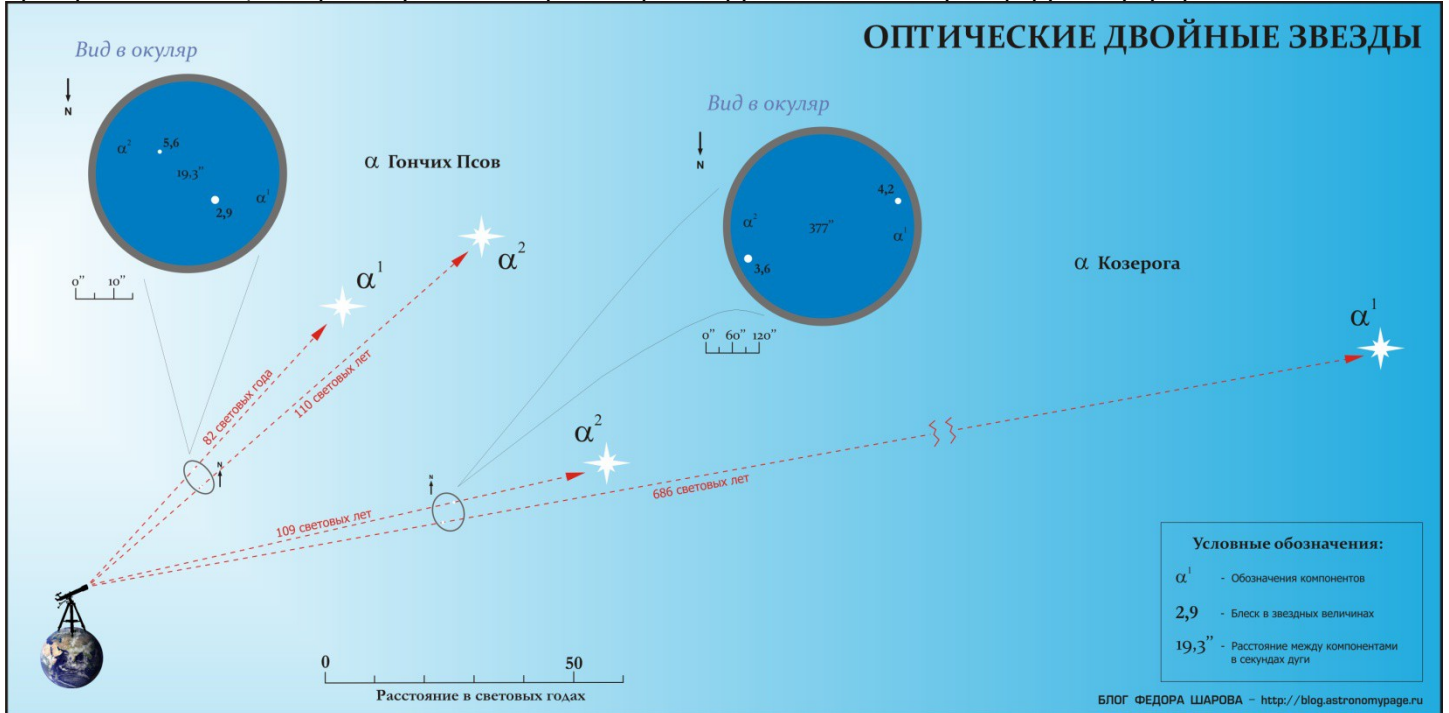


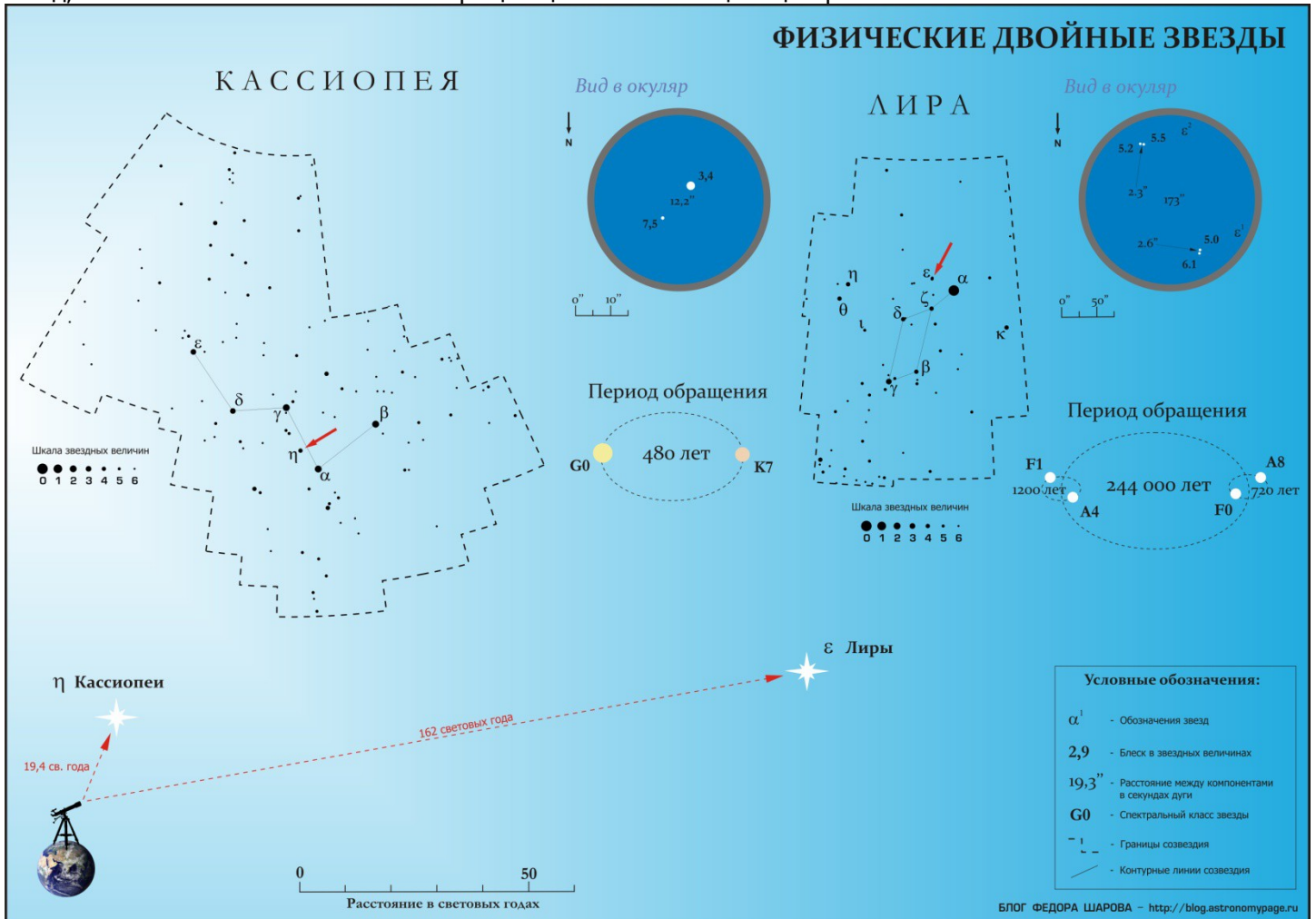
15. Двойные и переменные звезды

15.1. Типы двойных звёзд

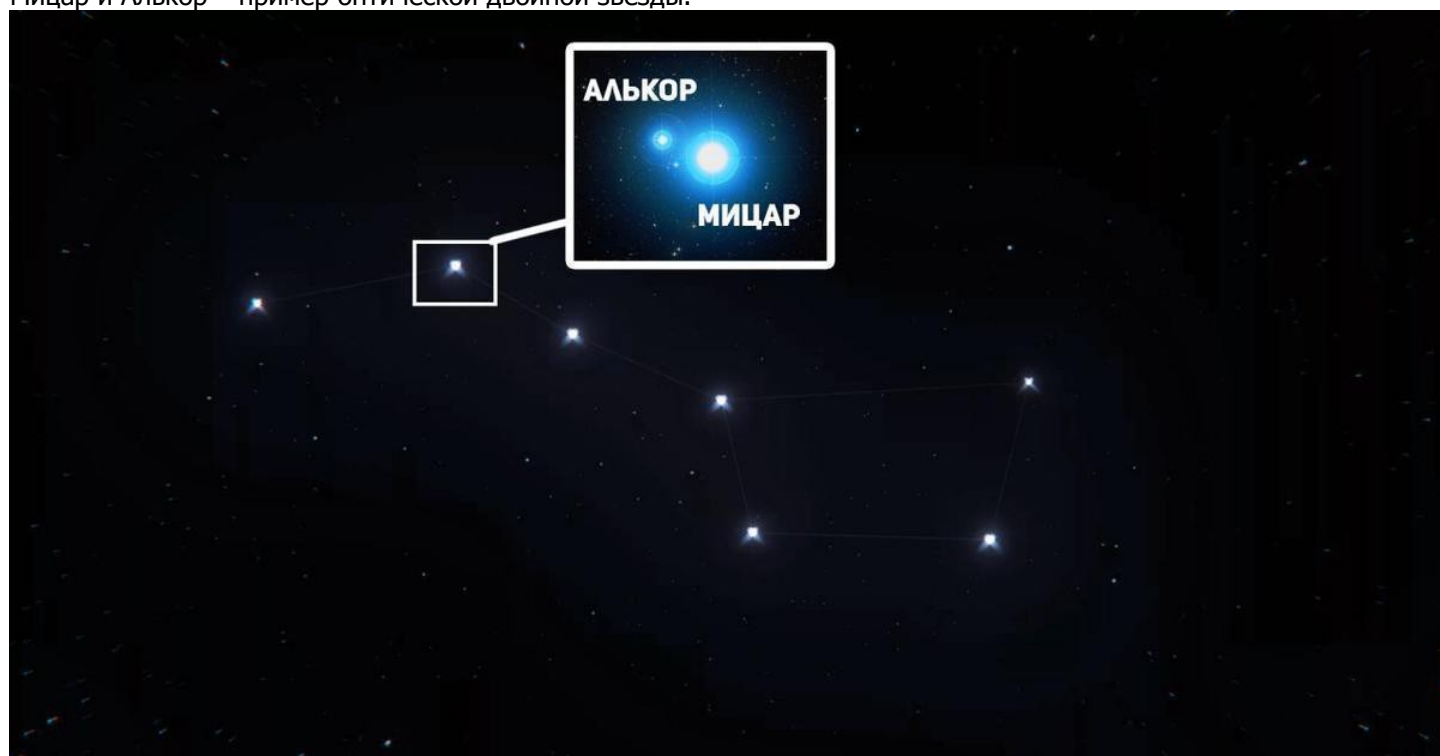
Наблюдения показывают, что многие звёзды во Вселенной образуют пары или являются членами сложных систем. **Двойными звёздами** называют близко расположенные пары звёзд. Различают оптические и физические двойные звёзды. **Оптические двойные звёзды** (см. рис.) состоят из весьма далёких друг от друга в пространстве звёзд, которые случайным образом проектируются на небесную сферу по лучу зрения.



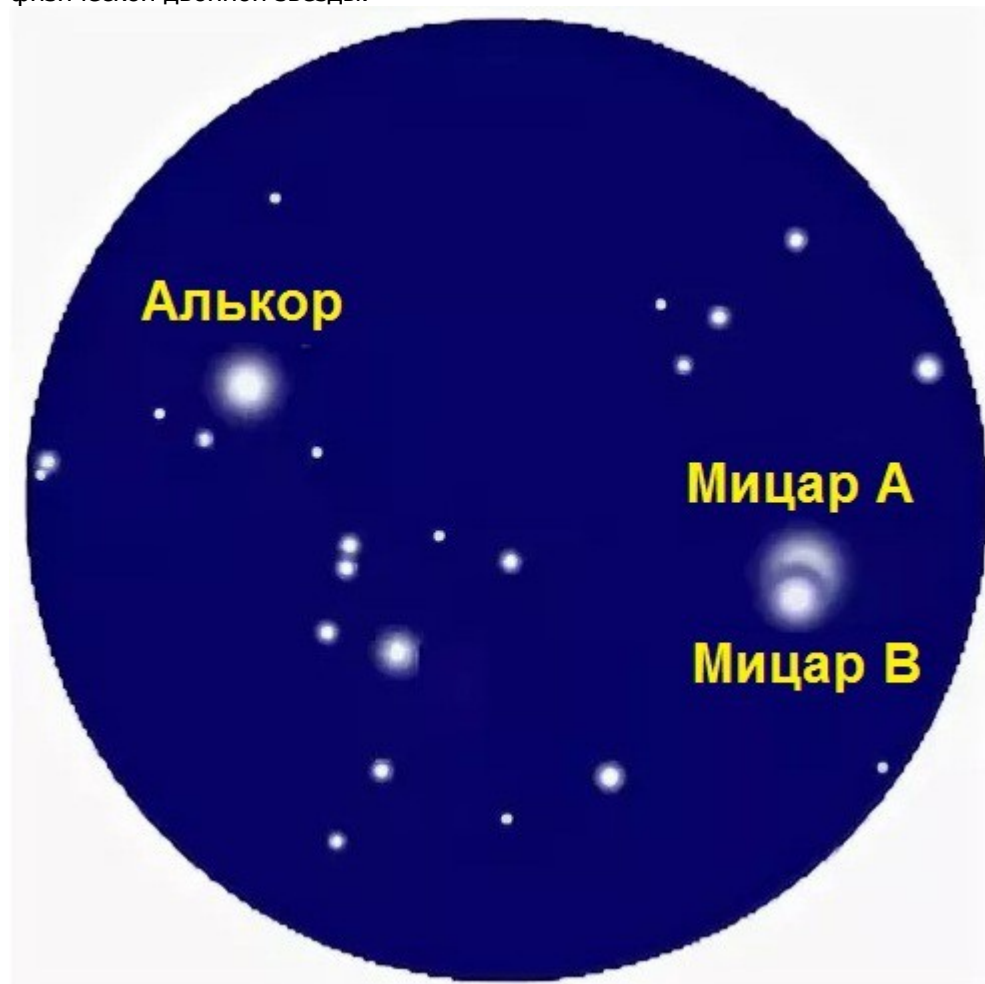
Физические двойные звёзды (см. рис.) представляют собой системы близко расположенных в пространстве звёзд, связанных силами тяготения и обращающихся около общего центра масс.



Звёзды физических двойных пар часто имеют различный цвет. Так, у Антареса – очень яркой красной звезды в созвездии Скорпиона – имеется слабый голубоватый спутник. Первая известная ещё в древности звёздная пара – это Мицар (Конь) и Алькор (Всадник) (см. рис.). Мицар – средняя звезда ручки «ковша» созвездия Большой Медведицы, которая имеет видимую звёздную величину $2,2^m$. На угловом расстоянии $12'$ от неё расположена слабая звезда Алькор со звёздной величиной $4,0^m$. Звёздная пара Мицар и Алькор – пример оптической двойной звезды.



В свою очередь, в телескоп хорошо видно, что Мицар состоит из двух очень близких звёзд, неразличимых невооружённым глазом. Компоненты звёздной пары Мицар А и Мицар В (см. рис.) отстоят друг от друга на расстоянии $14''$ и имеют звёздные величины $2,4^m$ и $4,0^m$ соответственно. Звёздная пара Мицар – пример физической двойной звезды.



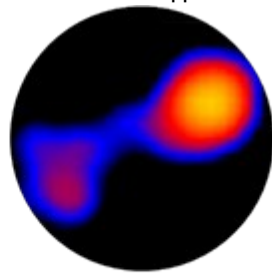
Физические двойные звёзды в зависимости от способа их наблюдений подразделяются (см. рис.)



Визуально-двойные



Затменно-двойные

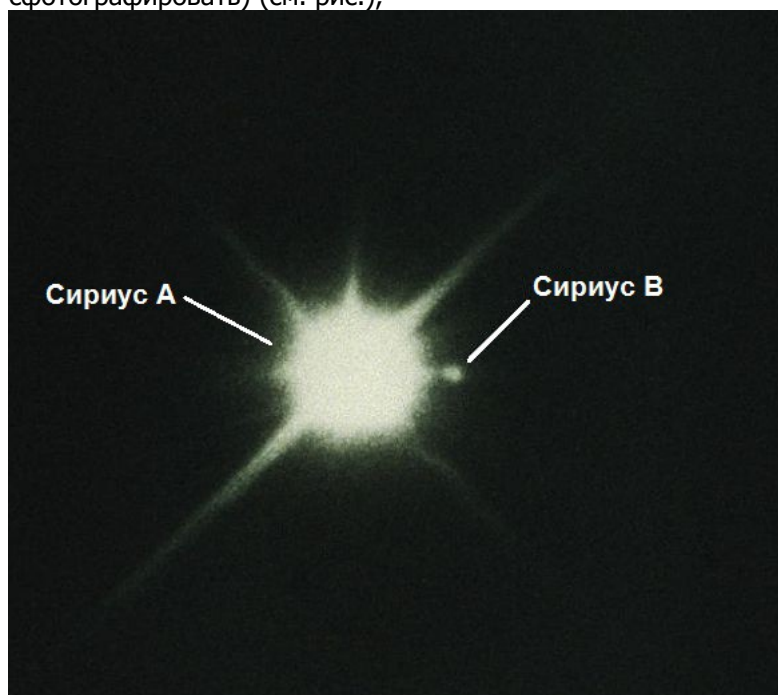


Спектрально-двойные



Астрометрически-
двойные

на **визуально-двойные звёзды** (их компоненты можно увидеть при помощи телескопа визуально или сфотографировать) (см. рис.),



затменно-двойные звёзды (их компоненты периодически загораживают друг друга от наблюдателя и поэтому звезда меняет блеск), **спектрально-двойные звёзды** (двойственность проявляется в периодических смещениях или раздвоениях линий их спектров), **астрометрически-двойные звёзды** (одна звезда не видна и возмущает правильное движение соседней).

Двойные звёзды являются частным случаем **кратных звёзд**, состоящих иногда из нескольких компонентов. Существуют звёзды тройные, четверные и даже более высокой кратности. К кратным звёздам принято причислять звёзды, имеющие менее 10 компонентов. Системы с большим числом звёзд называются **звёздными скоплениями**.

Первый список двойных звёзд составил в 1803 г. астроном Уильям Гершель. Этот перечень содержал несколько сотен объектов. К настоящему времени известно, что примерно половина звёзд нашей Галактики – двойные.

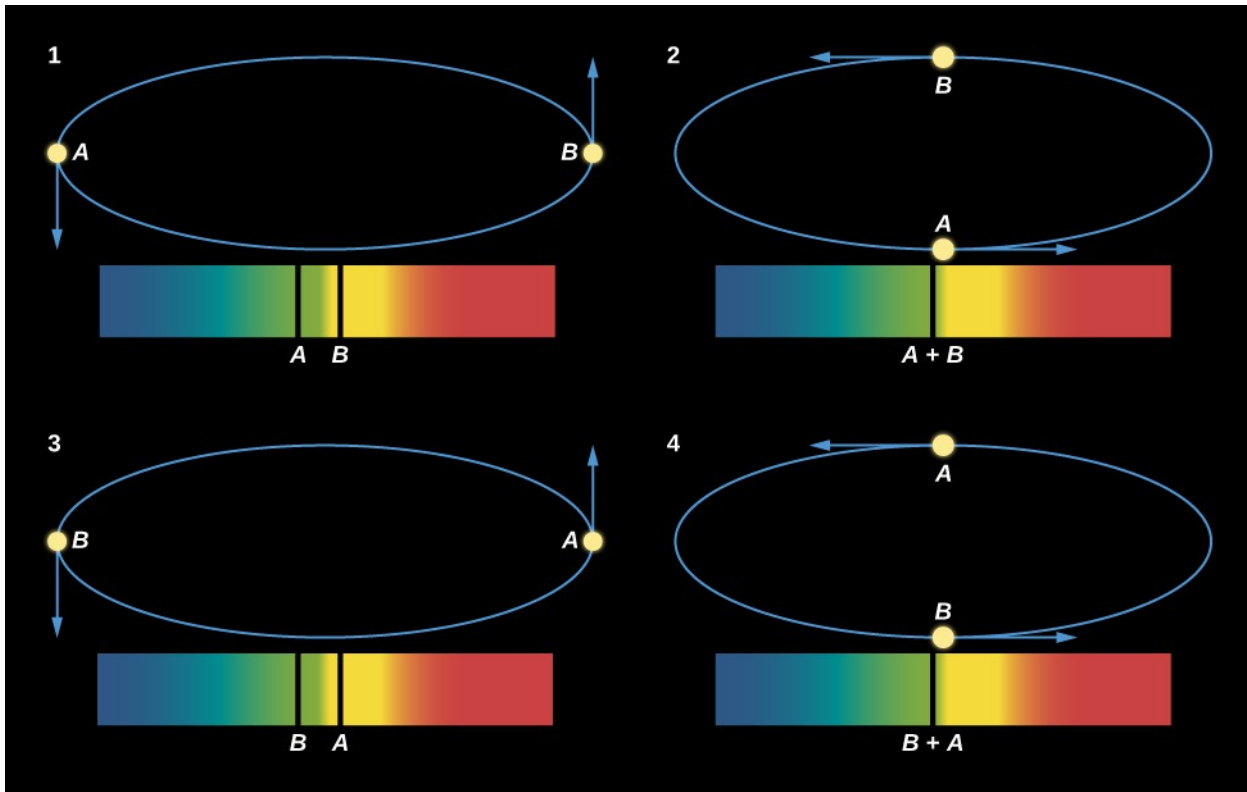
Двойственность и кратность в звёздном мире – широко распространённое явление.

Затменно-двойные, или затменно-переменные, звёзды представляют собой тесные пары, обращающиеся с периодом от нескольких часов до нескольких суток по орбитам, большая полуось которых сравнима с самими звёздами. Свойства таких звезд рассматриваются ниже.

15.2. Спектрально-двойные звёзды

Звёзды, двойственность которых устанавливается лишь на основании спектральных наблюдений, называются спектрально-двойными.

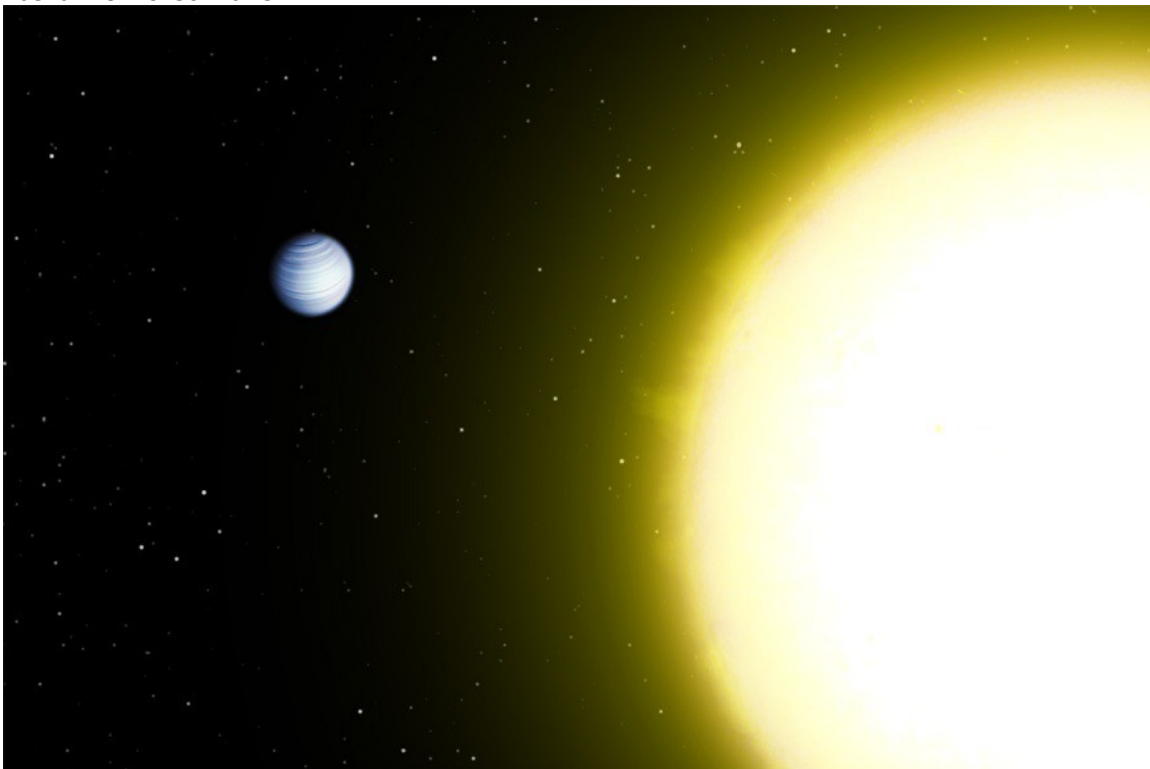
Предположим, что наблюдатель находится в плоскости орбиты двойной системы, состоящей из двух компонентов А и В, вращающихся вокруг центра масс системы (см. рис.). Спектры компонентов накладываются друг на друга, и на рисунке под изображениями четырех положений компонентов звездной пары показан ее общий наблюдаемый спектр. Стрелки у компонентов показывают направление скорости их движения.



В положениях 2 и 4 компоненты A и B движутся в перпендикулярном направлении к лучу зрения наблюдателя, находящегося на Земле, и поэтому смещения линий в их спектрах не происходит, соответствующие линии обоих спектров совпадают между собой и в наблюдаемом общем спектре звезды сливаются. Но в положениях 1 и 3 компоненты A и B движутся по лучу зрения в противоположных направлениях, поэтому линии в их спектрах несколько смещены в разные стороны: в спектре приближающегося к Земле компонента они сдвинуты к синему концу спектра, а в спектре удаляющегося компонента – к красному концу, в общем спектре звезды эти линии видны раздельно, т. е. происходит периодическое раздвоение спектральных линий. Промежуток времени между одинаковыми наибольшими смещениями раздвоенных спектральных линий равен периоду обращения компонентов звезды вокруг общего центра масс.

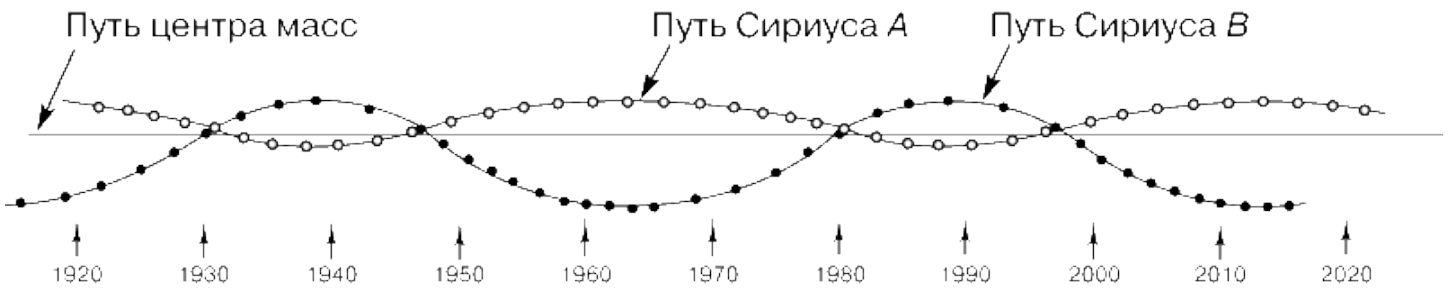
Если блеск одного из компонентов мал, то спектр принадлежит только более яркому компоненту и тогда в нем наблюдаются периодические смещения линий без их раздвоения.

Постоянное совершенствование методики определения сдвига спектральных линий позволило в 1995 г. обнаружить у звезды 51 Пегаса спутник массой в половину массы Юпитера (см. рис.). К настоящему времени методом лучевых скоростей у более чем 600 звезд обнаружены планетные системы. Они получили общее название – экзопланеты.



15.3. Астрометрически-двойные звёзды

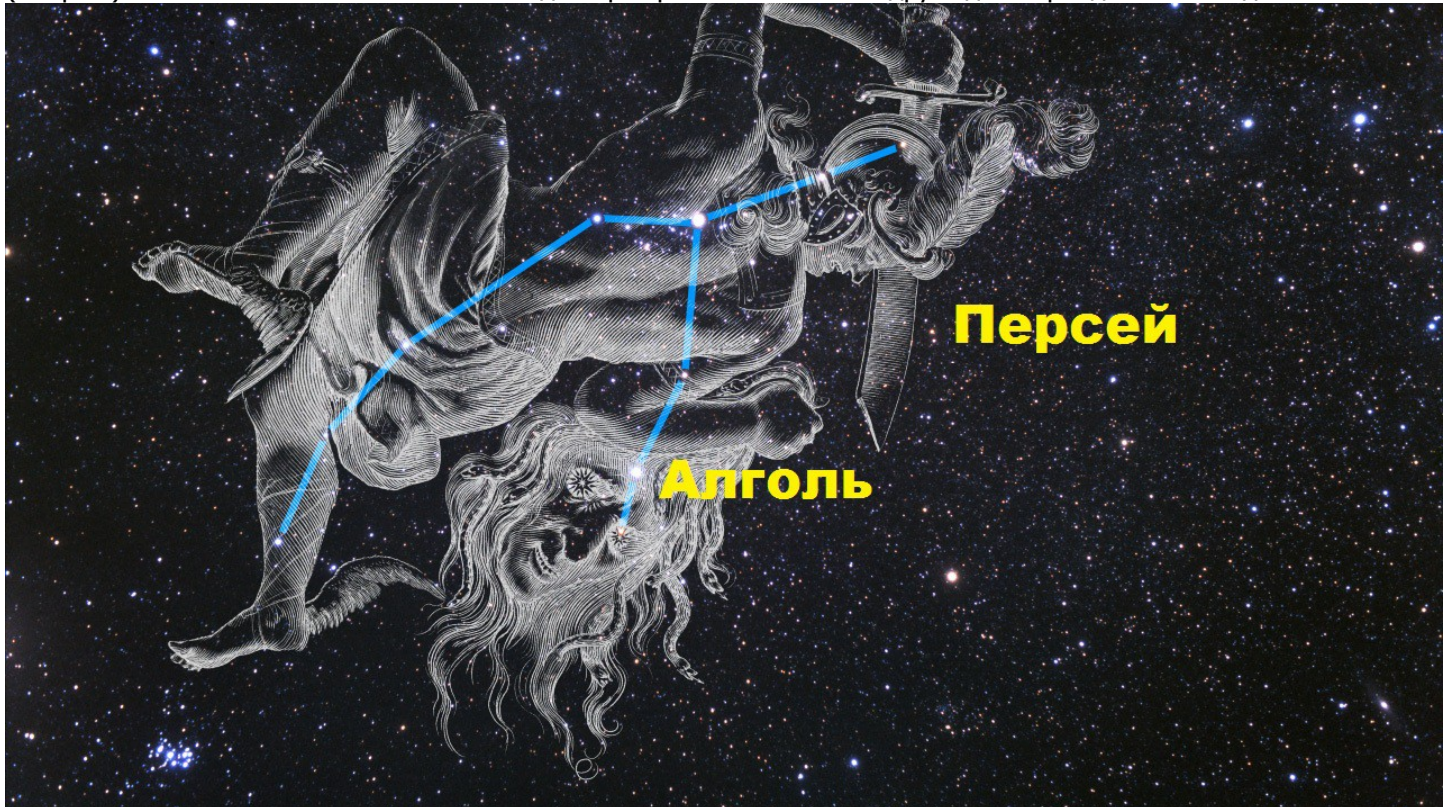
Встречаются такие тесные звёздные пары, когда одна из звёзд или очень мала по размерам, или имеет низкую светимость. В этом случае такую звезду рассмотреть не удастся, но обнаружить двойственность всё же можно. Яркий компонент будет периодически отклоняться от прямолинейной траектории то в одну, то в другую сторону (см. рис.), как будто по прямой движется центр масс системы. Именно таким образом было предсказано наличие у Сириуса «напарника» – Сириуса В. Позднее Сириус В удалось обнаружить в телескоп и система Сириус перешла в разряд визуально-двойных звезд.



Среди близких к Солнцу звёзд обнаружено около 20 астрометрически-двойных звёзд.

15.4. Переменные звезды и их обозначения

Переменные звезды – это звезды, блеск которых изменяется. Первую переменную звезду – β Персея – открыли арабские астрономы, которые дали ей имя Эль-Гуль (что означает Дьявол), со временем превратившееся в Алголь (см. рис.). Их можно было понять: все звезды горят ровным светом и вдруг одна периодически «подмигивает».



Но не одна звезда Алголь меняет свой блеск. В 1596 г. немецкий астроном Д. Фабрициус обнаружил переменность блеска у звезды в созвездии Кита, впоследствии обозначенной греческой буквой ω (омикрон) и названной польским астрономом Я. Гевелием Мирой, т. е. Дивной, или Удивительной, за резкое изменение блеска: звезда то выглядела яркой, то совсем исчезала для невооруженного глаза. Переменность блеска β Персея была заново открыта в Европе в 1669 г. итальянцем Г. Монтанари, а строгую периодичность изменения ее блеска установил в 1783 г. англичанин Дж. Гудрайк, который в 1784 г. открыл переменность звезд β Лиры и δ Цефея. В дальнейшем обнаружилась переменность блеска и других звезд. Но с 90-х годов прошлого столетия, благодаря специальным поискам, звезды переменного блеска стали обнаруживаться сотнями. Их назвали переменными звездами. В настоящее время количество звезд нашей Галактики, у которых переменность надежно установлена или хотя бы заподозрена, сейчас превысило 100 тысяч и быстро возрастает. Десятки тысяч переменных звезд обнаружены в других (в основном ближайших) галактиках.

Чтобы можно было сразу отличить переменные звезды от звезд постоянного блеска, условились обозначать их большими буквами латинского алфавита от R до Z с указанием созвездия, например: R Лиры, S Андромеды, T Стрельца и т. д. Если в созвездии переменных звезд много и указанных букв не хватает, то используют комбинации из двух букв: RR, RS..., TT ZZ, AA, AB и т. д. до QZ. Такими способами можно обозначить в созвездии 334 переменные звезды. Но в некоторых созвездиях (Лебедя, Стрельца и др.) переменных звезд оказалось так

много, что и этих комбинаций букв недостаточно. Тогда вновь открываемые в этих созвездиях переменные звезды стали обозначать буквой V (от лат. Variable – переменная) и порядковым номером переменной звезды в созвездии, начиная с V 335, например V 335 Лебедя, V 336 Стрельца и т. д. Но за небольшим числом сравнительно ярких переменных звезд, обозначенных еще в 1603 г. буквами греческого алфавита, сохранились прежние обозначения.

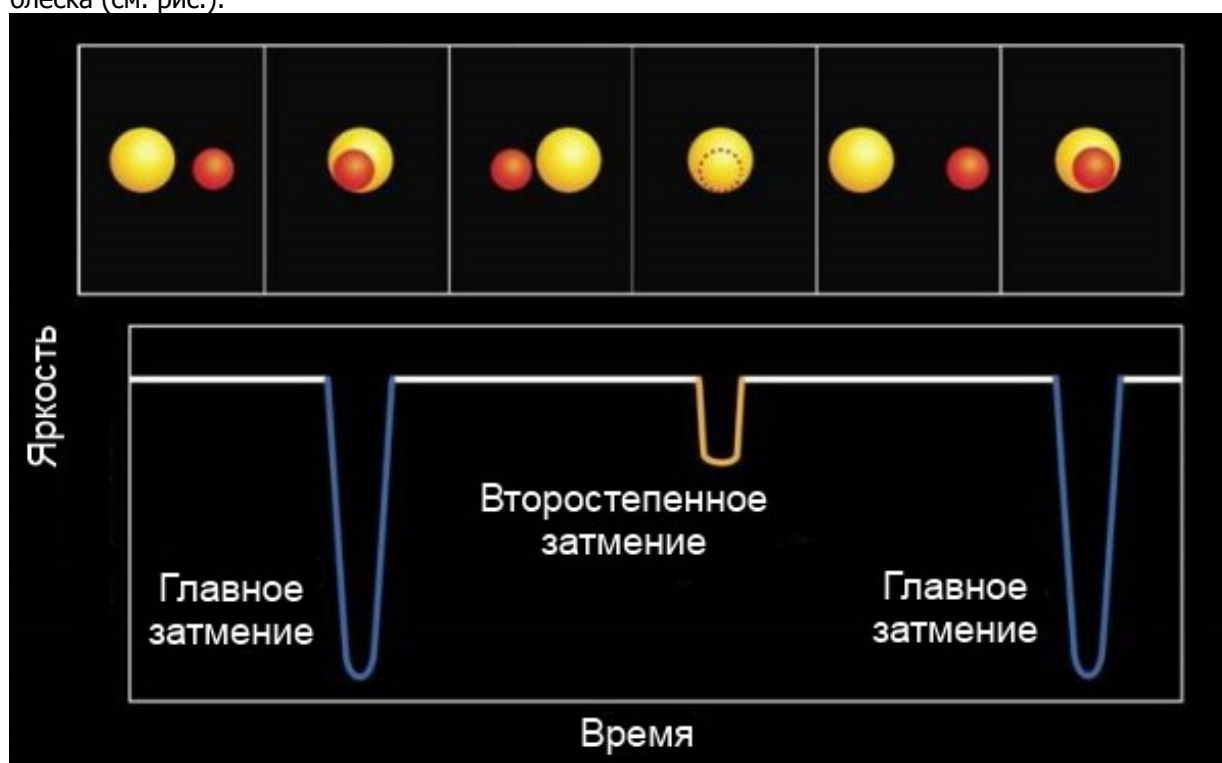
Исследование переменных звезд очень важно для астрономии. Детально изучив переменную звезду и поняв причину изменений ее блеска, можно точнее, чем это удастся для постоянных звезд, определить возраст звезды, ее массу и размер.

Причин переменности блеска звезд может быть только две: либо взаимные затмения звезд, либо физические процессы, происходящие в их недрах. Поэтому и переменные звезды подразделяются на затменные переменные и на физические переменные.

15.5. Затменные переменные звезды

Затменные переменные звезды – двойные звезды, компоненты которых, имея постоянную светимость, обращаются вокруг общего центра масс по орбитам, расположенным в плоскости, проходящей через Землю. Поэтому в процессе обращения компоненты затменно-двойной звезды периодически частично или полностью заслоняют (затмевают) друг друга от наблюдателя. Вне затмений до наблюдателя доходит свет от обоих компонентов, а во время затмений свет ослабляется затмевающим компонентом и наблюдатель фиксирует уменьшение блеска звезды.

Изменение видимой яркости переменной звезды во времени изображается в виде графика, называемого кривой блеска (см. рис.).



Вид этой кривой зависит от размеров, формы, массы, светимости и взаимного расстояния компонентов переменной звезды, а также от вытянутости их орбит и ориентировки орбит относительно наблюдателя (относительно Земли).

На графике показаны разные положения компонентов звезды на орбите. Разность звездных величин в минимуме и максимуме блеска называется амплитудой, а промежуток времени между двумя последовательными наименьшими минимумами – периодом переменности.

Типичный пример затменно-переменной звезды – звезда β Персея (Алголь), которая регулярно затмевается на 9,6 ч с периодом 2,867 суток. Падение блеска в минимуме у этой звезды составляет $2,3^m$ (см. рис.).



Всего известно около 4000 затменных переменных звёзд.

15.6. Физические переменные звезды

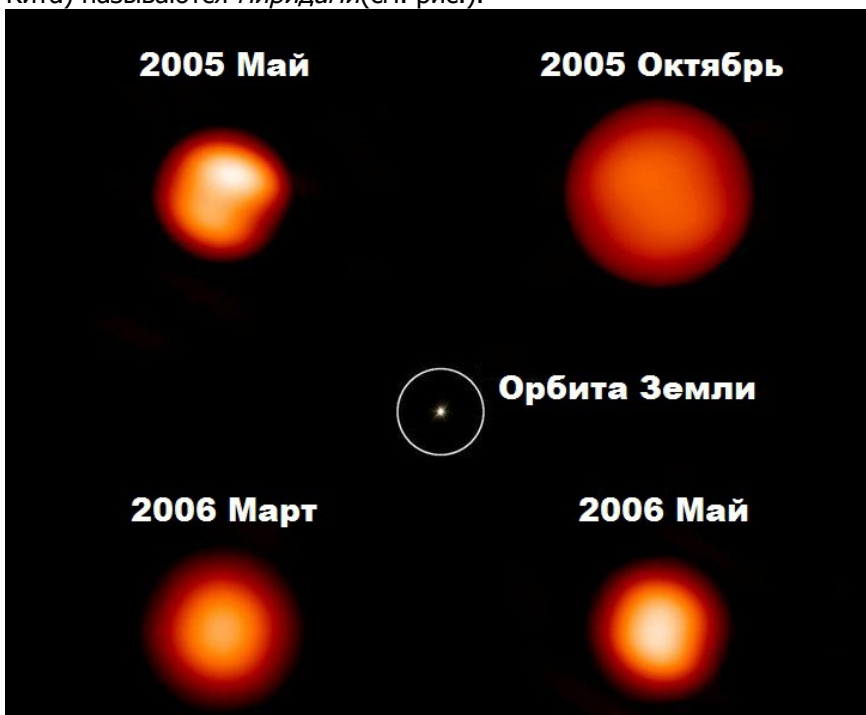
Изменение блеска этих переменных звезд вызывается изменением их светимости под действием физических процессов, происходящих в недрах. В настоящее время известно множество типов физических переменных звезд, которые можно объединить в три основные группы: пульсирующие переменные, взрывные переменные и эруптивные переменные звезды.

15.6.1. Пульсирующие переменные звезды

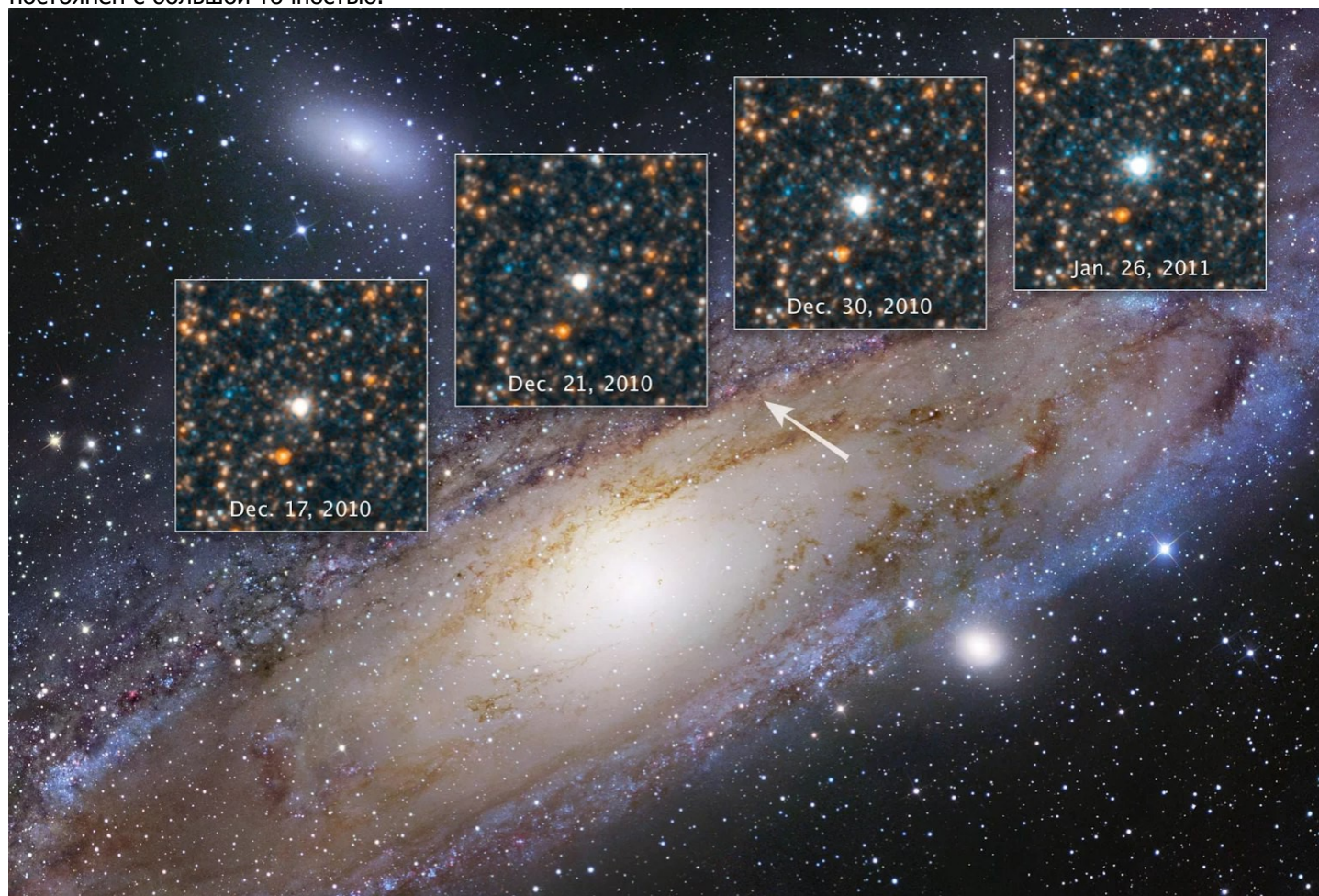
У пульсирующих переменных звезд светимость меняется из-за чередования их сжатий и расширений в небольших пределах. При сжатии звезды размеры фотосферы несколько уменьшаются, но зато ее температура возрастает. В результате увеличивается светимость звезды, а следовательно – и блеск. При расширении температура и светимость уменьшаются. У одних звезд чередование сжатия и расширения происходит со строго определенным периодом (периодические, или правильные, пульсирующие переменные звезды), у других на определенный период накладываются более мелкие колебания (полуправильные пульсирующие переменные звезды), у третьих колебания размеров и светимости происходят хаотически (неправильные переменные звезды).

Первая пульсирующая звезда была открыта немецким астрономом Давидом Фабрициусом в 1596 г. в созвездии Кита и названа Мирой. Период изменения блеска этой звезды составляет 331,6 суток.

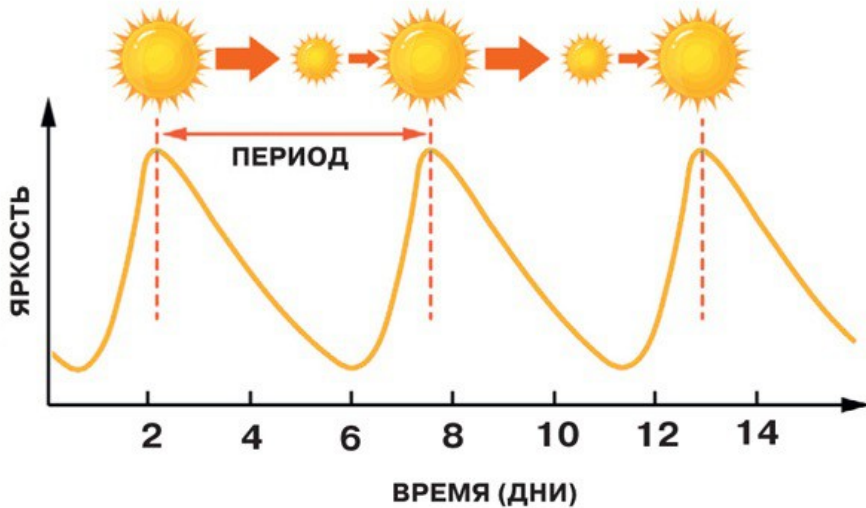
Долгопериодические переменные звёзды (с периодами от нескольких недель до года и более; звёзды типа Миры Кита) называются *миридами* (см. рис.).



Практически все звёзды этого типа – красные гиганты огромных размеров и большой светимости. Амплитуды изменения блеска таких звёзд могут достигать десяти звёздных величин. При эволюционном превращении звезды в звезду-гиганта происходит увеличение её объёма и уменьшение средней плотности вещества. В это время внутреннее строение звезды изменяется коренным образом, что может сопровождаться нарушением равновесия между силами гравитационного притяжения и лучевого давления. Это приводит к периодическим колебаниям объёма звезды: её оболочка то расширяется, то сжимается. Такие периодические колебания переменных звёзд называются пульсационными. Пульсация звезды происходит благодаря клапанному механизму, когда непрозрачность наружных слоёв звезды задерживает часть излучения внутренних слоёв. При нагревании наружный слой становится прозрачным, поток выходящего излучения увеличивается. Но это приводит к охлаждению и сжатию, из-за чего слой снова становится непрозрачным и весь процесс повторяется снова. Обширный класс очень ярких переменных звёзд-сверхгигантов и гигантов классов F и G называется *цефеидами*. Это пульсирующие переменные звёзды, блеск которых плавно и периодически меняется от 0,5 до 2 звёздных величин. Период изменения блеска составляет от 1,5 до 70 суток (см. рис.). Для каждой данной звезды он постоянен с большой точностью.



Название происходит от δ Цефея – одной из наиболее типичных для данного класса переменных звёзд с периодом изменения блеска 5 дней и 8 часов (см. рис.).

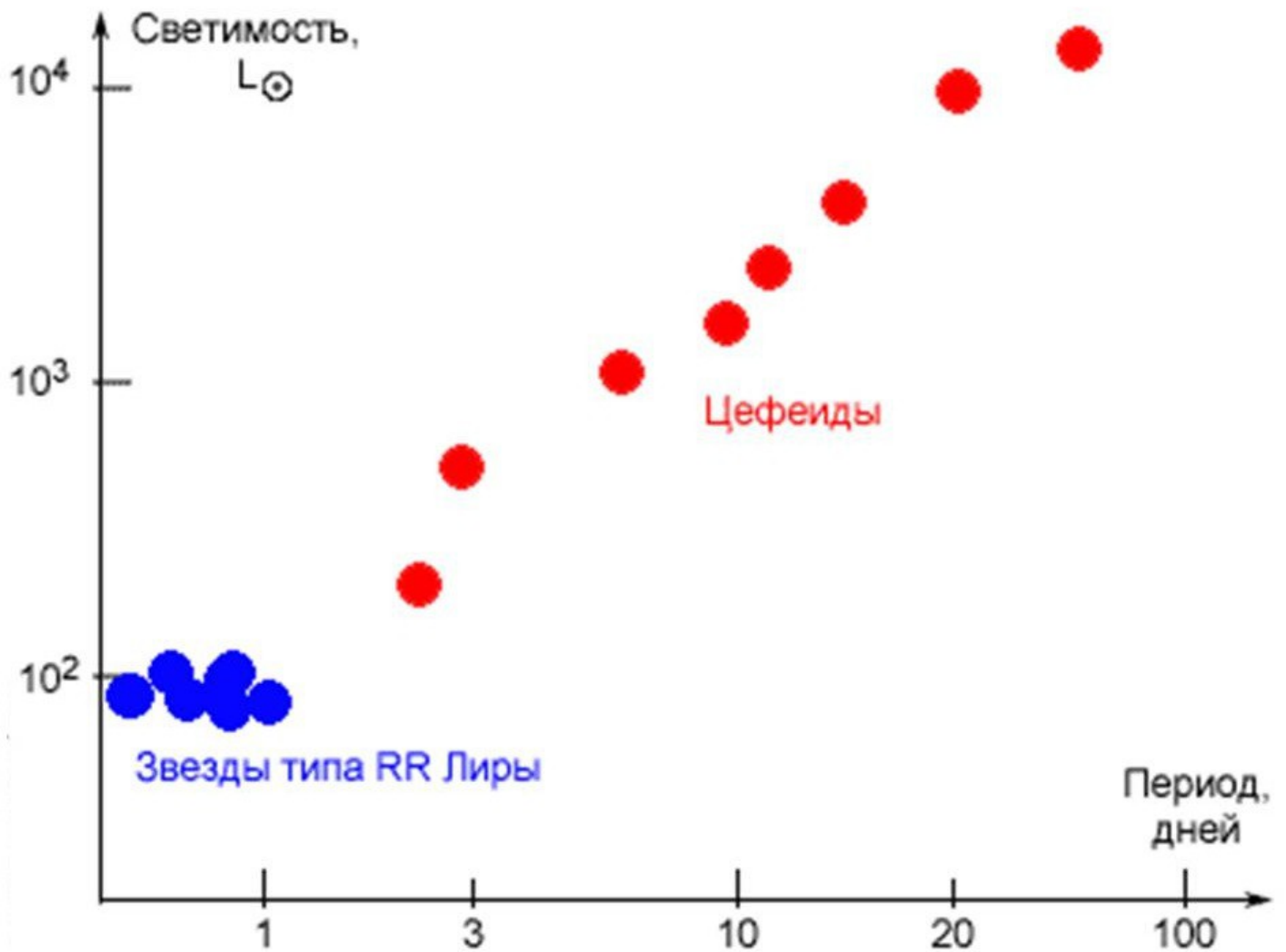


Одновременно с видимой звёздной величиной у цефеид меняется спектр и температура (в среднем на 1500 градусов).

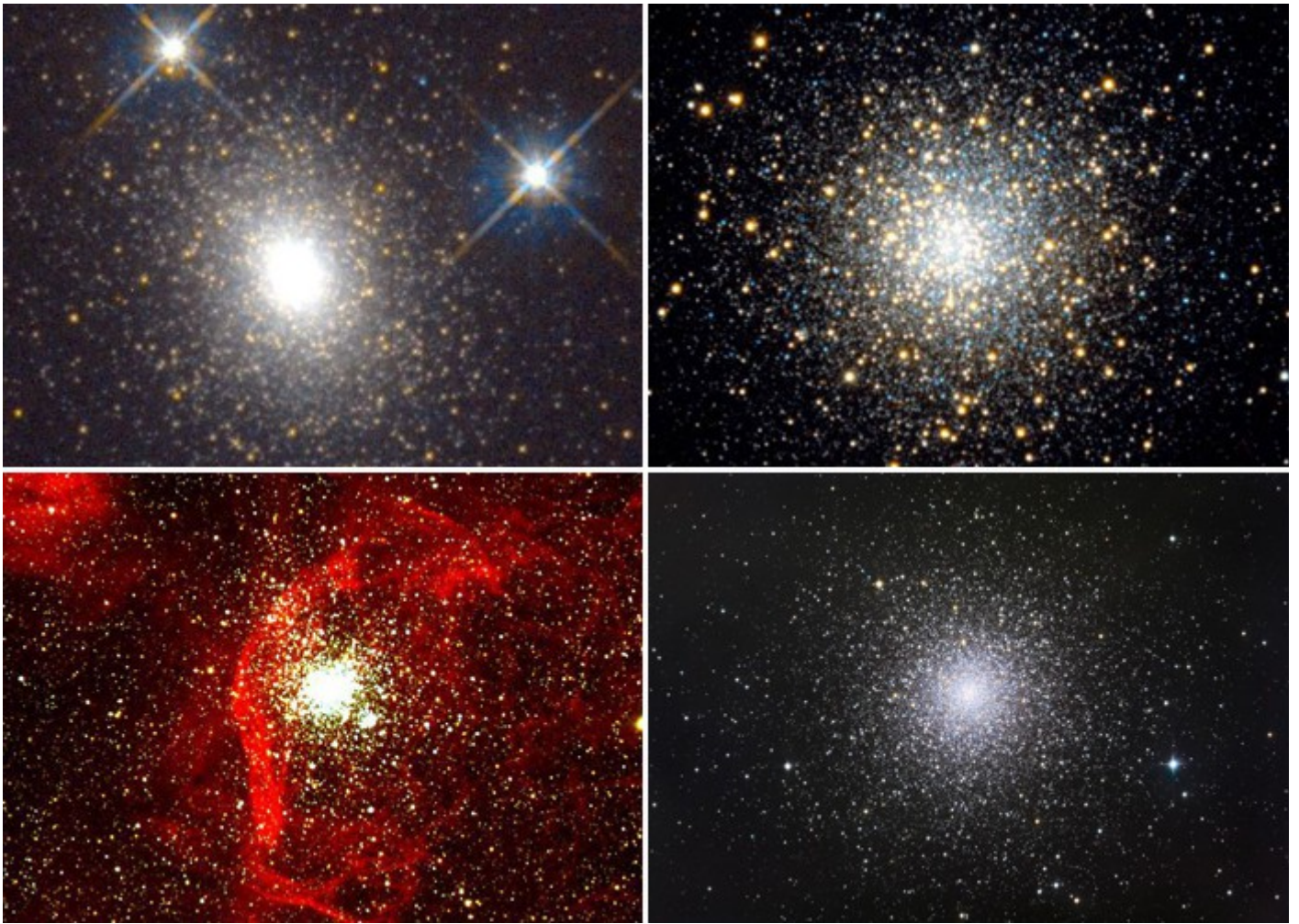
Между светимостью и периодом у цефеид существует зависимость: чем больше период блеска цефеиды, тем больше ее светимость. Таким образом, по известному из наблюдений периоду можно определить светимость или абсолютную звездную величину, а потом и расстояние до цефеиды. Вероятно, многие звезды на протяжении своей жизни некоторое время бывают цефеидами. Поэтому их изучение очень важно для понимания эволюции звезд. К тому же они помогают определить расстояние до других галактик, где они видны благодаря своей большой светимости. Цефеиды также помогают в определении размеров и формы нашей Галактики.

Цефеиды образно называют маяками Вселенной. К настоящему времени в нашей Галактике известно свыше 800 цефеид.

Другой разновидностью пульсирующих переменных звезд являются звезды типа RR Лиры (*лириды*), имеющие более короткие периоды от 0,2 до 1,2 суток. Практически все звезды этого типа – гиганты спектрального класса А. Они очень быстро меняют блеск. Амплитуда изменения блеска достигает 1-й звездной величины. У этих звезд, как и у цефеид, существует зависимость между периодом и светимостью (см. рис.).



Существует три подтипа лирид, несколько различающихся формой кривой блеска, причем в периодах пульсации некоторых звезд наблюдаются небольшие периодические изменения. Многие лириды расположены вне Млечного Пути, и их используют для определения расстояний до объектов, в которых они находятся, в частности до шаровых звездных скоплений (см. рис.).



15.6.2. Эруптивные переменные звезды

Самые молодые звезды, недавно сформировавшиеся в областях концентрации межзвездного газа, как правило, тоже являются переменными, хотя их переменность не связана с пульсациями. Молодые переменные звезды впервые обнаружил в середине XIX в. российский астроном О. В. Струве в области туманности Ориона, и поэтому их стали называть орионовыми переменными. Сейчас их чаще называют *переменными типа Т Тельца*, по имени одной из известных звезд этого типа. Переменная звезда Т Тельца, хорошо видна в телескоп как яркая оранжевая звезда (на рис. звезда Т Тельца находится в центре и ее окружает желтое пылевое космическое облако, известное как переменная туманность Хинда).

Эти молодые переменные звезды относят к особой группе – К; обычно они меняют свой блеск хаотически, но иногда в их переменности обнаруживают признаки периодичности, связанной с вращением звезды вокруг оси. Эруптивными переменными считают и *вспыхивающие звезды* или *звёзды типа UV Кита* – переменные звёзды, резко и неперiodически увеличивающие свою светимость в несколько раз во всём диапазоне от радиоволн до рентгеновского излучения.

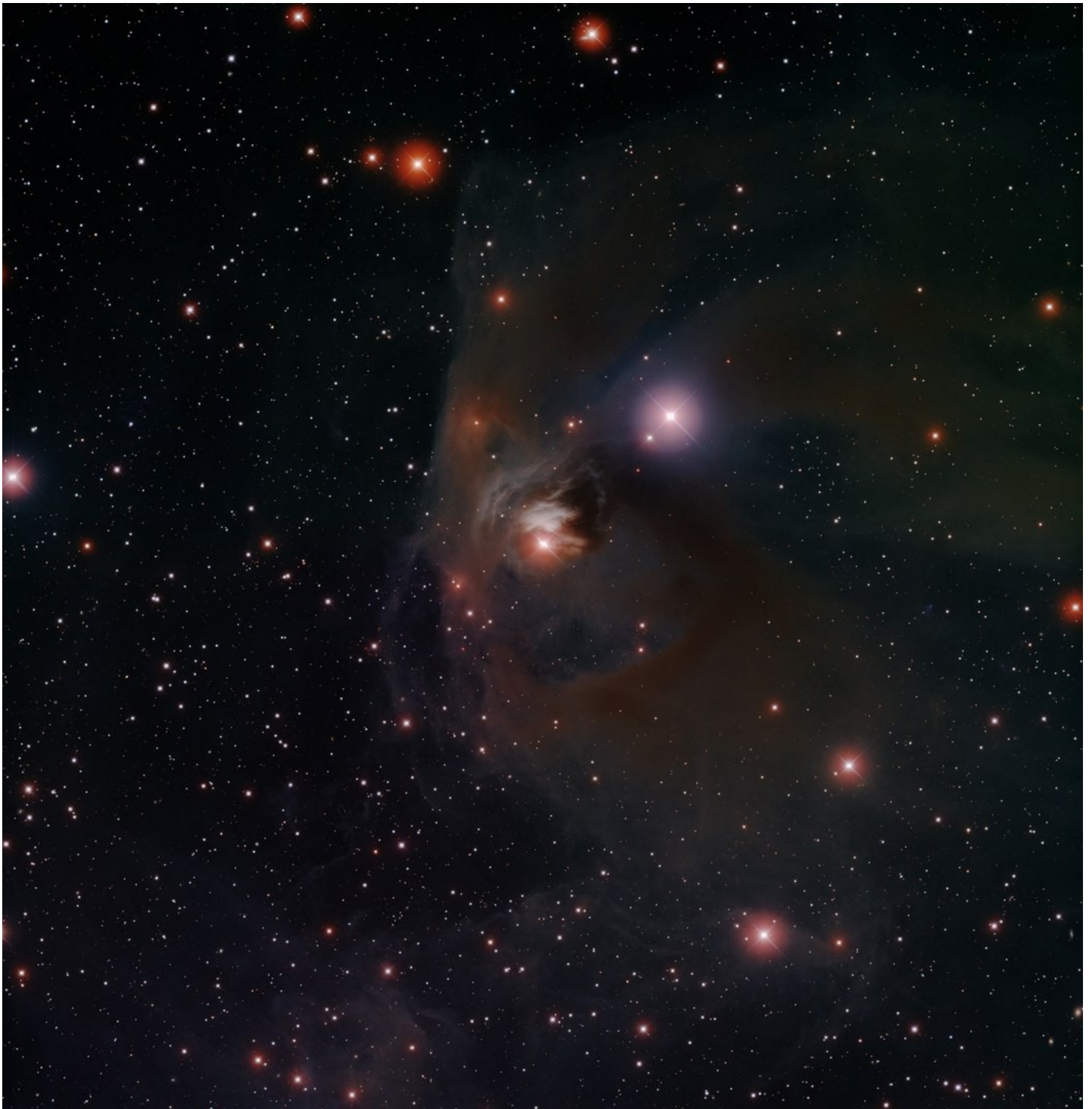
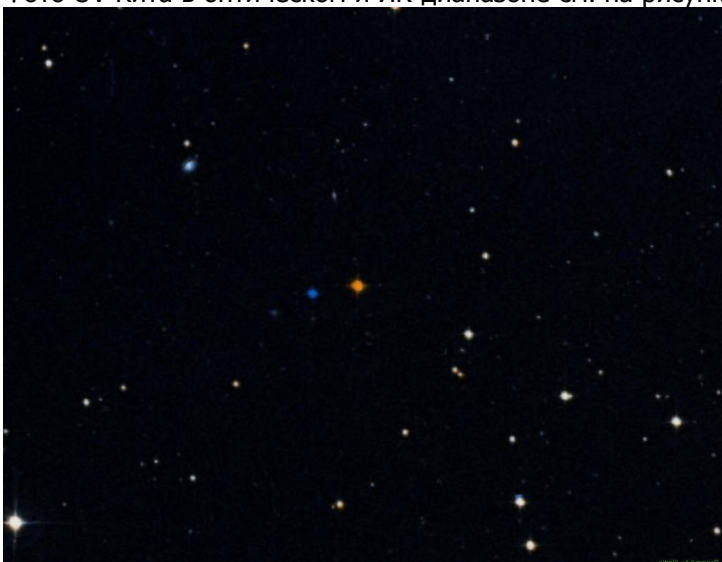


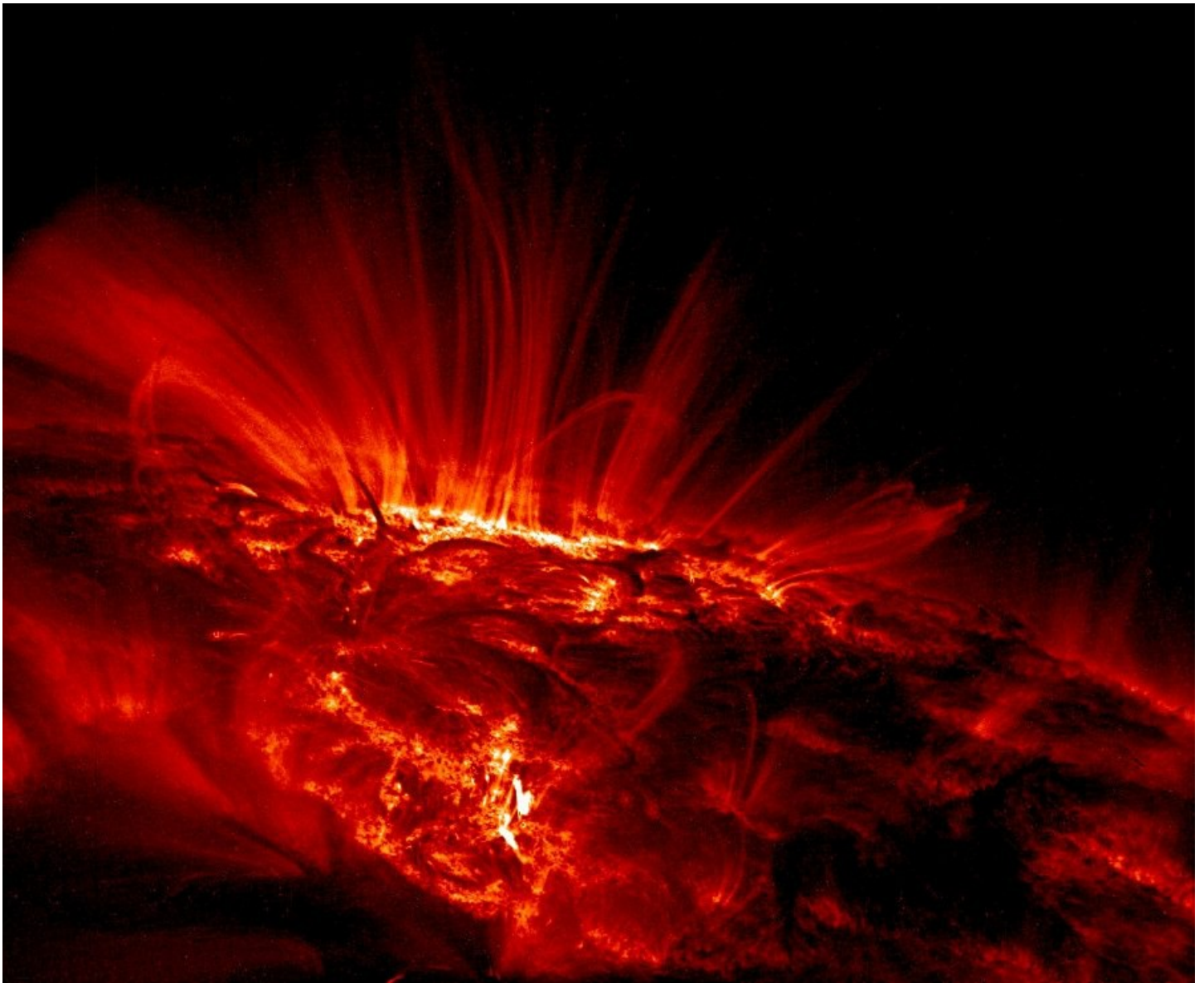
Фото UV Кита в оптическом и ИК-диапазоне см. на рисунках.





Вспыхивающие звёзды это тусклые красные карлики, иногда отмечаются вспышки на коричневых карликах. Это самый многочисленный класс переменных звёзд, но из-за тусклости их известно не очень много – все известные вспыхивающие звёзды находятся на расстоянии не более 60 световых лет. Многие ближайшие к Солнцу звёзды, в том числе, Проксима Центавра, DX Рака и Вольф 359 принадлежат к этому классу.

Вспышки (см. рис.) могут длиться от минут до нескольких часов, средний интервал между вспышками – от 1 часа до десятков суток. Начало вспышки происходит гораздо быстрее, чем угасание, звезда может увеличить свой блеск вдвое всего за несколько секунд. Во время вспышки резко меняется спектр звезды, в синей и ультрафиолетовой областях появляется непрерывный спектр излучения. Предполагается, что солнечные вспышки имеют примерно ту же природу, хотя и гораздо слабее. Причём вспышки на Солнце слабее не только по относительной величине (Солнце значительно ярче красных карликов, показывающих вспышки типа UV Кита), но и по количеству высвобождаемой во время вспышки энергии.

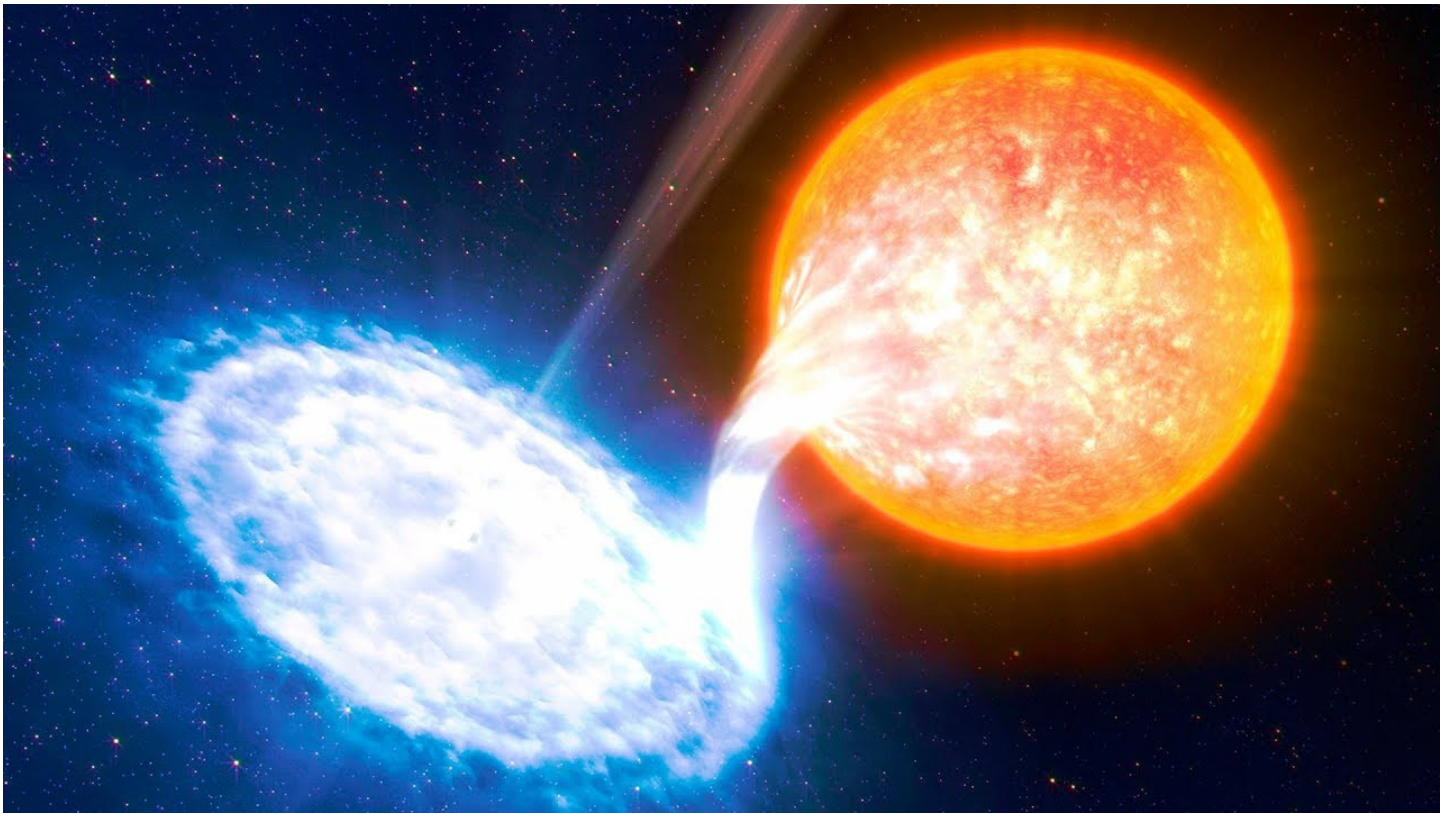


15.6.3. Взрывные переменные звезды

Взрывных переменных звезд существует около девяти типов, но всех их роднит одна общая причина резкого увеличения светимости – это взрывной характер выделения энергии из их недр. Результат зависит от мощности взрыва.

Одним из типов взрывных переменных звезд являются *новые звезды*. Получили они свои названия потому, что в древности неоднократно замечали появление звезды, которой раньше не было видно. Такие звезды быстро разгорались и через некоторое время исчезали. В древности считалось, что это появление новой звезды. В начале XX в. на старых фотографиях удалось найти несколько звезд, которые впоследствии стали новыми. Эти звезды неожиданно в очень короткое время, за 2–3 сут., внезапно увеличивали свою светимость в 10^4 – 10^5 раз. Новая появляется тогда, когда звезда начинает расширяться со скоростью до 800–1200 км/с. При этом расширяются только ее верхние слои. Светимость звезды резко возрастает. После достижения максимума светимости падение температуры поверхности приводит к тому, что блеск звезды уменьшается. В этот момент внешние слои звезды отрываются от нее и образуют расширяющуюся оболочку. Через некоторое время плотность оболочки падает настолько, что она становится прозрачной. Непрерывный спектр исчезает, и мы видим уже очень горячую звезду, а вокруг нее появляется светящаяся оболочка, имеющая массу около $10^5 M_{\odot}$. Через несколько лет оболочка рассеивается в пространстве, звезда остывает и возвращается к первоначальному состоянию. Эта оболочка видна через десятки лет после вспышки вокруг некоторых других звезд в виде туманности.

Все новые – двойные звезды. При этом пара состоит всегда из белого карлика и нормальной звезды. Так как звезды очень близки друг к другу, то возникает поток газа с поверхности нормальной звезды на поверхность белого карлика. Существует гипотеза вспышек новых. Вспышка происходит в результате резкого ускорения термоядерных реакций горения водорода на поверхности белого карлика. Водород попадает на белый карлик с нормальной звезды (см. рис.). Термоядерное «горючее» накапливается и взрывается после достижения некоторой критической величины. Вспышки могут повторяться. Интервал между ними от 10000 до 1000000 лет. Ежегодно в нашей галактике вспыхивает до 30 новых, хотя наблюдается лишь малая их часть.

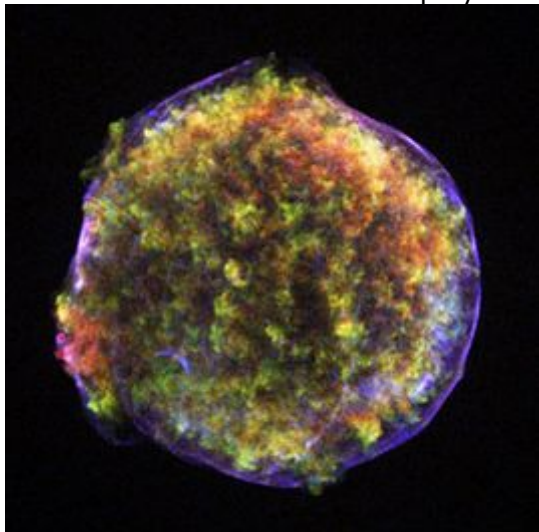


Ближайшие родственники новых звезд – карликовые новые звезды. Их вспышки в тысячи раз слабее вспышек новых звезд, но происходят они в тысячи раз чаще. По виду новые звезды и карликовые новые в спокойном состоянии не отличаются друг от друга. И до сих пор не известно, какие физические причины приводят к столь разной взрывной активности этих внешне похожих звезд.

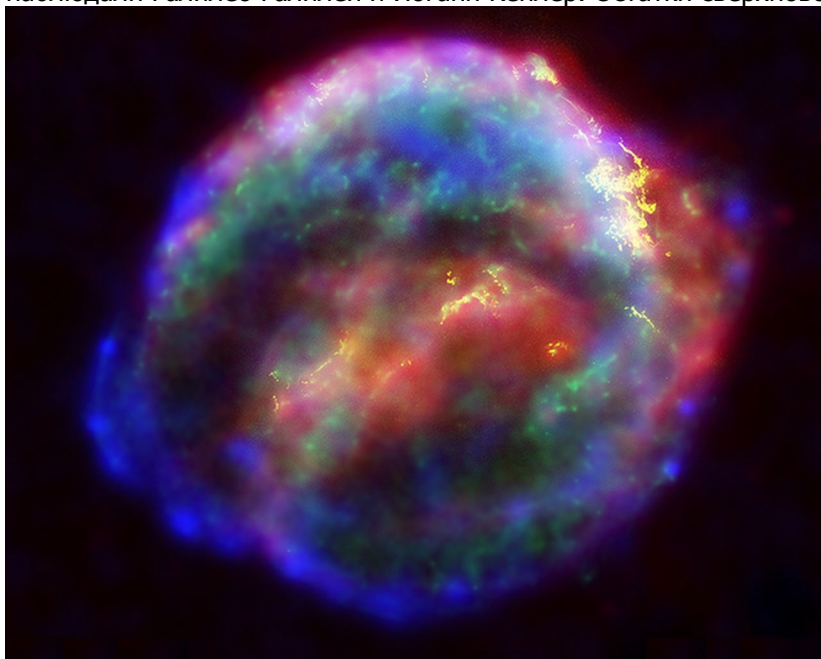
Иногда в недрах некоторых звезд происходят взрывы такой колоссальной мощности, что они разрушают всю звезду. Во время взрыва светимость и блеск таких звезд, называемых *сверхновыми звездами*, возрастают в десятки и сотни миллионов раз, и они становятся настолько яркими, что могут быть видны невооруженным глазом даже днем (см. рис.). Вспышки сверхновых звезд – очень редкое явление. За последнюю 1000 лет вспыхнуло, по меньшей мере, пять сверхновых звезд: в 1006, 1054, 1572, 1604 и 1667 гг.



Сверхновую звезду (сверхновую Браге), вспыхнувшую в ноябре 1572 г. в созвездии Кассиопеи, наблюдал датский астроном Тихо Браге, который отметил, что звезда по яркости сравнима с Венерой. Через 16 месяцев звезда исчезла. Ее остатки показаны на рисунке.

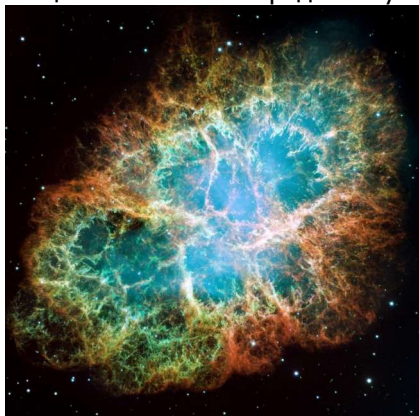


Сверхновую звезду (сейчас ее называют сверхновой Кеплера), вспыхнувшую в 1604 г в созвездии Змееносца, наблюдали Галилео Галилей и Иоганн Кеплер. Остатки сверхновой Кеплера показаны на рисунке.



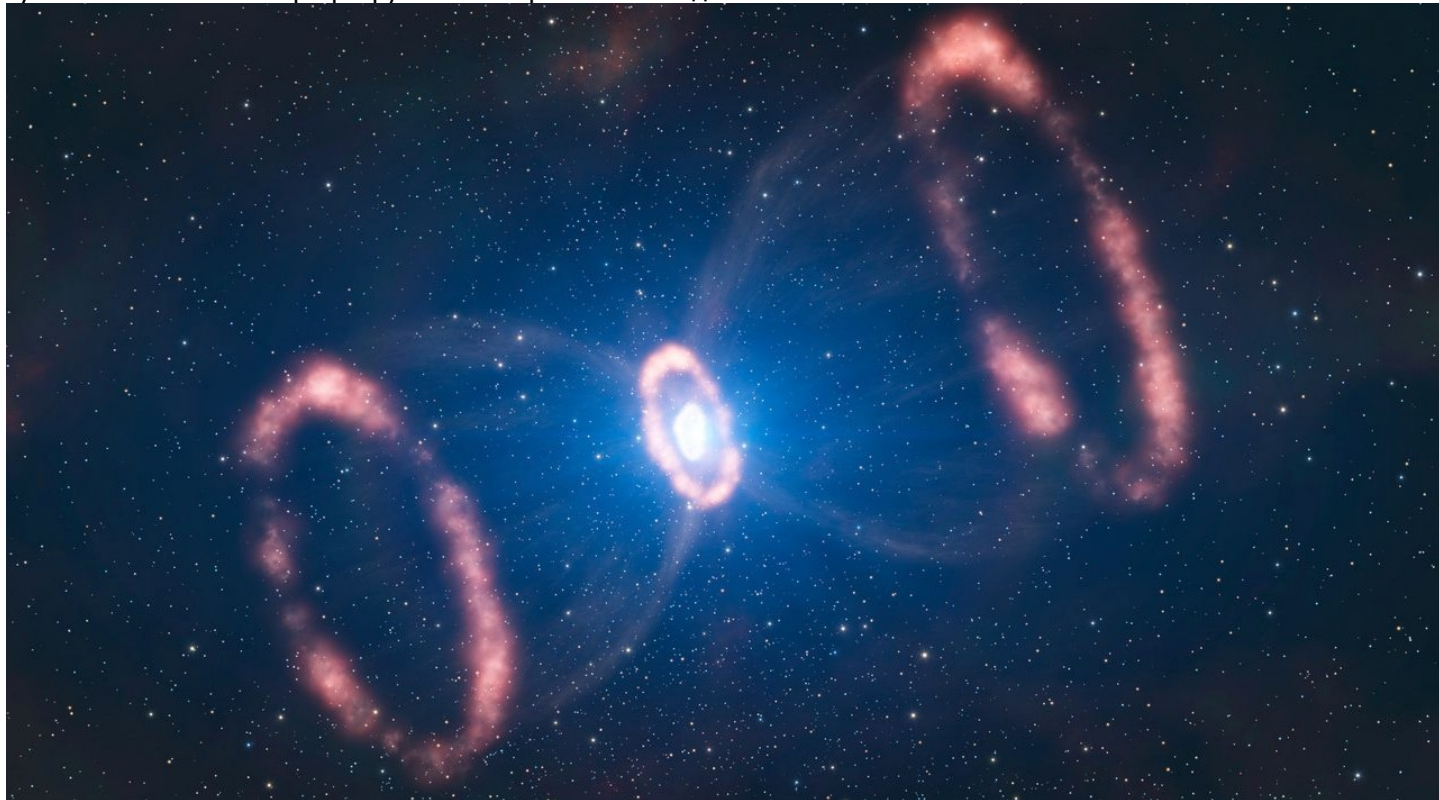
Особый интерес представляет сверхновая звезда, вспыхнувшая в июле 1054 г. в созвездии Тельца. Исторические сведения о ней были найдены в китайских хрониках. В «Истории династии Сун» написано: «В первом году периода Ши-Хо, в пятую луну, в ночь Чи-Чью звезда гостя появилась... на восточном небе созвездия Тьен-Куан... Она была видна днем в течение 23 суток...» На протяжении двух лет звезда была видна невооруженным глазом. Упоминание о ней имеется и в летописях японских астрономов.

Теперь на месте сверхновой звезды 1054 г наблюдается газовая, быстро расширяющаяся Крабовидная туманность (см. рис.), в центре которой находится пульсар, интенсивно излучающий радиоволны. На месте сверхновой звезды 1667 г. в созвездии Кассиопеи тоже имеется неправильная волокнистая газовая туманность, являющаяся мощным источником радиоизлучения (Кассиопея А).



24 февраля 1987 г. наблюдалась вспышка сверхновой звезды в Большом Магеллановом Облаке (см. рис.). За двое суток блеск этой звезды увеличился от 15^m до 4^m , т. е. ее светимость возросла в 25 тыс. раз! Сброшенная звездой оболочка расширялась со скоростью около 16 000 км/с.

Во время максимума вспышки сверхновых звезд их абсолютная звездная величина бывает от -15^m до -18^m , т. е. их светимость до 1,5 млрд. раз превышает светимость Солнца. Мощность взрыва настолько велика, что вещество разрушенной звезды разбрасывается во все стороны со скоростью от 5000 до 20000 км/с. Из-за высокой температуры в недрах звезды выброшенный газ находится в плазменном состоянии и создает сильное магнитное поле, в котором элементарные частицы при торможении порождают мощное радиоизлучение. Поэтому можно предположить, что обнаруженные в нескольких местах Млечного Пути радиоизлучающие газовые волокнистые туманности возникли при разрушении сверхновых звезд.

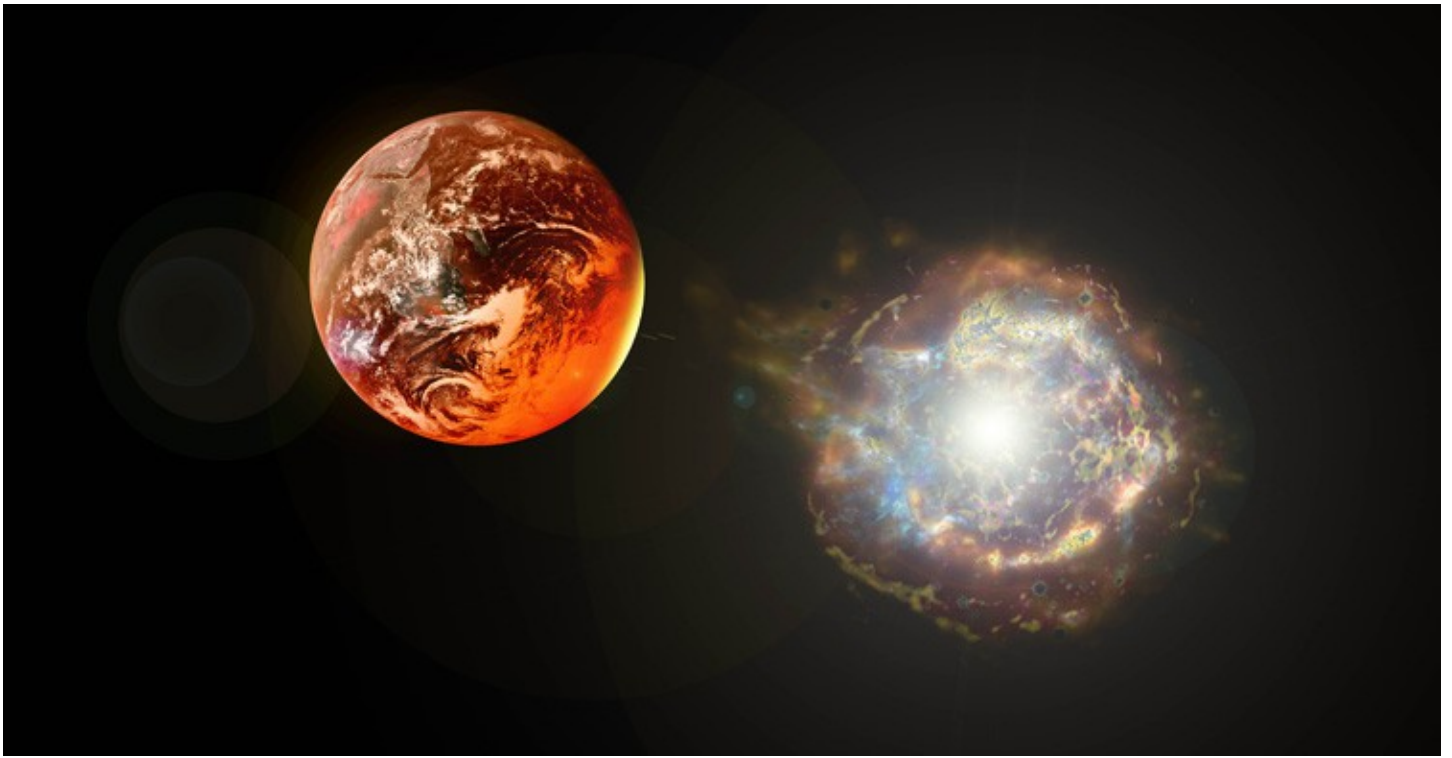


Грозит ли подобная вспышка нашему Солнцу? Исследования показывают, что взрывам подвержены далеко не все, а лишь в конце своей жизни особые по структуре звезды, к которым наше карликовое Солнце не принадлежит, а поэтому вспыхнуть не может.

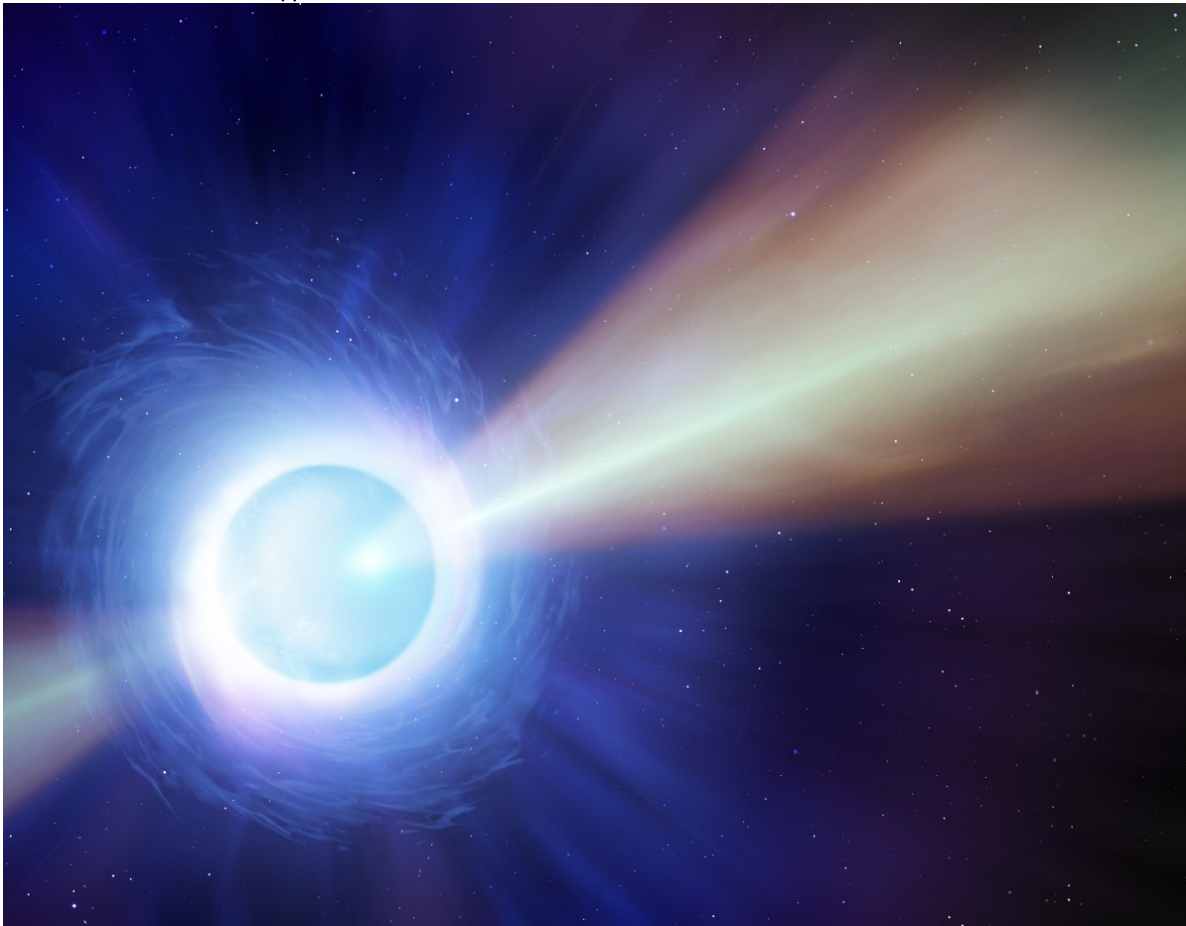
Как мы видели, вспышки сверхновых звезд довольно редкое явление, в среднем одна сверхновая в нашем Млечном Пути вспыхивает примерно раз в 200 лет. Все вспышки, которые наблюдались последние 1000 лет, произошли на больших расстояниях от Солнца. Оценки показывают, что вспышки сверхновых звезд вблизи Солнечной системы должны происходить еще реже, примерно раз в 200 млн. лет. Следовательно, за те 5 млрд. лет, которые существует Солнце, вблизи него (на расстояниях 10—20 пк) вспыхнуло около десятка сверхновых звезд. Эти оценки привели известных советских астрофизиков И. Шкловского и В. Красовского к выводу о важной роли сверхновых звезд в эволюции Солнечной системы.

Если сверхновая вспыхнула на расстоянии около 10 пк, то в максимуме блеска она сияла бы в 1000 раз ярче Луны. Просияв на небе несколько лет, она перестала бы быть видимой невооруженному глазу. Примерно через 10000 лет туманность – остаток взрыва сверхновой, расширяясь со скоростью 10^4 км/с, достигла бы Солнечной системы и окутала ее на десятки тысяч лет.

Как следует из наблюдений остатков взрывов сверхновых звезд, таких, как Крабовидная туманность, остатков сверхновых Кеплера, Тихо и др., все они являются мощными источниками радиоизлучения, которое генерируется частицами, двигающимися со скоростями, близкими к скорости света. Эти частицы получили название космических лучей. Плотность космических лучей в остатках сверхновых значительна, и Земля, попав внутрь оболочки сверхновой (см. рис.), оказалась бы под воздействием мощного потока космических лучей, которые привели бы к значительному повышению уровня радиации на поверхности Земли в течение десятков тысяч лет. Для многих видов живых организмов такое повышение уровня радиации губительно, и они должны быстро вымирать. Ясно, что следы таких космических катастроф должны были остаться на Земле. Исследования ископаемых остатков давно вымерших животных показали, что динозавры и другие гигантские рептилии, населявшие Землю в мезозойскую эру в течение полутора сотен миллионов лет, быстро (за несколько десятков тысяч лет) вымерли в конце этой эры. Есть палеонтологические указания на аналогичные вымирания в более поздние периоды истории Земли.



В 1967 г. совершенно неожиданно были открыты пульсары – источники импульсного радиоизлучения. Позже были открыты периодические источники рентгеновского излучения – так называемые рентгеновские пульсары, свойства излучения которых существенно отличаются от свойств радиопульсаров. Природа пульсаров полностью пока не раскрыта. Ученые считают, что пульсары представляют собой вращающиеся нейтронные звезды с сильным магнитным полем. Из-за магнитного поля излучение пульсара подобно лучу прожектора (см. рис.). Когда из-за вращения нейтронной звезды луч попадает на антенну радиотелескопа, мы видим всплески излучения. Наблюдаемые у некоторых пульсаров «сбои» периодов подтверждают предсказания о наличии твердой коры и сверхтекучего ядра у нейтронных звезд («сбои» периода происходят при разломе твердой коры – «звездотрясениях»). Большая часть пульсаров образуется при взрывах сверхновых звезд. Это доказано, по крайней мере, для пульсара в центре Крабовидной туманности, у которого наблюдается импульсивное излучение также и в оптическом диапазоне.



Вопросы

1. Какие звёзды называют двойными?
2. Какие звёзды называют оптическими двойными?
3. Какие звёзды называют физическими двойными?
4. Опишите пары физических двойных звёзд в созвездии Скорпиона и в созвездии Большой Медведицы.
5. На какие типы подразделяются физические двойные звёзды в зависимости от способа их наблюдений?
6. Что значит «визуально-двойные» звёзды?
7. Что значит «затменно-двойные» звёзды?
8. Что значит «спектрально-двойные» звёзды?
9. Что значит «астрометрически-двойные» звёзды?
10. Какие звёзды принято причислять к кратным?
11. Что называют звёздными скоплениями?
12. К чему привело постоянное совершенствование методики определения сдвига спектральных линий?
13. Какие звёзды называются переменными?
14. Как много переменных звёзд в нашей Галактике?
15. Как принято обозначать переменные звёзды?
16. Каково значение исследования переменных звёзд для астрономии?
17. Что представляют собой затменные переменные звёзды?
18. Какие звёзды относятся к физическим переменным?
19. Как и почему происходит изменение блеска пульсирующих переменных звёзд?
20. Какие звёзды считают эруптивными переменными?
21. Какова общая причина резкого увеличения светимости взрывных переменных звёзд?
22. Какие звёзды относят к сверхновым?
23. Наблюдались ли астрономами вспышки сверхновых звёзд в течение последнего тысячелетия?
24. Каковы были бы последствия вспышки сверхновой звезды вблизи Солнечной системы?
25. Дайте короткую общую характеристику пульсаров.