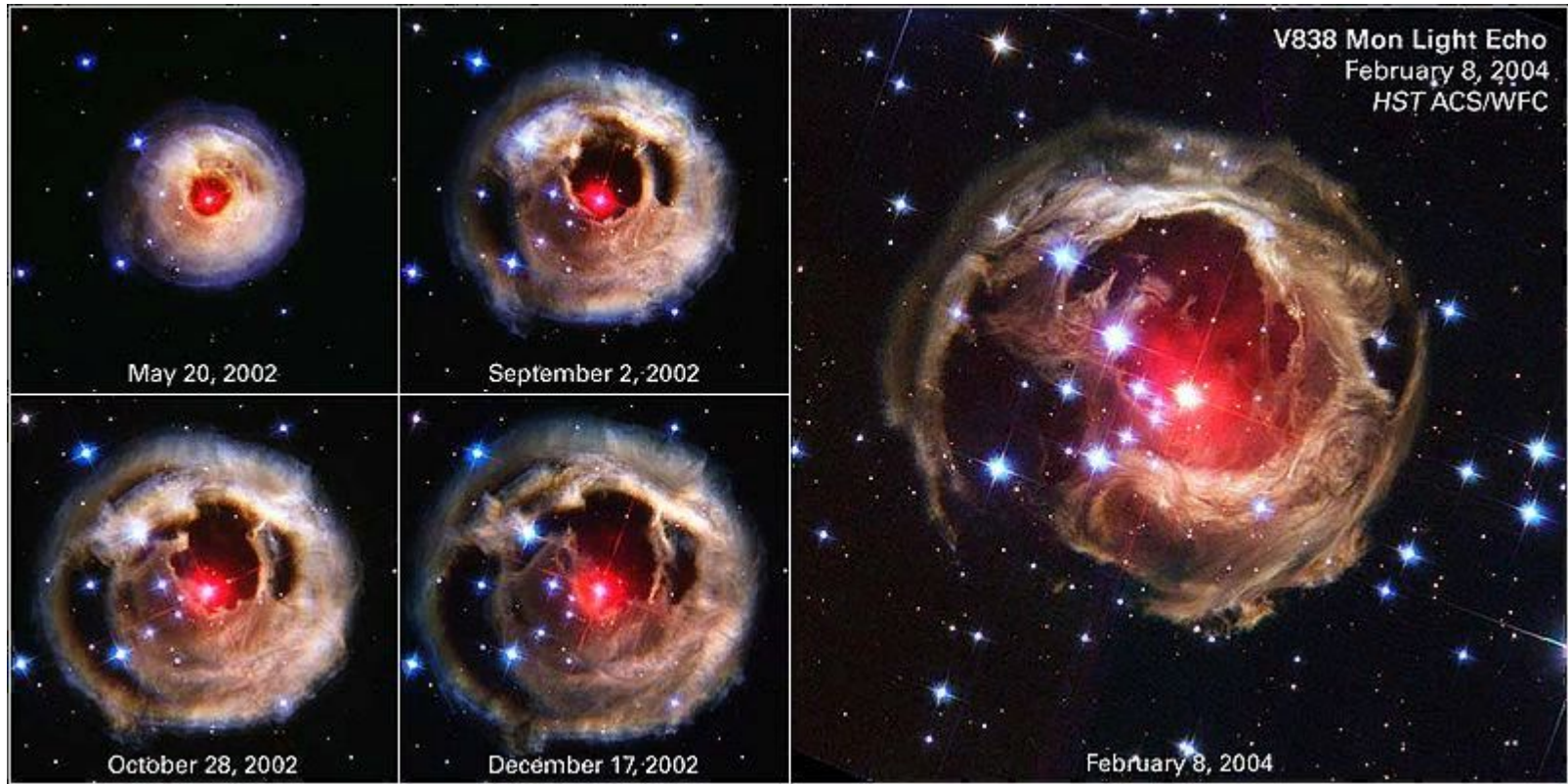


ПЕРЕМЕННЫЕ И НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ЗВЁЗДЫ

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

Южанина В.А.
МБОУ «СОШ №2 г. Осы»

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



Красная переменная звезда V838 Monocerotis

В настоящее время известно несколько десятков тысяч переменных звёзд различных типов.

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

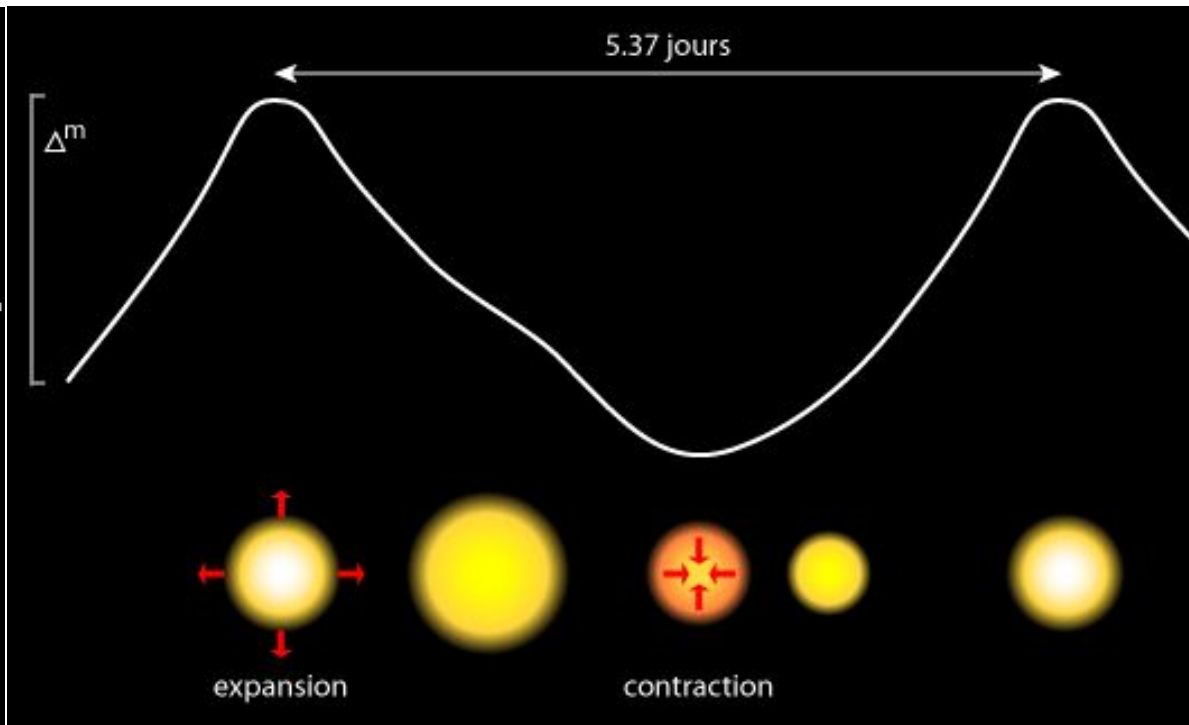
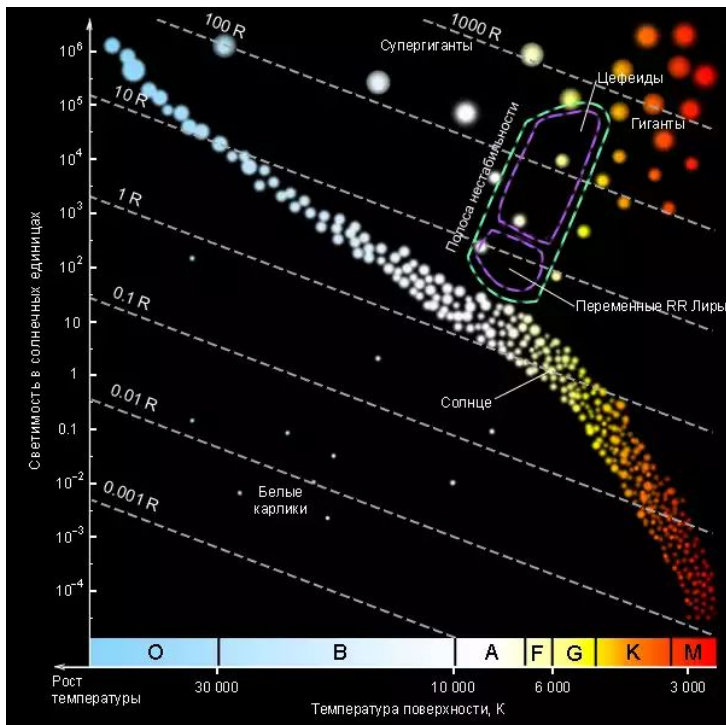
- Физические переменные звёзды, у которых СВЕТИМОСТЬ МЕНЯЕТСЯ в результате различных процессов, происходящих на самой звезде.
 - 1) Строго периодически
 - 2) С нарушением периодичности
 - 3) Неправильным образом

Цефеиды - переменные звёзды со строгой периодичностью изменения светимости.

Первой среди звёзд этого типа была открыта δ Цефея.

Эта классическая цефеида: $P = 5,37$ суток, $L_{\max} \approx 1^m$
(рис.5.23)

Цефеиды – это звёзды сверхгиганты, обладающие высокой светимостью.



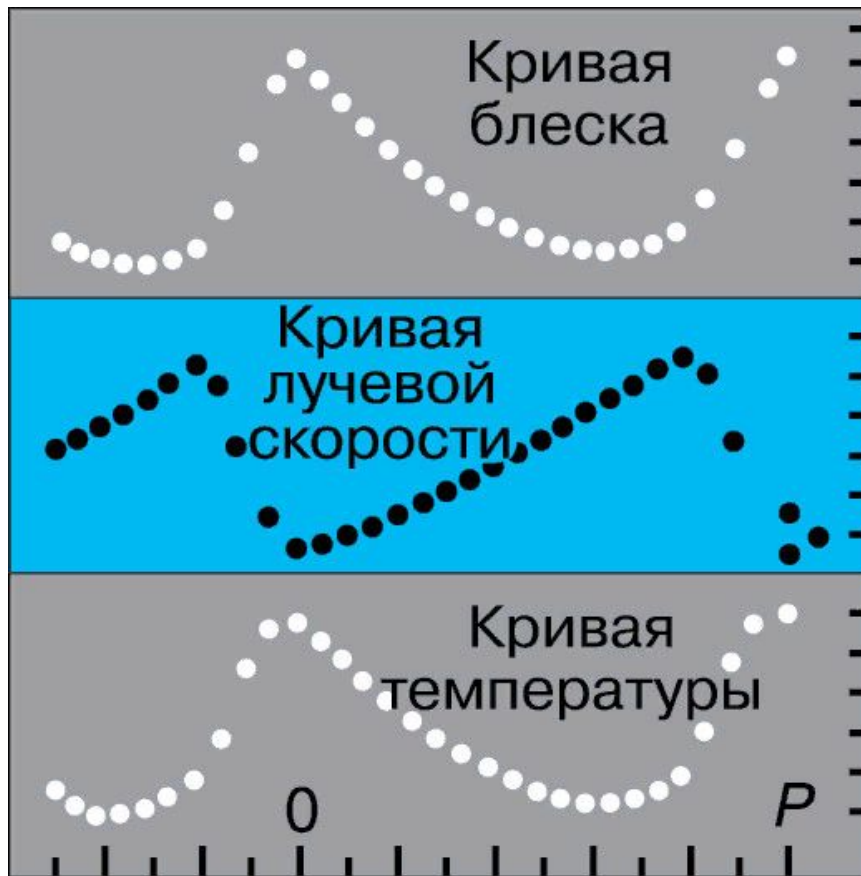


Рис. 5.24. Графики изменения светимости, лучевой скорости и температуры цефеид.

- 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.

Цефеида – это природная автоколебательная система, «сферический маятник», который имеет собственную частоту (период) колебаний.

Зависимость «период - СВЕТИМОСТЬ»

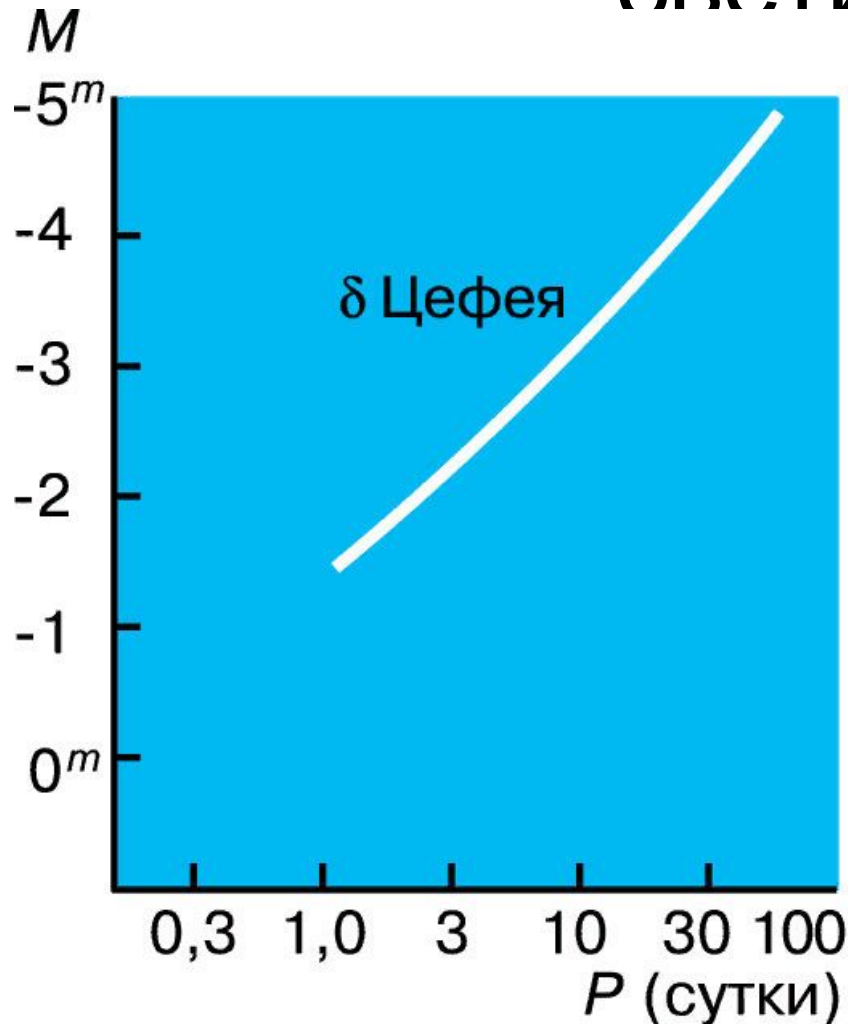
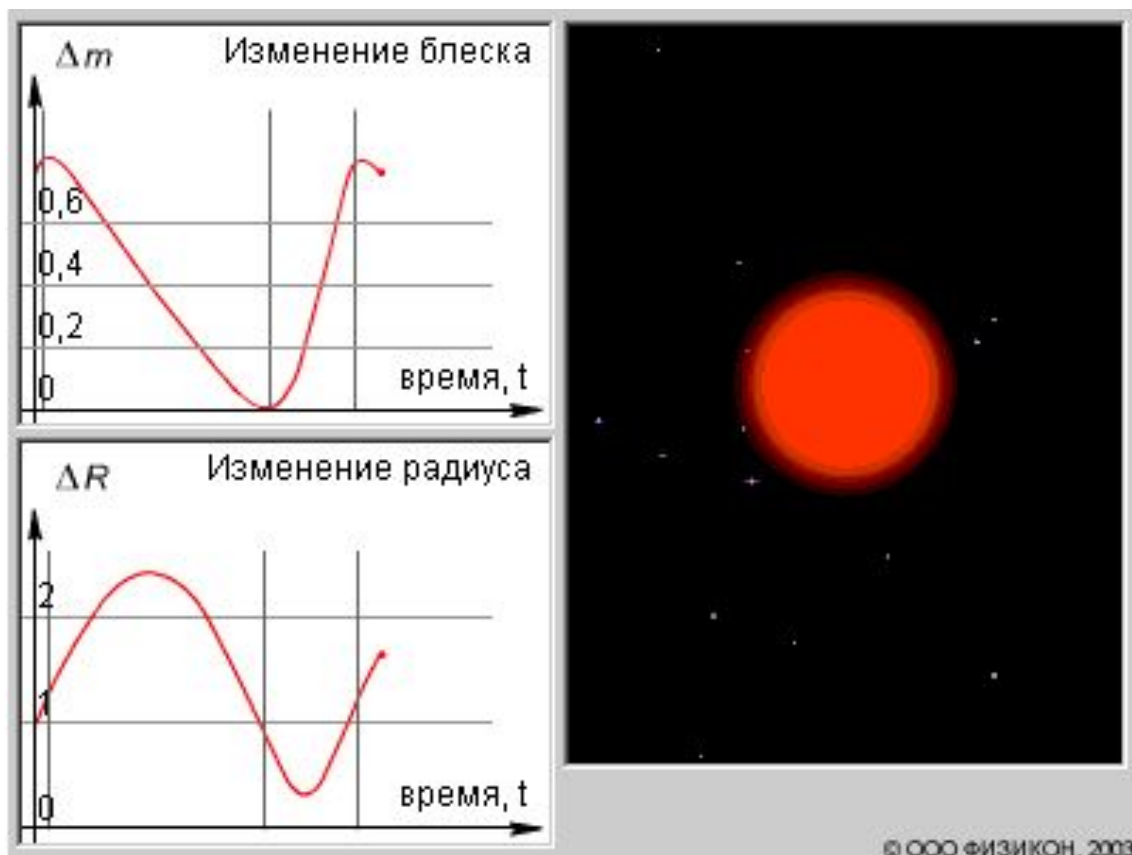


Рис.5.25.

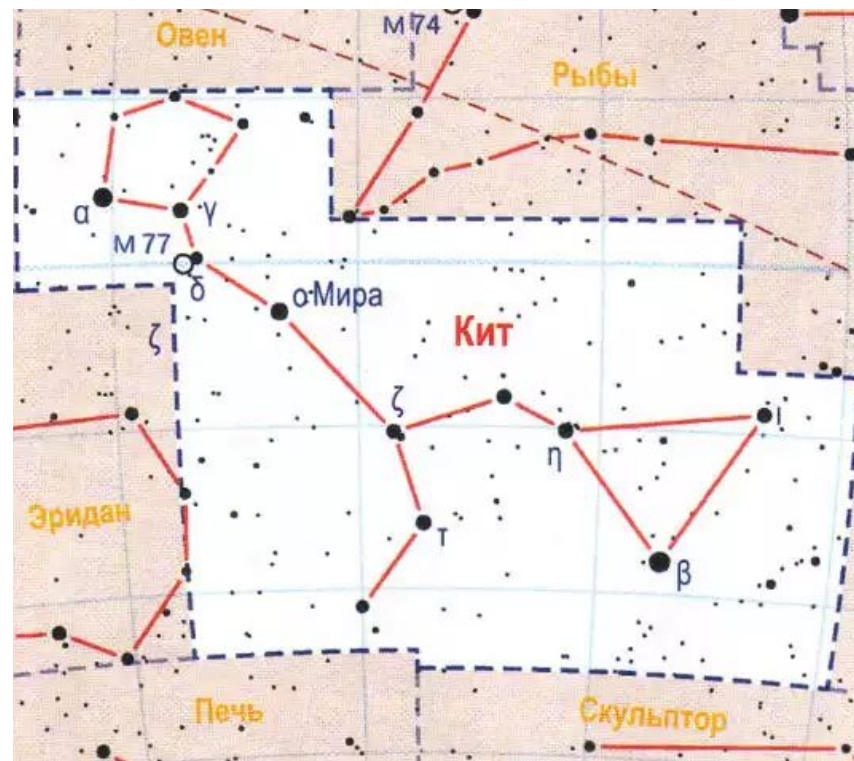
- В начале XX в. было замечено: **чем ярче цефеида, тем продолжительнее период изменения её светимости.**
- Зависимость «период - светимость», существующая у цефеид, используется для определения расстояний в астрономии.
- **$P \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow m \rightarrow D$ (пк)** вычислить расстояние до звезды по формуле: стр.147
- **$\lg D = 0,2(m - M) + 1.$**

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».

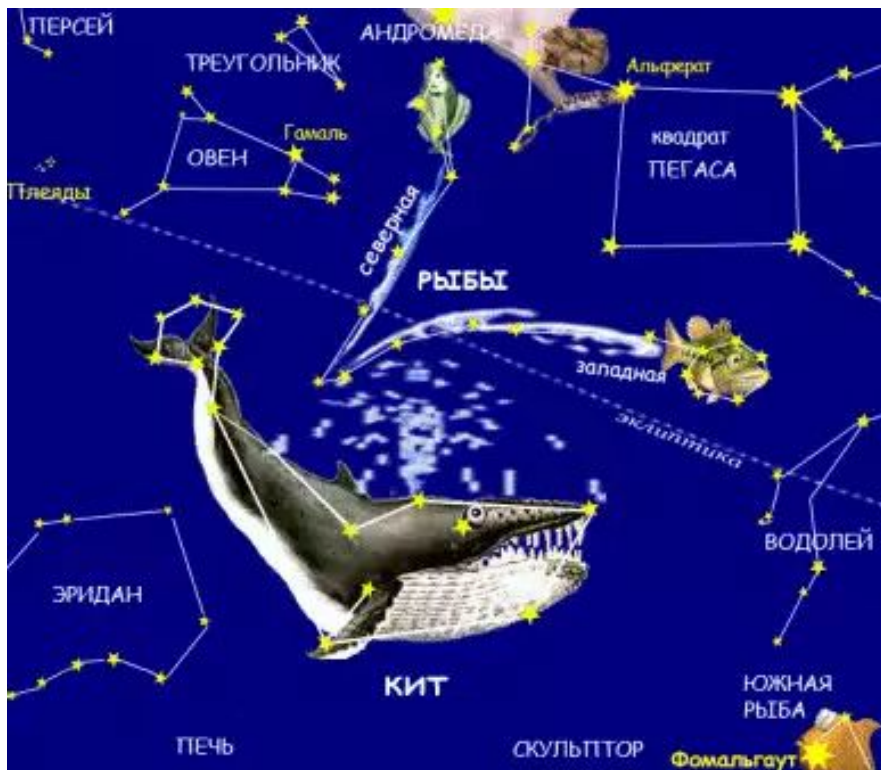


❑ Звёзды, пульсация которых происходит с периодом , большим, чем у цефеид, называют **долгопериодическими**.

- 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.

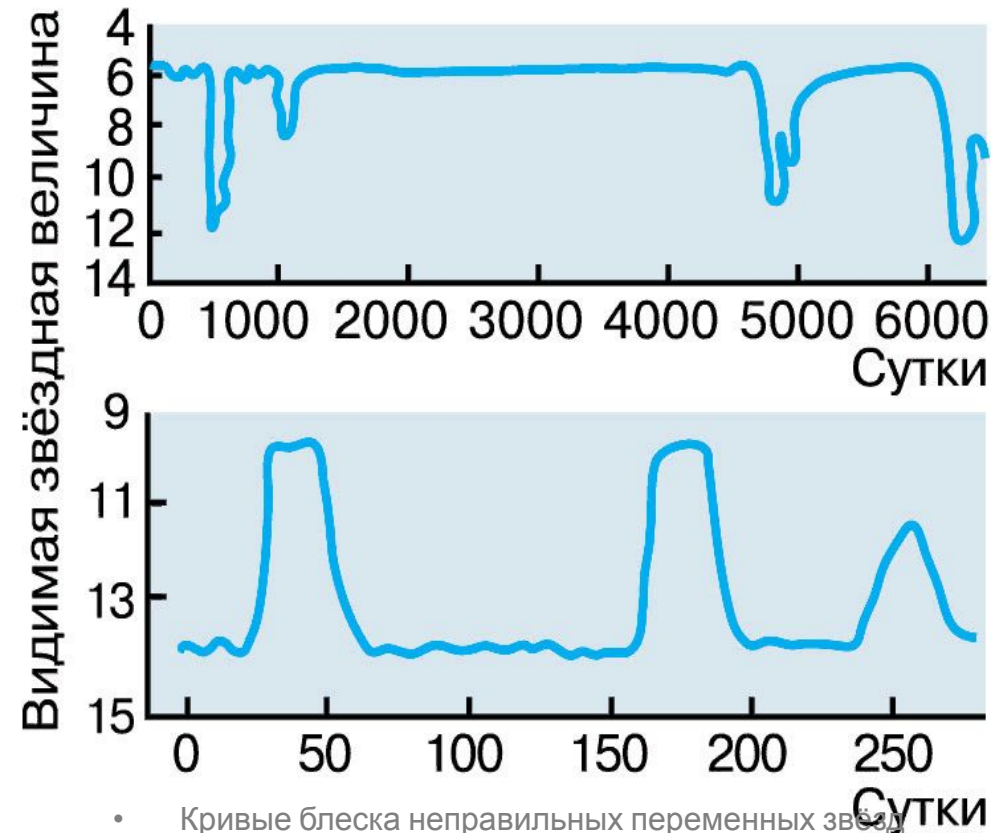


Мира в созвездии Кита

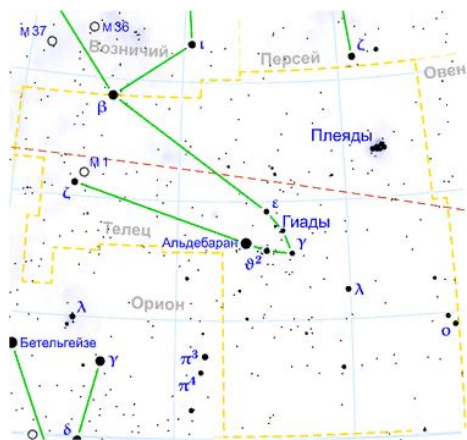


- Первую пульсирующую переменную открыл в 1596 году Фибрициус в созвездии Кита. Он назвал ее Мирой, что означает «чудесная, удивительная».
- В максимуме Мира хорошо видна невооруженным глазом, ее видимая звездная величина 2^m , в период минимума она уменьшается до 10^m и видна только в телескоп.
- Средний период переменности Мира - 332 суток.

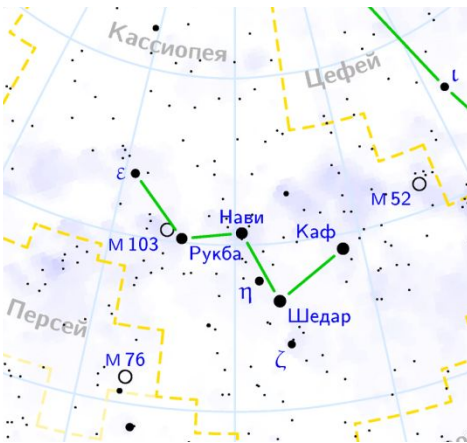
Кривая блеска неправильных переменных звёзд



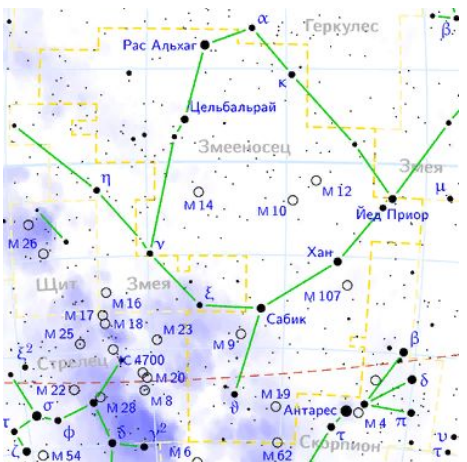
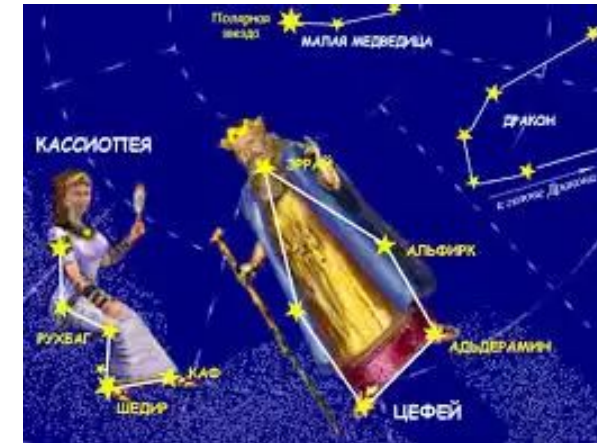
- У некоторых звёзд, светимость которых долгое время оставалась практически постоянной, она вдруг неожиданно падает, а через некоторое время опять восстанавливается на прежнем уровне (рис. 5.26.)
- Поскольку в атмосферах таких звёзд наблюдается повышенное содержание углерода, принято считать, что причиной уменьшения светимости является образование гигантских облаков сажи, поглощающих свет.



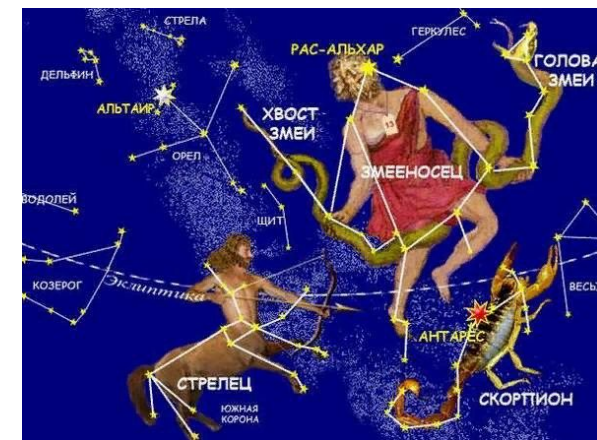
В китайских и японских хрониках сохранились сведения о «звезде-госте», которая вспыхнула **в созвездии Тельца** в 1054 году и в течение трёх недель была видна днём, а через год совершенно «исчезла».



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**.



ЗВЁЗДЫ

Новые

Светимость ↑
на $12^m - 13^m$
Кривые блеска
рис.5.27.

Выделяется энергия
 $E = 10^{39}$ Дж

Двойная: Белый
карлик – красная
звезда ГП

Механизм: перетекание
газа из атмосферы

Сверхновые

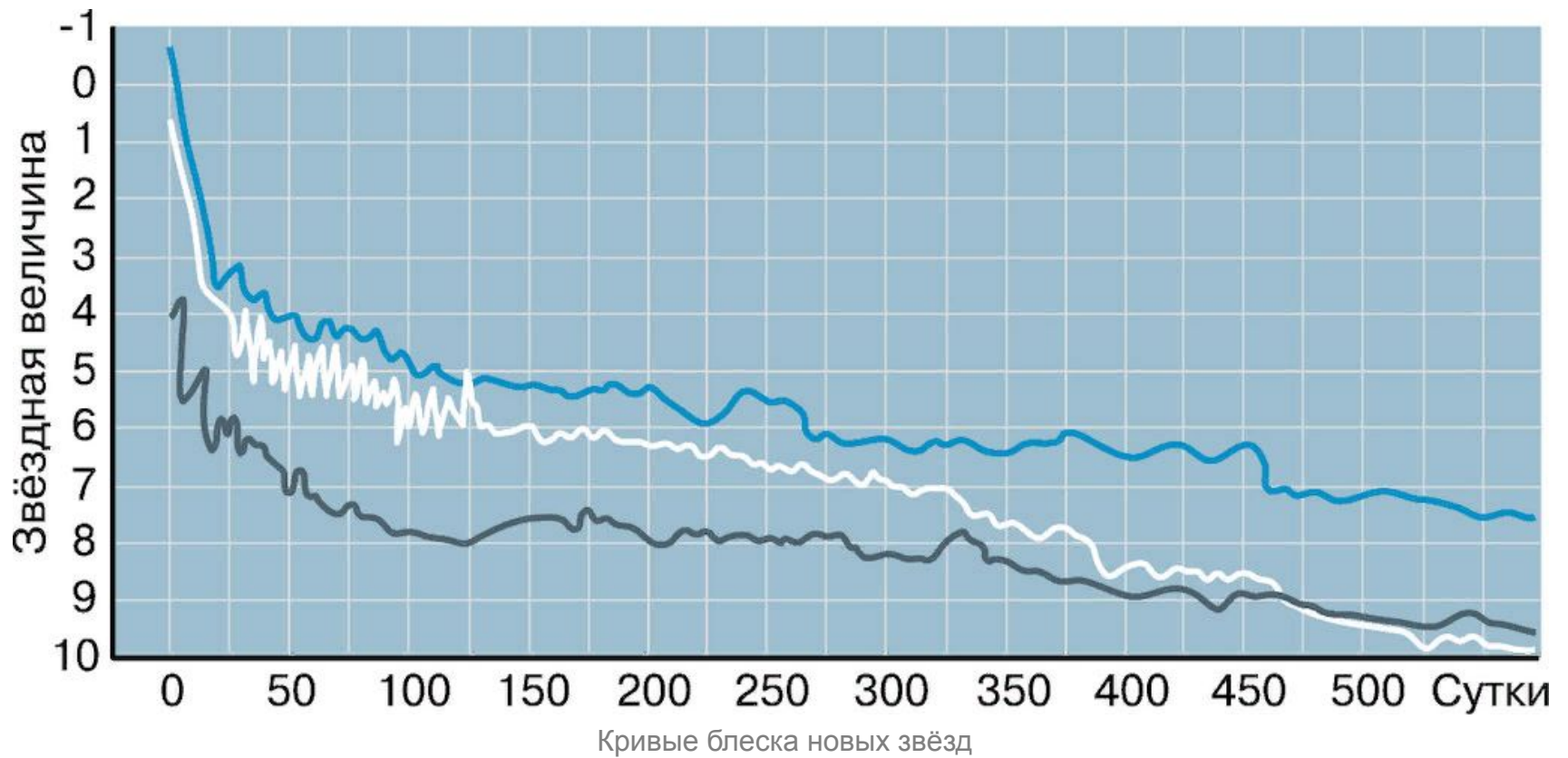
При перетекании вещества,
если $m \geq 1,4 M_{\odot}$
происходит взрыв.

Термоядерные реакции
 $C, O \Rightarrow Fe, Ni$ идут с большой
скоростью - вспышка

Светимость ↑ в сотни
млн. раз в течение
нескольких суток

Выделяется энергия
 $E = 10^{46}$ Дж

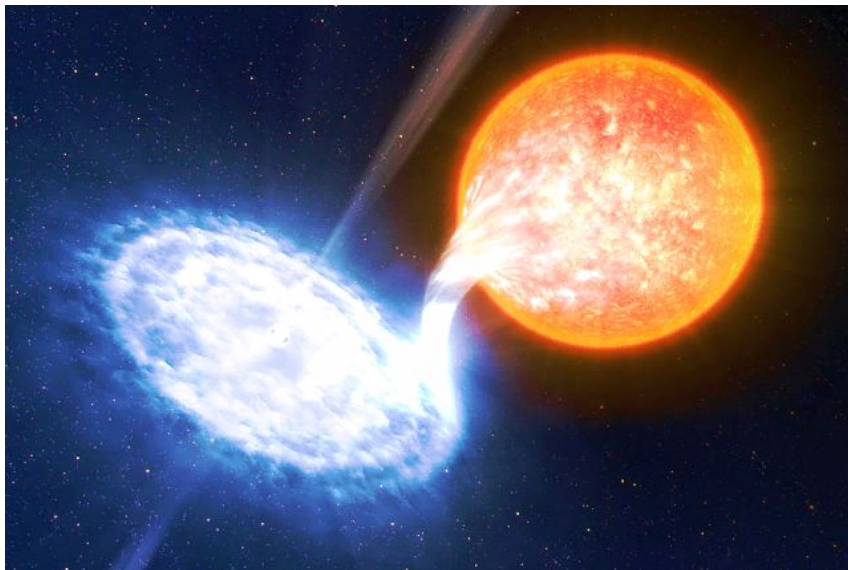
Вспышка **НОВОЙ** звёзды



Вспышка **НОВОЙ** звёзды

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.



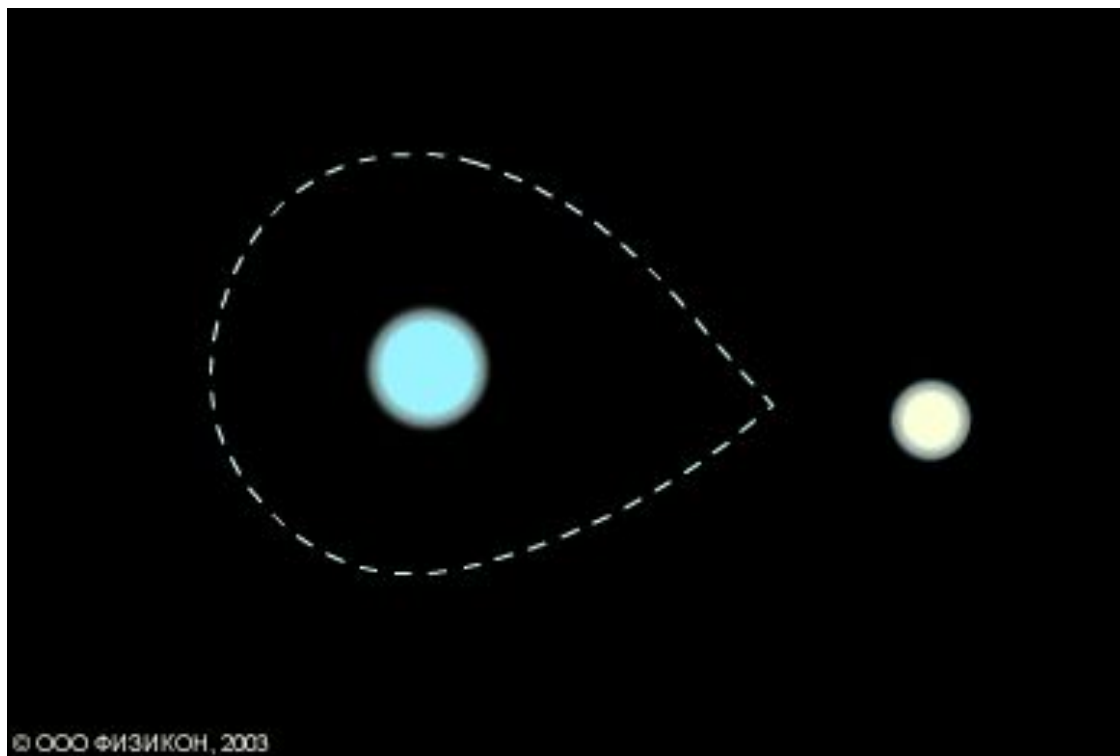
Один из компонентов – белый
карлик, а другой – красная
звезда главной
последовательности.

- 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.

Вспышка сверхновой – гигантский по своим масштабам взрыв звезды.

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

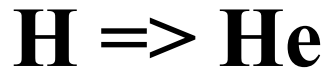


Сверхновые II типа

- Массивные звёзды на более поздних этапах своей эволюции.
- $m > 10M_{\odot}$
- Эволюция массивных звёзд – это непрерывно ускоряющийся процесс увеличения температуры и плотности в ядре.

Сверхновые II типа

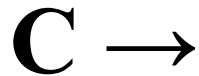
Термоядерный синтез – источник энергии



Несколько миллионов лет



500 тыс. лет



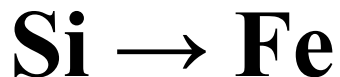
600 лет



1 год



6 месяцев



1 сутки, дальнейший синтез
невозможен (поглощ.)

коллапсирует

Несколько миллисекунд

Сверхновые II типа

коллапсирует

Несколько миллисекунд

Центральная часть ядра сжимается до плотности ядерного вещества

Наружные слои падают на ядро

При ударе плотность и температура слоев возрастает

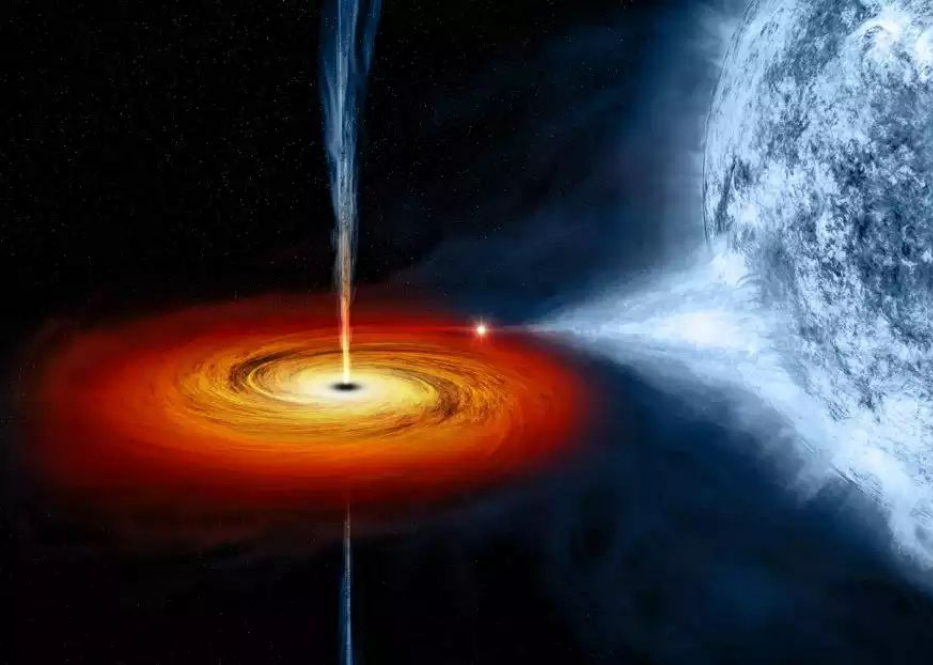
Порождается мощная ударная волна ($V \geq 30$ тыс. км/ч), которая срывает со звезды большую часть её массы.

**Вещество
полностью**

**Остается плотный
остаток ядра**

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.



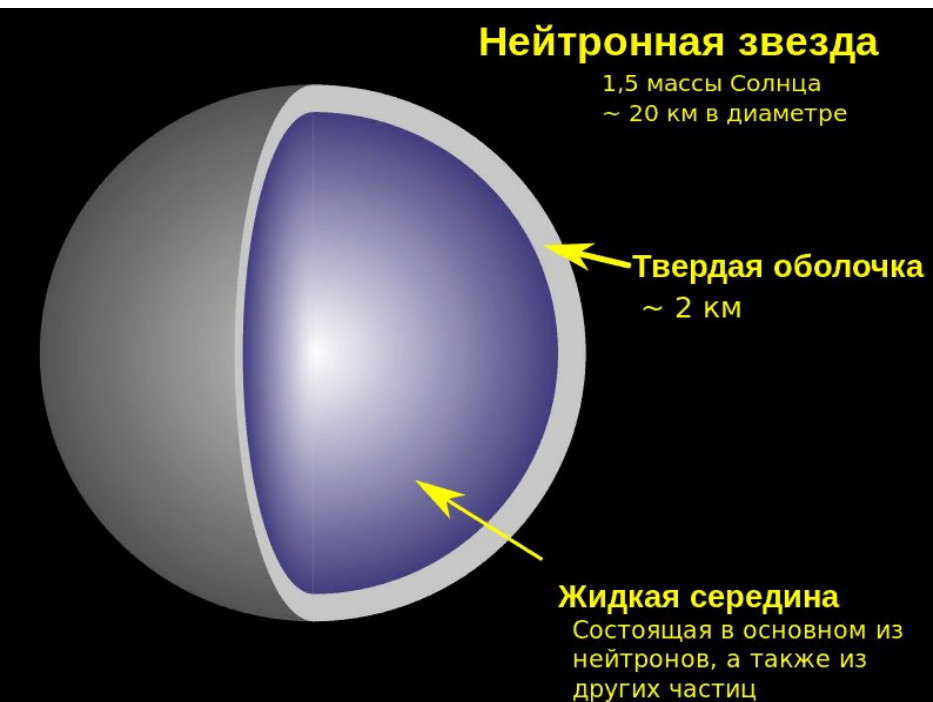


Высказано предположение:
пульсары - быстро вращающиеся
нейтронные звёзды.

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.

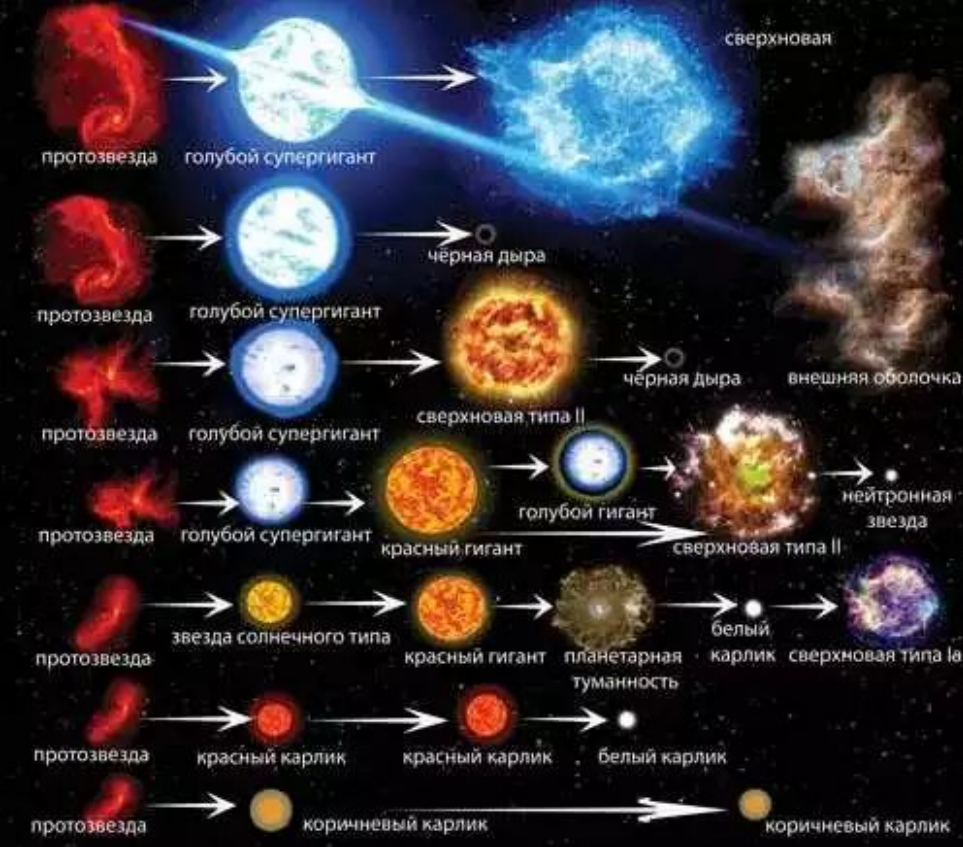


Наиболее уникальные объекты, получившие название **чёрных дыр**, должны возникать, согласно теории, на конечной стадии эволюции звёзд, масса которых значительно превышает солнечную.

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.

Домашнее задание

§ 22-24, вопросы устно

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?

- 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>