Мирой, что означает «чудесная, удивительная».

В максимуме Миры хорошо видна невооруженным глазом, ее видимая звездная величина 2^m , в период минимума она уменьшается до 10^m и видна только в телескоп.

Средний период переменности Миры - 332 суток.

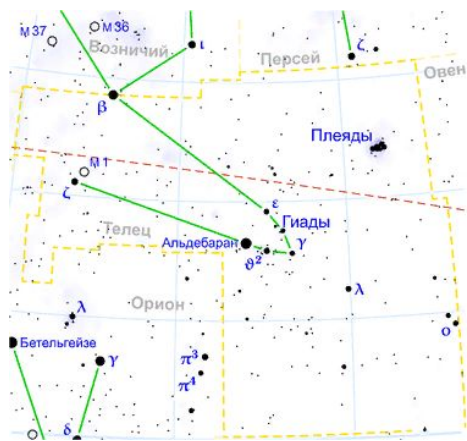
У некоторых звёзд, светимость которых долгое время оставалась практически постоянной, она вдруг неожиданно падает, а через некоторое время опять восстанавливается на прежнем уровне.

Поскольку в атмосферах таких звёзд наблюдается повышенное содержание углерода, принято считать, что причиной уменьшения светимости является образование гигантских облаков сажи, поглощающих свет.

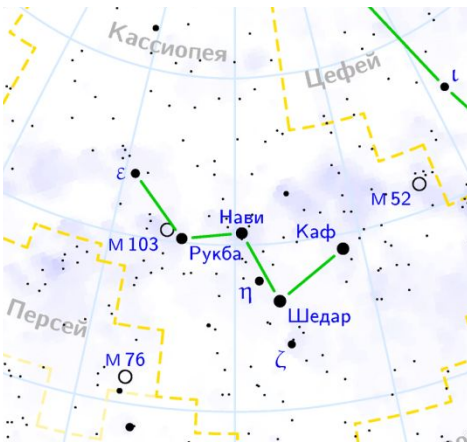


Кривые блеска неправильных переменных звёзд

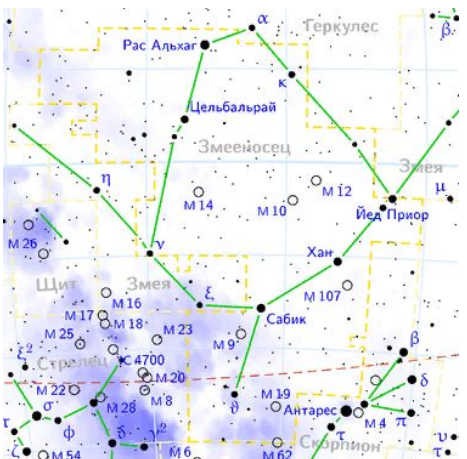
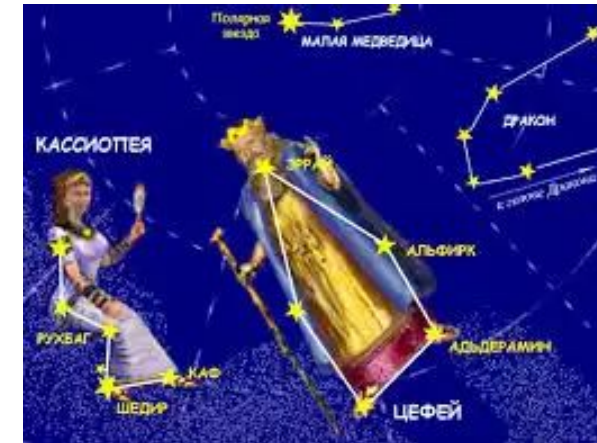
Новые и сверхновые звёзды



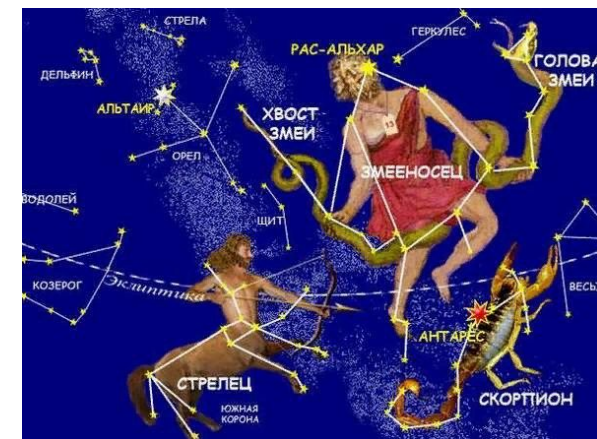
В китайских и японских хрониках сохранились сведения о «звезде-госте», которая вспыхнула **в созвездии Тельца** в 1054 году и в течение трёх недель была видна днём, а через год совершенно «исчезла».



В 1572 г. учитель Кеплера Тихо Браге наблюдал **в созвездии Кассиопеи** новую звезду, которая была ярче Венеры.



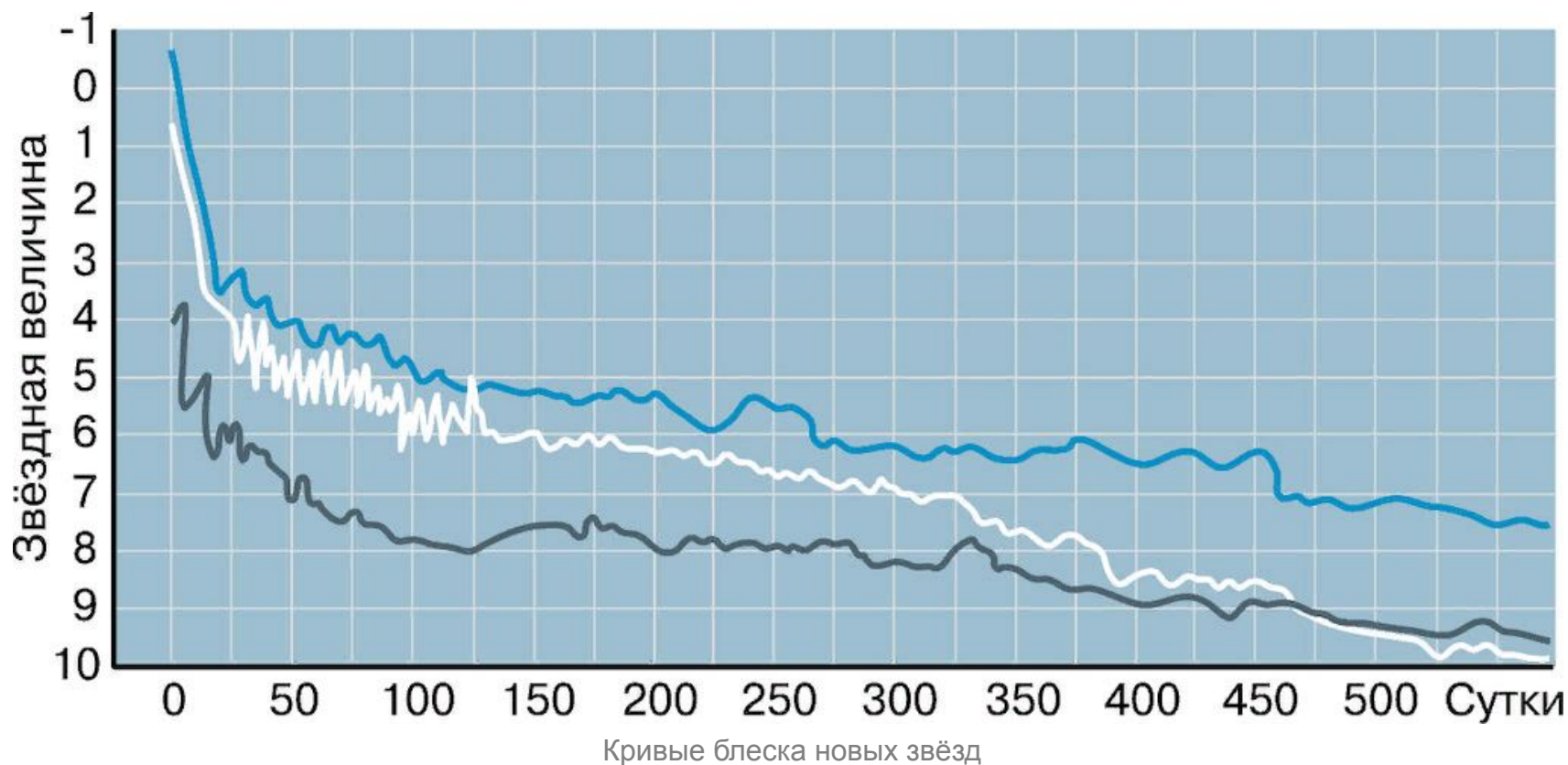
В 1604 г. уже сам Кеплер наблюдал новую звезду **в созвездии Змееносца**.



В настоящее время различают **новые** и **сверхновые** вспыхивающие звёзды.

У новых звёзд светимость возрастает на 12–13 звёздных величин и выделяется энергия до 10^{39} Дж.

Звезда приобретает максимальную яркость всего за несколько суток, а ослабление до первоначального значения светимости может длиться годами

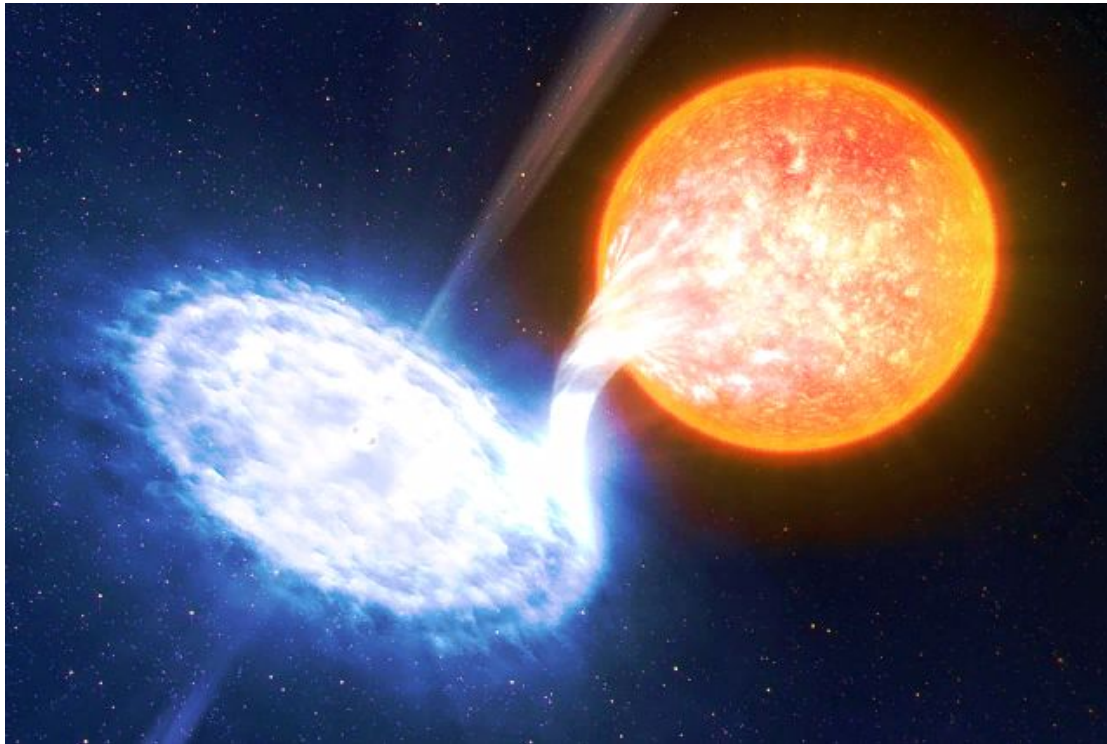


Долгое время причины вспышек новых звёзд оставались непонятными.

В 1954 г. было обнаружено, что одна из новых звёзд (DQ Геркулеса) является двойной с периодом обращения всего 4 ч 39 мин. Один из компонентов – белый карлик, а другой – красная звезда главной последовательности.

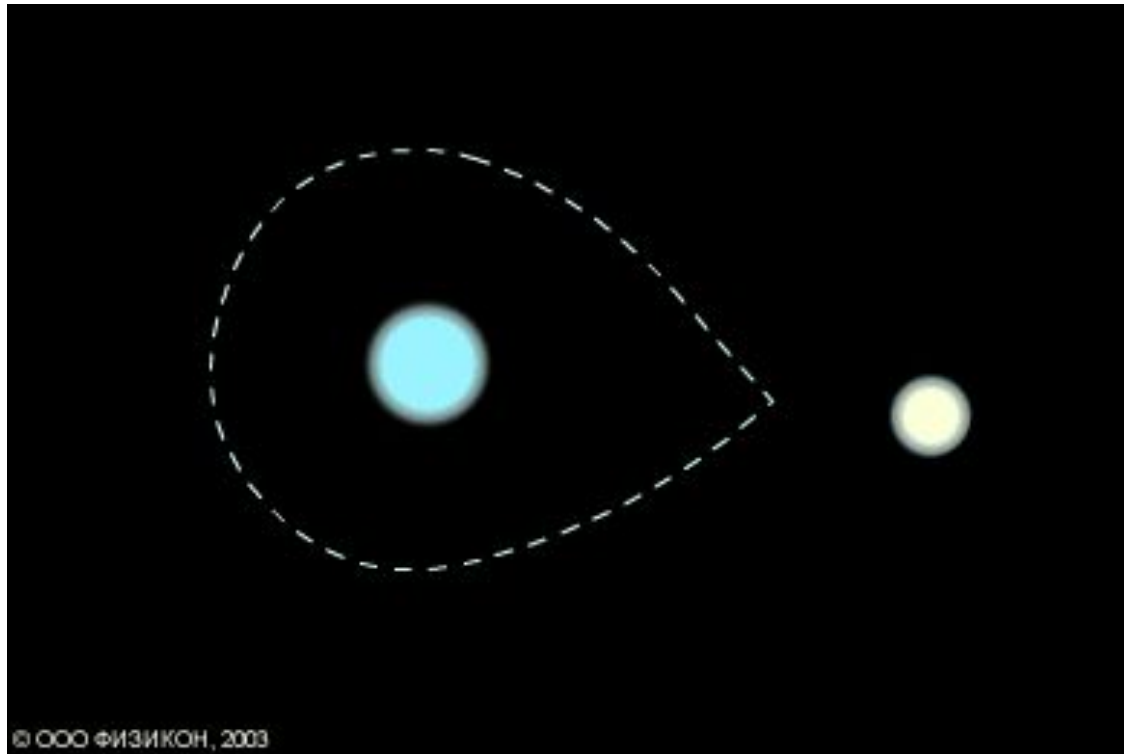
Из-за их близкого расположения на белый карлик перетекает газ из атмосферы красного карлика. Создаются условия для начала термоядерных реакций превращения водорода в гелий. Внешние слои звезды, составляющие небольшую часть её массы, расширяются и выбрасываются в космическое пространство.

Их свечение и наблюдается как **вспышка новой звезды**.



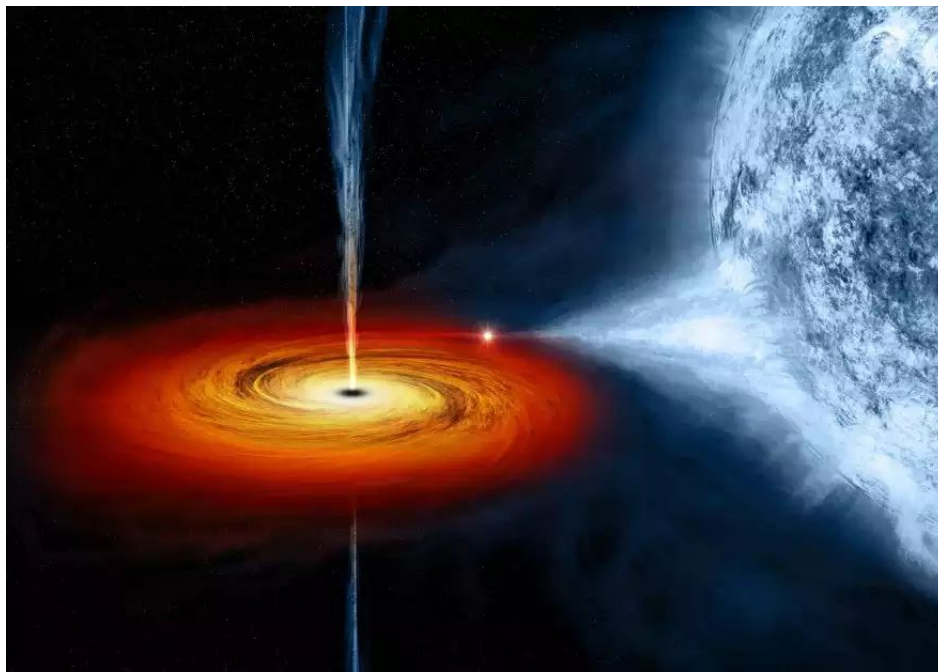
Но в некоторых случаях такой процесс может привести к катастрофе.
Если при перетекании вещества масса белого карлика превысит предельную
(примерно 1,4 массы Солнца), то происходит взрыв.
Термоядерные реакции превращения углерода и кислорода в железо и никель,
которые идут с огромной скоростью, могут полностью разрушить звезду.

Происходит **вспышка сверхновой**.



В 1967 году в созвездии Лисички группа английских радиоастрономов обнаружила источник необычных радиосигналов: импульсы продолжительностью около 0,3 с повторялись через каждые 1,34 с, причём периодичность импульсов выдерживалась с точностью до 10^{-10} с. Так был открыт первый **пульсар**, которых в настоящее время известно уже около 500.



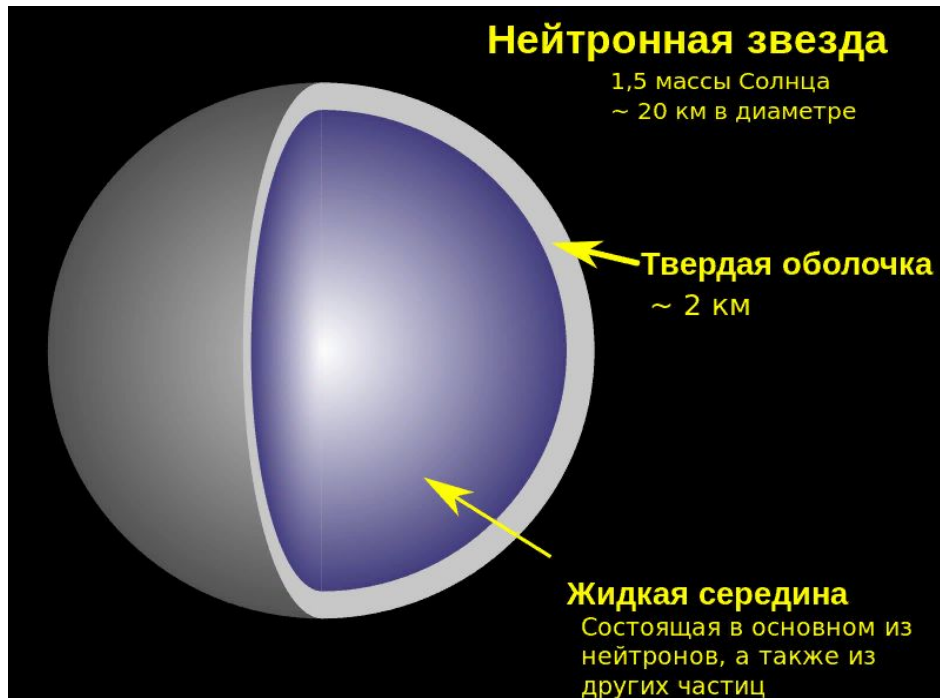


Сразу же после открытия пульсаров было высказано предположение о том, что они являются быстровращающимися **нейтронными звёздами**.

Излучение пульсара, которое испускается в узком конусе, наблюдатель видит лишь в том случае, когда при вращении звезды этот конус направлен на него подобно свету маяка.

Вещество пульсаров состоит из нейтронов, образовавшихся при соединении протонов с электронами, тесно прижатых друг к другу гравитационными силами.

Диаметры таких нейтронных звёзд всего 20–30 км, а плотность близка к ядерной и может превышать 10^{18} кг/м³.





Изображение Крабовидной туманности в условных цветах (синий — рентгеновский, красный — оптический диапазон).
В центре туманности — пульсар

Исследования показали, что **пульсары** являются остатками сверхновых звёзд.

Один из пульсаров был обнаружен в **Крабовидной туманности**, которая наблюдается на месте вспышки сверхновой в 1054 году.

Его излучение в оптическом, радио- и рентгеновском диапазонах излучения меняется с периодом, равным 0,033 с.



Наиболее уникальные объекты, получившие название **чёрных дыр**, должны возникать, согласно теории, на конечной стадии эволюции звёзд, масса которых значительно превышает солнечную.

У объекта такой массы, который сжимается до размеров в несколько километров, поле тяготения оказывается столь сильным, что вторая космическая скорость в его окрестности должна была бы превышать скорость света.

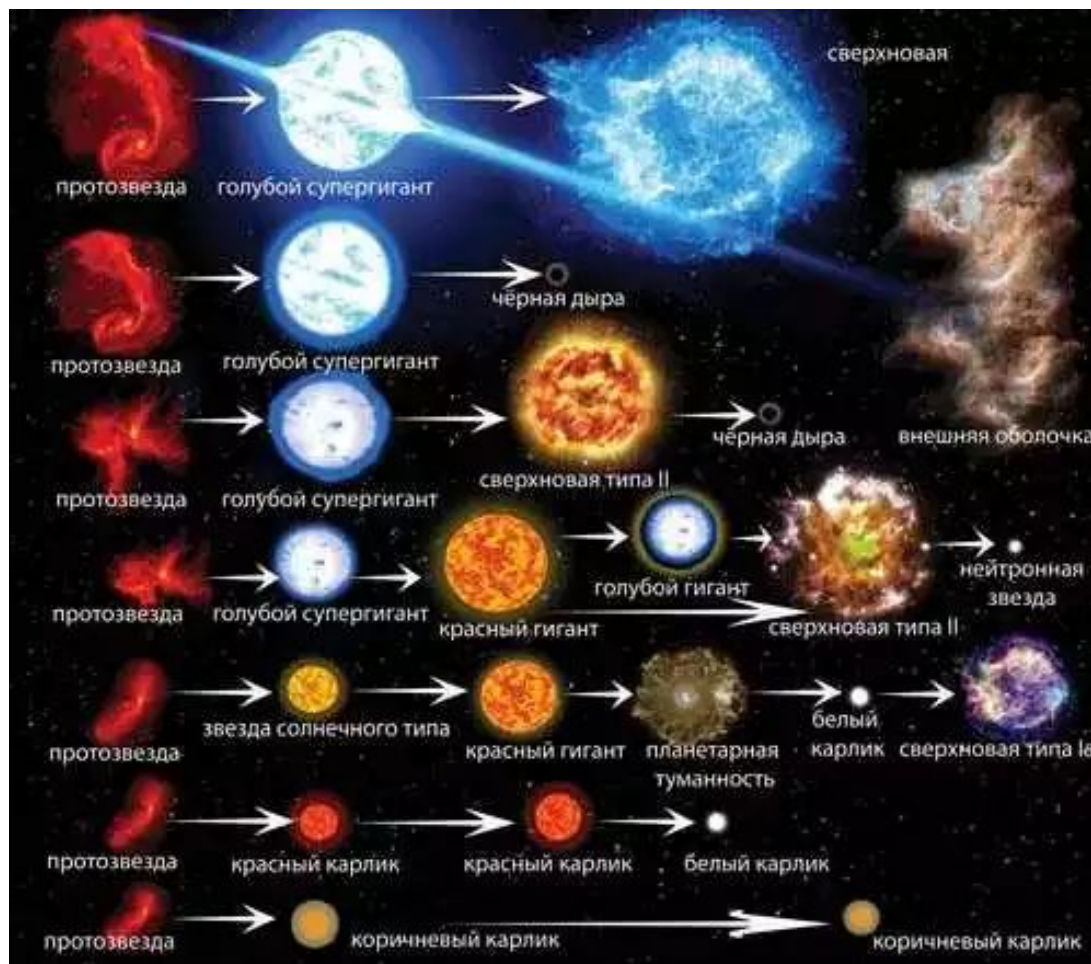


Чёрную дыру не могут покинуть ни частицы, ни даже излучение – она становится невидимой.

Белые карлики, нейтронные звёзды и чёрные дыры

являются конечными стадиями эволюции звёзд различной массы.

Из вещества, которое было потеряно ими, в последующем могут образовываться **звёзды нового поколения**.



Процесс формирования и развития звёзд рассматривается как один из важнейших процессов эволюции звёздных систем – галактик – и Вселенной в целом.

Вопросы (с.170)

1. Перечислите известные вам типы переменных звезд.
2. Перечислите возможные конечные стадии эволюции звезд.
3. В чем причина изменения блеска цефеид?
4. Почему цефеиды называют «маяками Вселенной»?
5. Что такое пульсары?
6. Может ли Солнце вспыхнуть, как новая или сверхновая звезда? Почему?

Домашнее задание

§ 24

- Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия. Базовый уровень. 11 кл. : учебник/ Б.А. Воронцов-Вельяминов, Е.К.Страут. - М.: Дрофа, 2013. – 238с
- CD-ROM «Библиотека электронных наглядных пособий «Астрономия, 9-10 классы». ООО «Физикон». 2003
- http://kvedomosti.com/uploads/posts/2017-03/astronomy-zafiksirovali-novyy-klass-pulsiruyuschih-zvezd_1.jpeg
- http://1.bp.blogspot.com/-ZN6NbAuiPuW/TzdFIJHdwWI/AAAAAAAAAw4/08-UEPtIBG8/s640/courbe_delta_cephei.gif
- https://aboutspacejornal.net/wp-content/uploads/2016/01/800px-V838_Monocerotis_expansion1.jpg
- <http://www.galacticnews.ru/wp-content/uploads/2011/03/Cet.jpg>
- http://myheavengate.com/wp-content/uploads/2014/01/kit_fish.gif
- http://www.galactic.name/constellations/img/taurus_constellation_uranographia.jpg
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9d/Cassiopeia_constellation_map_ru_lite.png/800px-Cassiopeia_constellation_map_ru_lite.png
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b9/W5_cropped.jpg/225px-W5_cropped.jpg
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6b/Ophiuchus_constellation_map_ru_lite.png/375px-Ophiuchus_constellation_map_ru_lite.png
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0d/Taurus_constellation_map_ru_lite.png/375px-Taurus_constellation_map_ru_lite.png
- <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a2/TaurusConstellation2.jpg/1280px-TaurusConstellation2.jpg>
- <http://mila.kcbux.ru/Raznoe/Zdorove/Luna/image/anime/407.gif>
- <http://sebulfin.com/wp-content/uploads/2014/01/Sozvezdie-Kassiopei.jpg>
- http://www.science-techno.ru/nt/sites/default/files/ImagesNT/3_2012/0312_117.jpg
- <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c9/Chandra-crab.jpg/800px-Chandra-crab.jpg>
- http://ic.pics.livejournal.com/aristotel_by/77544335/169690/169690_900.jpg
- <http://www.uapost.us/content/newspreview/image/ngay4b3l/fullsize.jpg>
- <http://inoplanetyanin.ru/wp-content/uploads/2016/12/5926864.jpg>
- https://aboutspacejornal.net/wp-content/uploads/2016/01/800px-Neutron_star_cross_section_ru.svg1.png
- <http://s019.radikal.ru/i618/1210/76/7efecdc4537d.jpg>
- <http://v-kosmose.com/wp-content/uploads/2013/11/MTQ2MTI5NTUyMQ.jpg>
- <http://fb.ru/misc/i/gallery/42514/1889895.jpg>