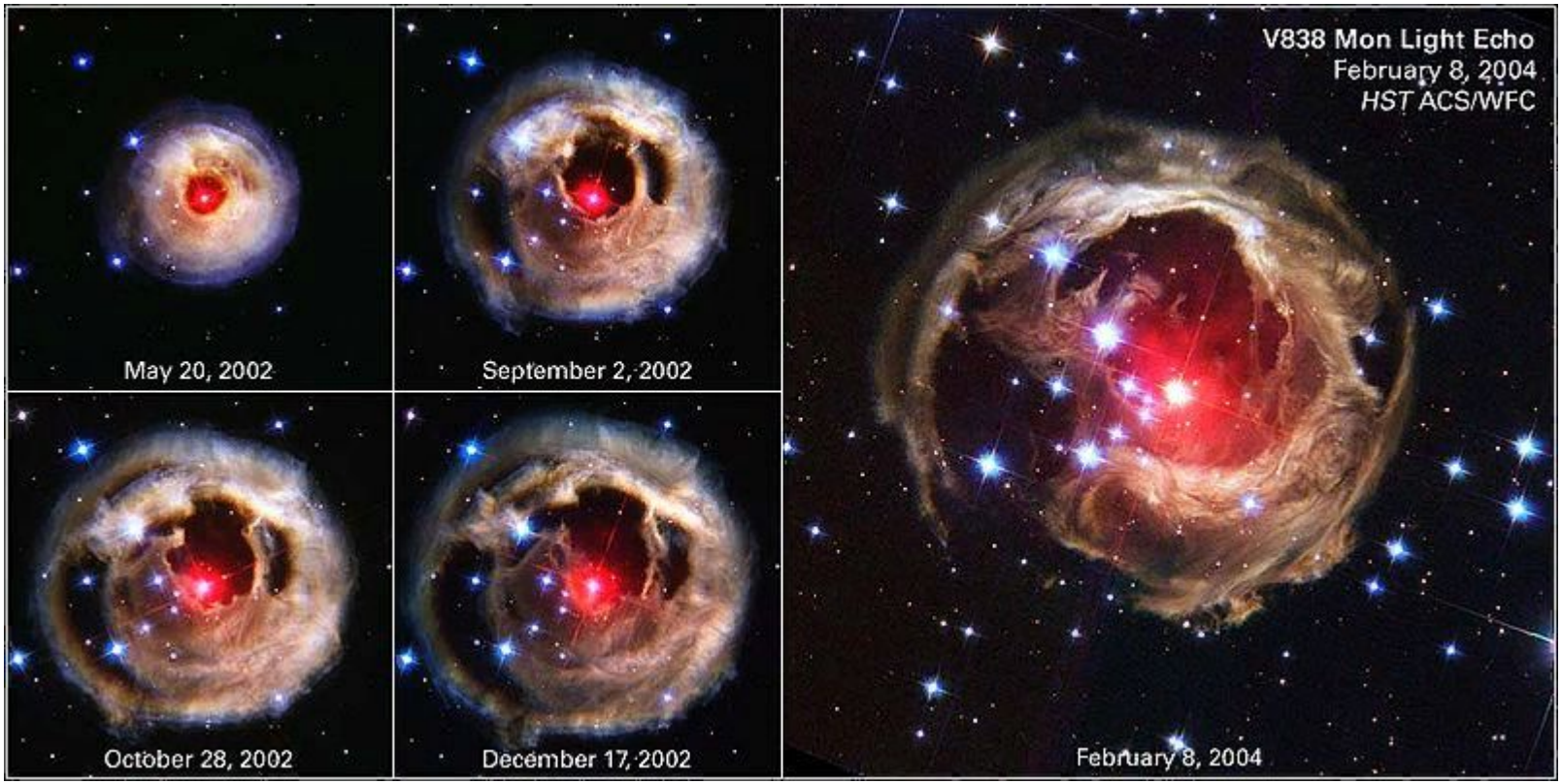
Тема 28.

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЁЗДЫ. ПУЛЬСАРЫ. ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ.

Переменная звезда —звезда, яркость которой изменяется со временем в результате происходящих в её районе физических процессов.

1. **Пульсирующие переменные звезды.**
2. **Затменно-переменные звёзды.**
3. **Эруптивные переменные звезды.**

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

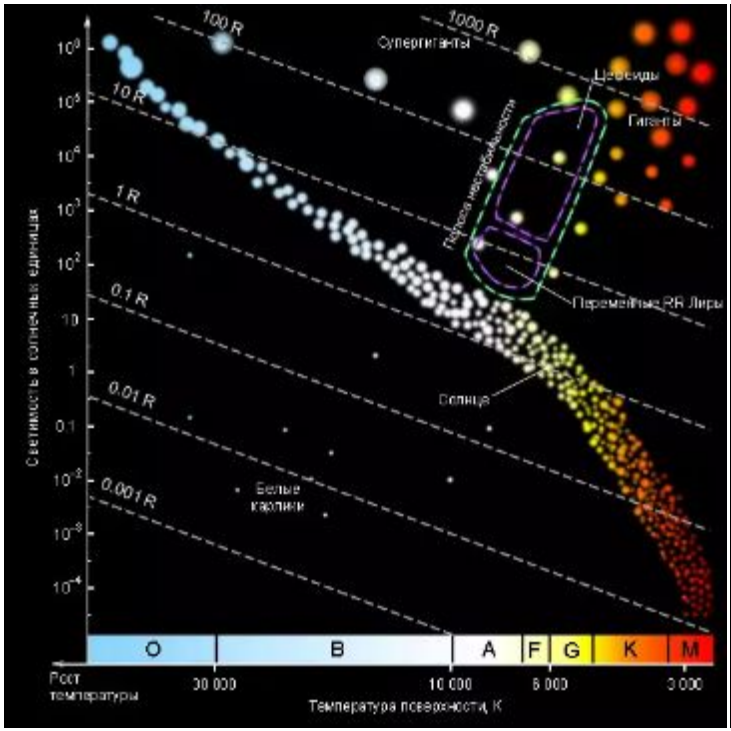


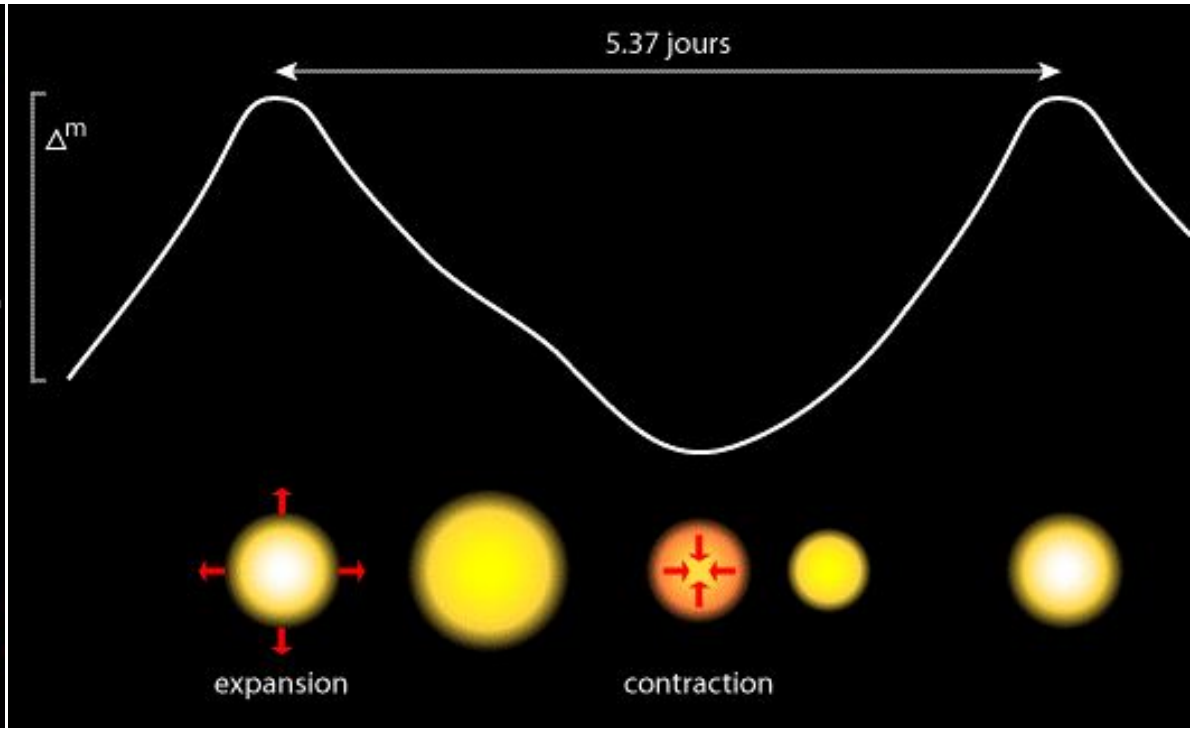
Красная переменная звезда V838 Monocerotis

1. Пульсирующие переменные звезды — характеризуются непрерывными и плавными изменениями блеска: **цефеиды, мириды, типа RR Лиры, неправильные, полуправильные и т.д.**

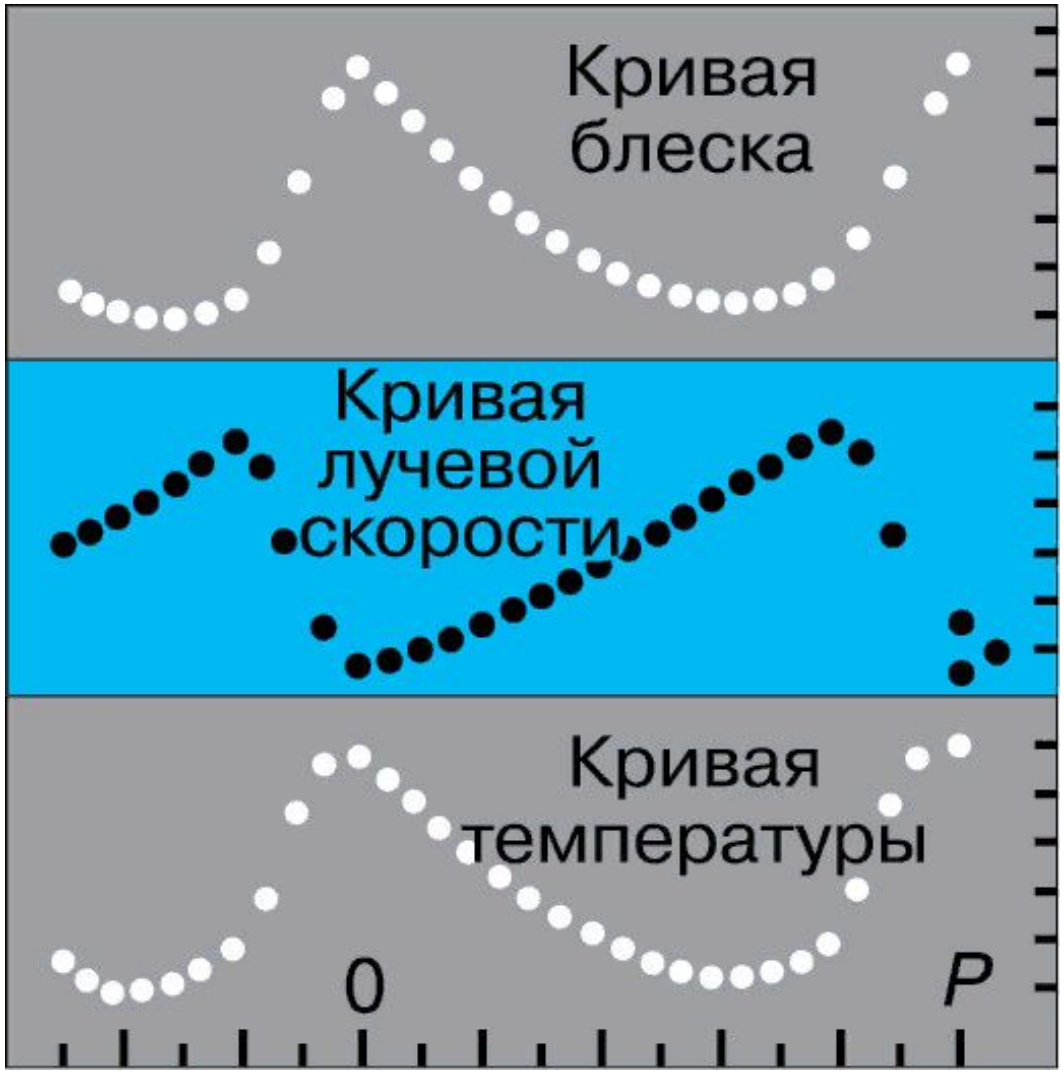
К числу переменных звёзд со строгой периодичностью принадлежат прежде всего цефеиды. Они получили это название потому, что первой среди звёзд этого типа была открыта δ Цефея.

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.

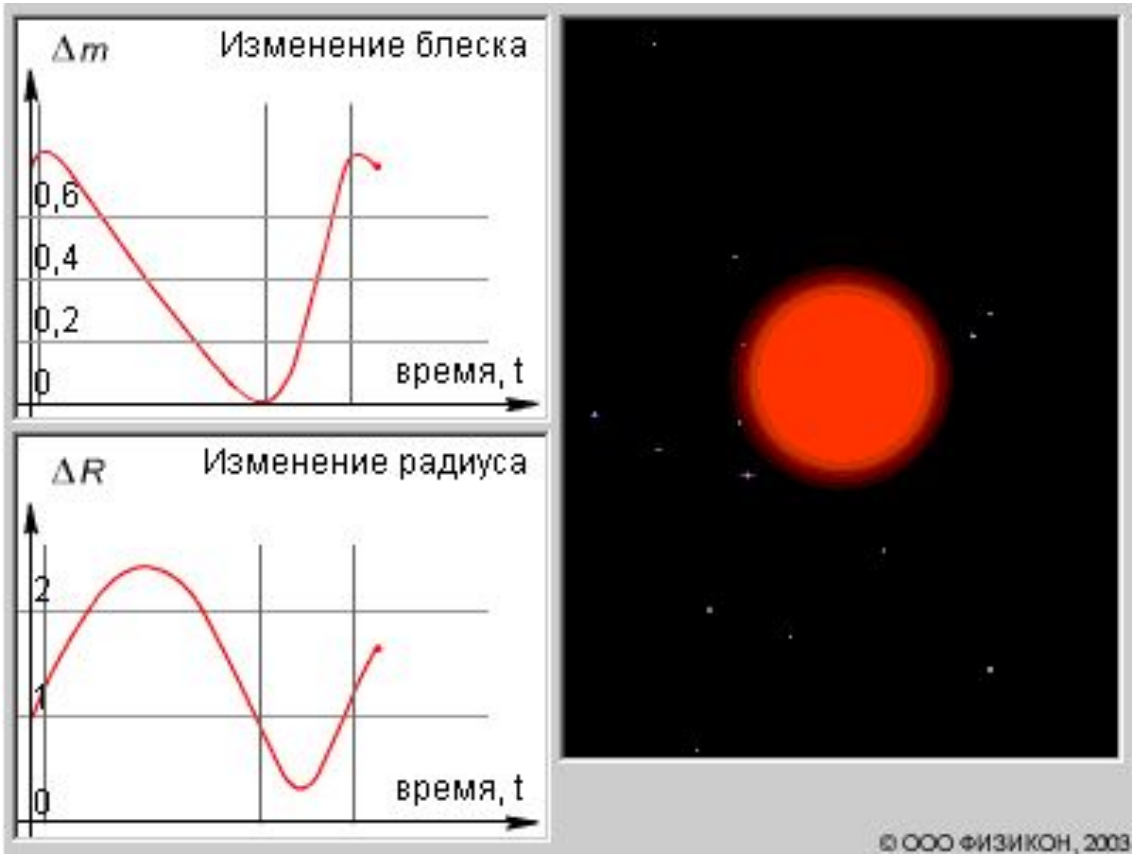
Они периодически то расширяются, то сжимаются.

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

Цефеиды – это звёзды-сверхгиганты, они обладают высокой светимостью.

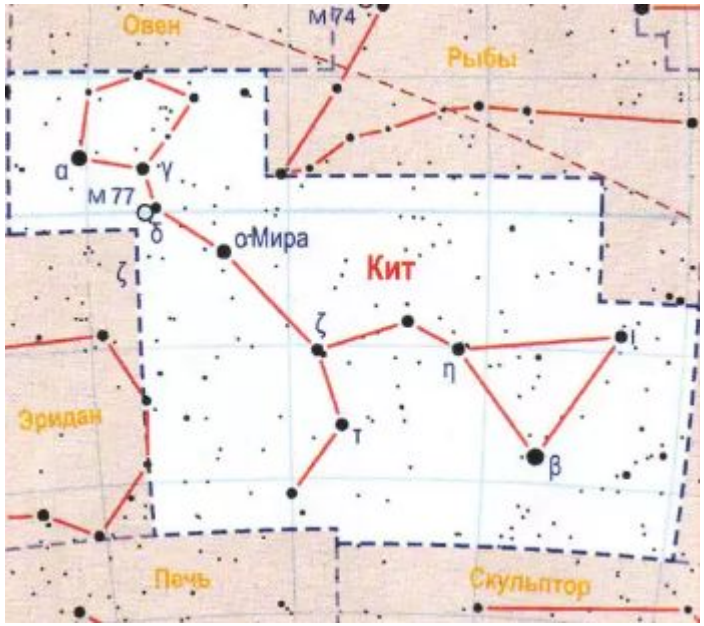
Светимость цефеиды с периодом 50 суток в 10 тыс. раз больше, чем у Солнца.

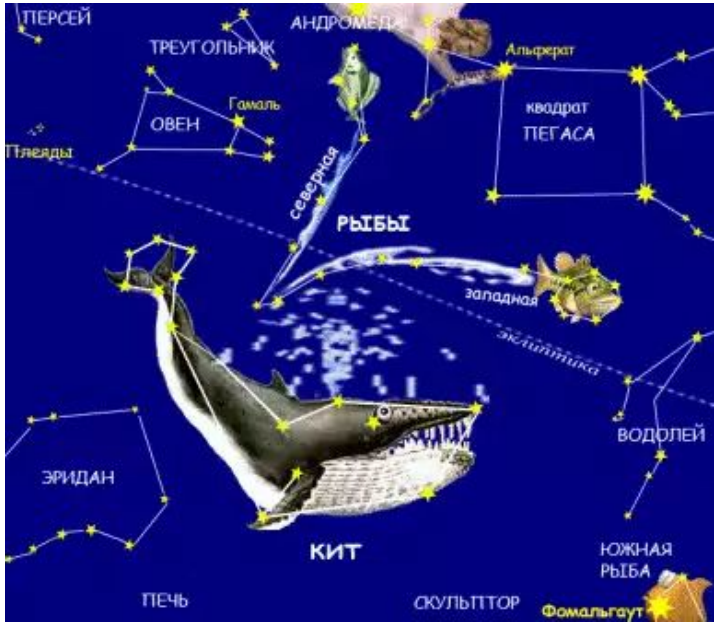
Они заметны даже в других галактиках, поэтому цефеиды, которые можно использовать для определения таких больших расстояний, когда годичный параллакс невозможно измерить, часто называют «маяками Вселенной».



<u>Мириды</u> по-другому называют **долгопериодическими переменными звёздами**. Это звёзды типа ω (омега) Кита. Амплитуда изменения блеска достигает 10-й звёздной величины. Период переменности сильно разнится и лежит в интервале 90 — 730 суток.

К миридам относятся свеохгиганты.





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

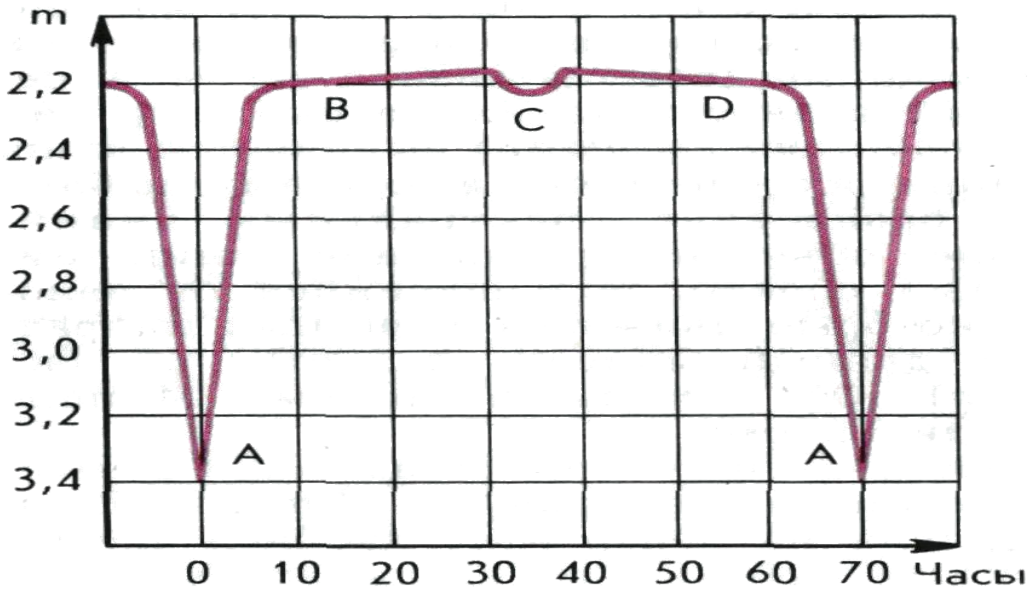
В максимуме Мира хорошо видна невооруженным глазом, ее видимая звездная величина 2^m, в период минимума она уменьшается до 10^m и видна только в телескоп.

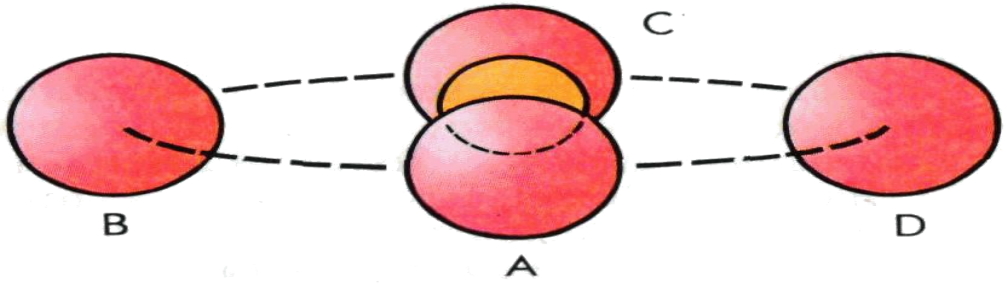
Средний период переменности Миры - 332 суток.

Переменные звёзды типа RR Лиры. Это гиганты спектрального класса А. Период переменности для этих звёзд 0,2 — 1,2 суток. Они очень быстро меняют блеск, при этом амплитуда достигает одной звёздной величины. С изменением блеска изменяется **показатель цвета**, что связано с изменением температуры фотосферы. При максимуме звезда светлеет (белеет), т.е. становится горячее. Также изменяется радиус звезды (лучевые скорости).

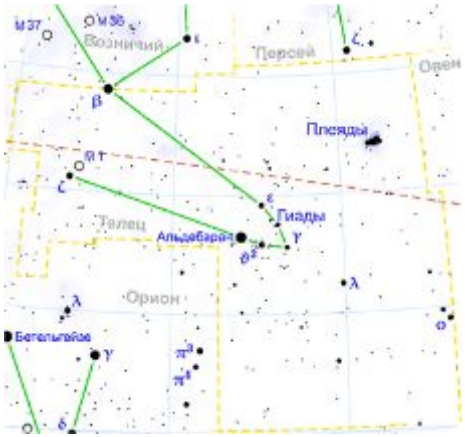
Неправильные переменные звезды. Это звёзды, у которых происходит непредсказуемое изменение блеска. Их сложно наблюдать и приходится затрачивать больше времени на определение их характеристик. Представителем это типа звёзд является μ (мю) Цефея.

2. Затменно-переменные звёзды — тесные пары звёзд, которые нельзя разделить даже в самые мощные телескопы, видимая звёздная величина меняется из-за периодически наступающих для наблюдателя с Земли затмений одного компонента системы другим. Звезда с большей светимостью — главная, с меньшей — спутник. Самыми популярными примерами являются: β Персея (Алголь) и β Лиры.

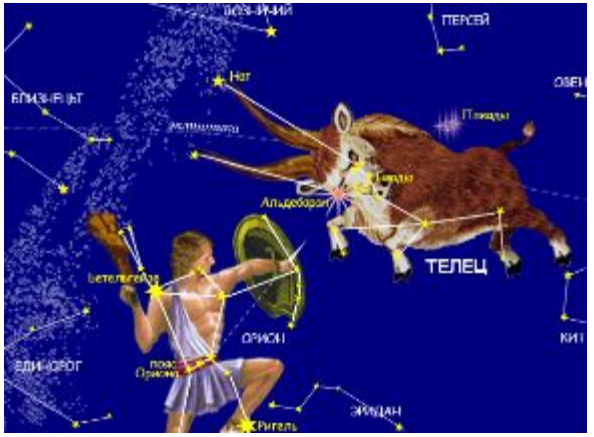


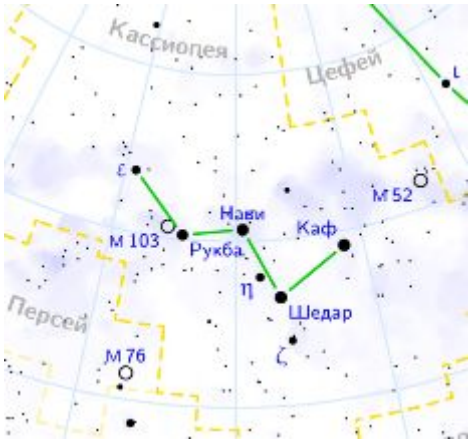


3. Эруптивные переменные звезды — характеризуются неправильными, быстрыми и сильными изменениями блеска, вызванными процессами, носящими взрывообразный (эруптивный) характер: ***новые звёзды, сверхновые***.

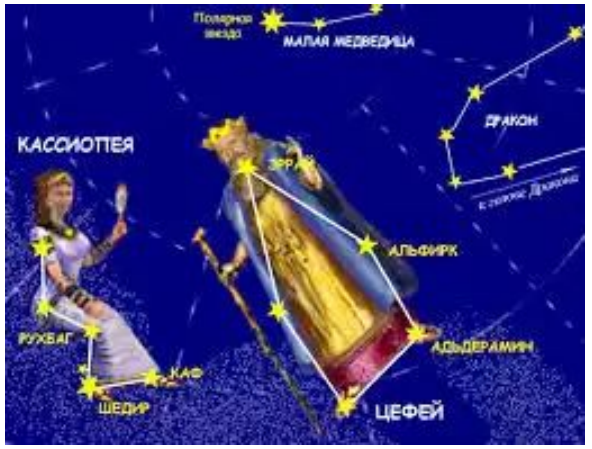


В китайских и японских хрониках сохранились сведения о «звезде-гостье», которая вспыхнула в созвездии Тельца в 1054 году и в течение трёх недель была видна днём, а через год совершенно «исчезла».

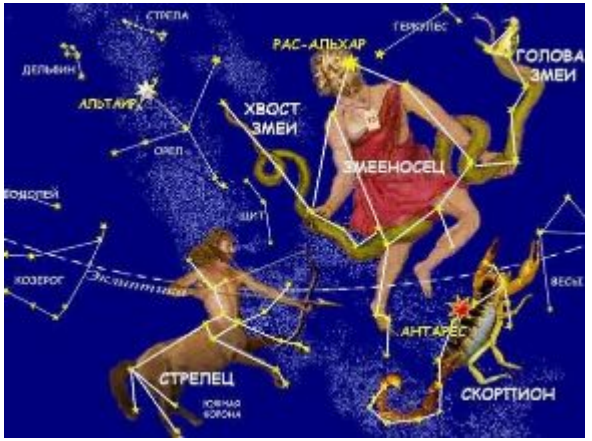




В 1572 г. учитель Кеплера Тихо Браге наблюдал в созвездии Кассиопеи новую звезду, которая была ярче Венеры.



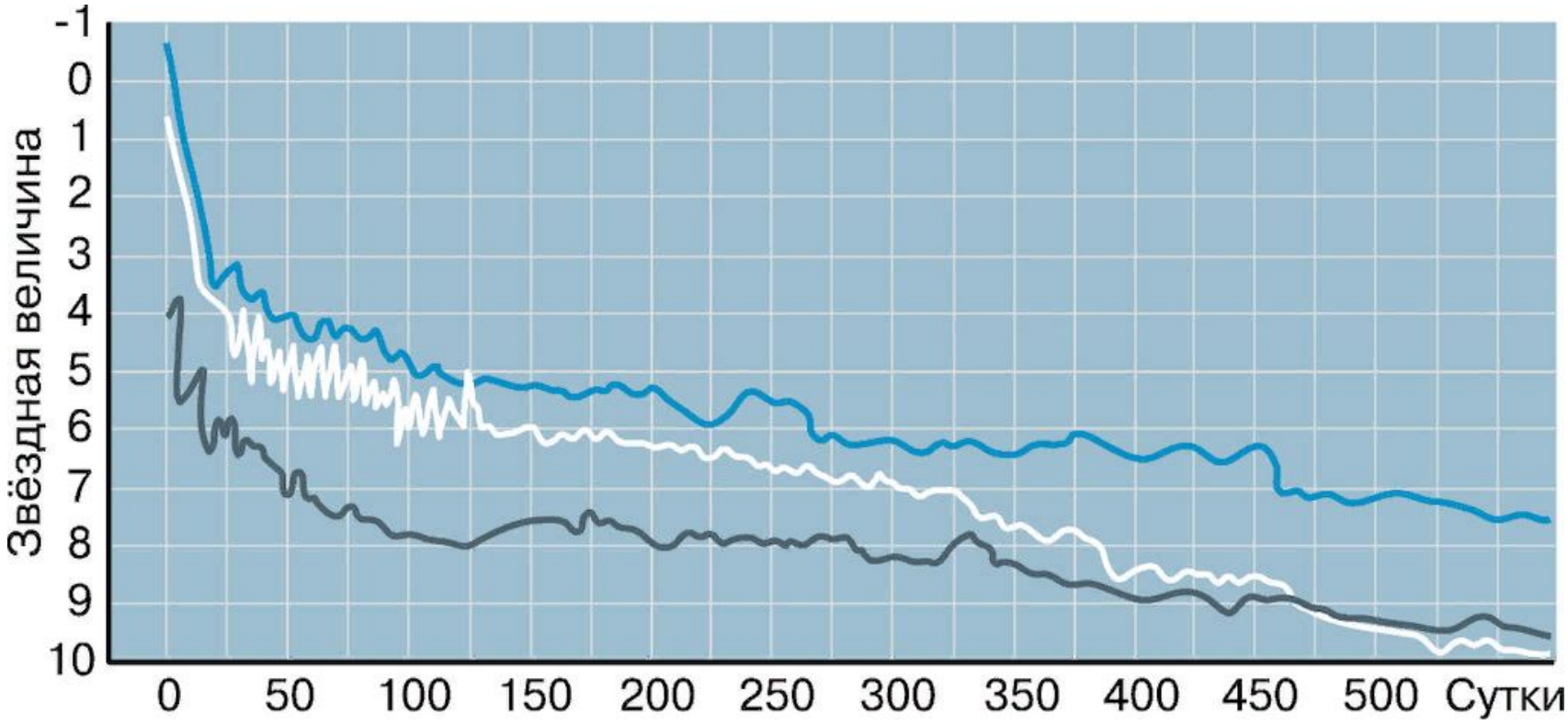
В 1604 г. уже сам Кеплер наблюдал новую звезду в созвездии Змееносца.



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



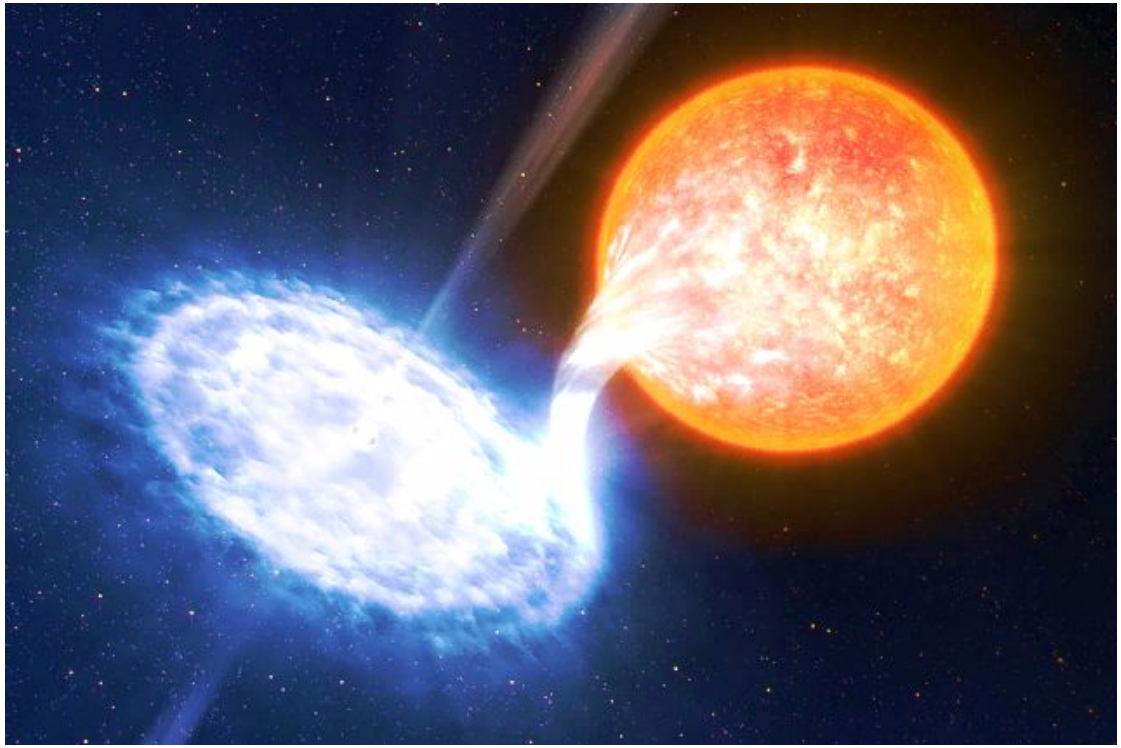
Кривые блеска новых звёзд

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.**

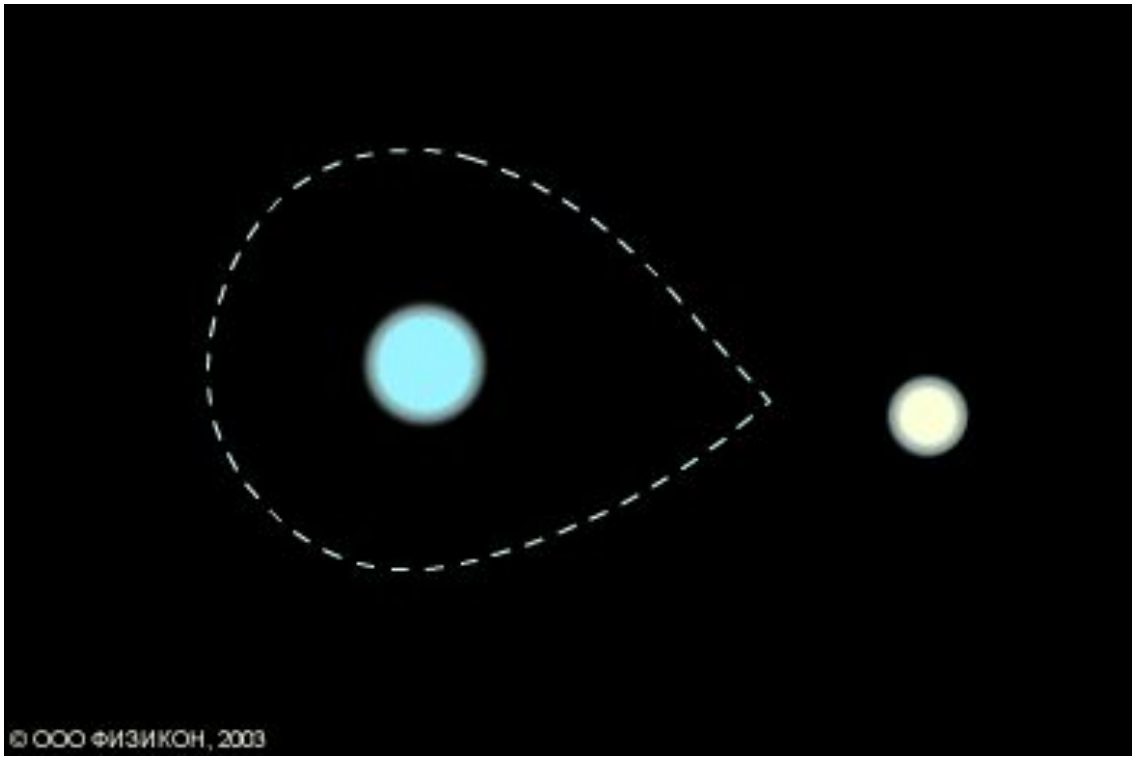


Но в некоторых случаях такой процесс может привести к катастрофе.

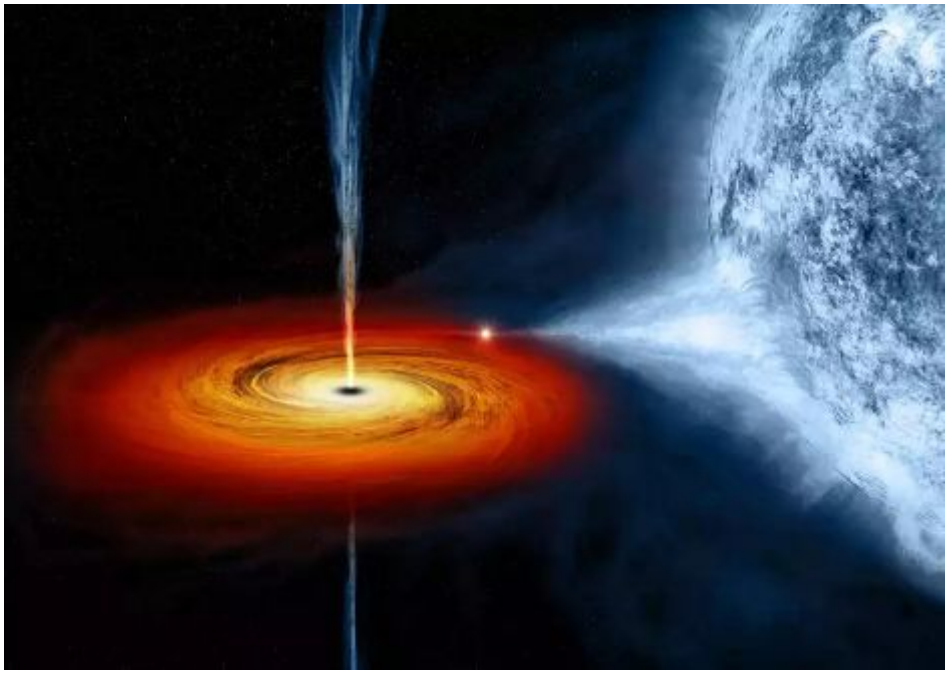
Если при перетекании вещества масса белого карлика превысит предельную (примерно 1,4 массы Солнца), то происходит взрыв.

Термоядерные реакции превращения углерода и кислорода в железо и никель, которые идут с огромной скоростью, могут полностью разрушить звезду.

Происходит **вспышка сверхновой звезды**.



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/м^3.

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.