**Тема: Виды звёзд. Звёздные системы.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. **Ответить на вопросы:** 1. Какие звезды называют двойными? 2. Назовите виды двойных звезд. 3. Как можно определить массу звезд в двойных системах? 4.Какую температуру имеют голубые гиганты? | |  |  |
| 5.Каково время жизни звезд, подобных Солнцу?  6.Каков цвет Солнца? | |  | |
| ***1. Спектры звезд*** | | | | |
| spektr     Распределение цветов в спектре =**К О Ж З Г С Ф =** запомнить можно например по тексту: *Как однажды Жак Звонарь городской сломал фонарь.*  **Исаак Ньютон** (1643-1727) в 1665г разложил свет в спектр  и объяснил его природу.     **Уильям Волластон** в 1802г наблюдал темные линии в солнечном спектре, а в 1814г их независимо обнаружил и подробно описал **Йозеф фон ФРАУНГОФЕР** (1787-1826, Германия) (они называются линиями Фраунгофера)  754 линии в солнечном спектре. В 1814г он создал прибор для наблюдения спектров - спектроскоп. | | | | |
| В 1959г **Г. КИРХГОФ**, работая вместе с **Р. БУНЗЕН** с 1854г, ***открыли спектральный анализ***, назвав спектр непрерывным и сформулировали законы спектрального анализа, что послужило основой возникновения астрофизики:      1. Нагретое твердое тело дает непрерывный спектр.     2. Раскаленный газ дает эмиссионный спектр.     3. Газ, помещенный перед более горячим источником, дает темные линии поглощения. **У. ХЕГГИНС**  ***первым применив спектрограф начал спектроскопию звезд***. В 1863г показал, что спектры Солнца и звезд имеют много общего и что их наблюдаемое излучение испускается горячим веществом и проходит через вышележащие слои более холодных поглощающих газов. | | | | |
| ***Спектры звезд – это их паспорт с описанием всех звездных закономерностей. По спектру звезды можно узнать ее светимость, расстояние до звезды, температуру, размер, химический состав ее атмосферы, скорость вращения вокруг оси, особенности движения вокруг общего центра тяжести.*** | | | | |
| ***2. Цвет звезд*** | | | | |
| ЦВЕТ - свойство света вызывать определенное зрительное ощущение в соответствии со спектральным составом отражаемого или испускаемого излучения. Свет разных длин волн  возбуждает разные цветовые ощущения: | | | | |
| от 380 до 470 нм имеют фиолетовый и синий цвет, от 470 до 500 нм — сине-зеленый, от 500 до 560 нм — зеленый, | от 560 до 590 нм — желто-оранжевый, от 590 до 760 нм — красный. | | | |
| Однако цвет сложного излучения не определяется однозначно его спектральным составом. Глаз чувствителен к длине волны, несущей максимальную энергию  **λмах=b/T** (закон Вина, 1896г). | | | | |
| В начале 20-го столетия (1903—1907гг) **Эйнар Герцшпрунг** (1873-1967, Дания) первым определяет цвета сотен ярких звезд. | | | | |
| ***3. Температура звезд*** | | | | |
| Непосредственно связана с цветом и спектральной классификацией. Первое измерение температуры звезд произведено в 1909г германским астрономом **Ю. Шейнер**. Температура определяется по спектрам с помощью закона Вина [**λ max.Т=b, где b=0,2897\*107Å.К** - постоянная Вина]. Температура видимой поверхности большинства звезд составляет **от 2500 К до 50000 К**. Хотя например недавно открытая звезда **HD 93129A** в созвездии Кормы имеет температуру поверхности 220000 К! Самые холодные - **Гранатовая звезда** (m Цефея) и **Мира** (o Кита) имеют температуру 2300К, а **e Возничего А** - 1600 К. | | | | |
| ***4.*** [***Спектральная классификация***](http://astro.websib.ru/../../РђСЃС‚СЂРѕРЅРѕРјРёСЏ/astronom/Met/tem-4/Urok24/klas-spektr.htm) | | | | |
| В 1862г **Анжело Секки** (1818-1878, Италия) дает первую спектральную классическую звезд по цвету, указав 4 типа:  **Белые,  Желтоватые,  Красные, Очень красные** | | | | |
| Гарвардская спектральная классификация впервые была представлена в *Каталоге звездных спектров Генри Дрэпера* (1884г), подготовленного под руководством **Э. Пикеринга**. Буквенное обозначение спектров от горячих к холодным звездам выглядит так: O B A F G K M. Между каждыми двумя классами введены подклассы, обозначенные цифрами от 0 до 9. К 1924г классификация окончательно была установлена **Энной Кэннон**. | | | | |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | O5=40000K |  | В0=25000К |  | А0=11000К |  | F0=7600K |  | G0=6000 |  | K0=5120K |  | M0=3600K | | голубой |  | белый | | |  | желтый | | |  | оранжевый |  | красный | | **О** | **---** | **В** | **---** | **А** | **---** | **F** | **---** | **G** | **---** | **K** | **---** | **M** | | cр.30000K |  | ср.15000K |  | ср.8500K |  | ср.6600К |  | ср.5500К |  | ср.4100К |  | ср.2800К | | Порядок спектров можно запомнить по терминологии: = *Один бритый англичанин финики жевал как морковь*= | | | | | | | | | | | | | | Солнце – G2V (V – это классификация по светимости - т.е. последовательности). Эта цифра добавлена с 1953 года. | Таблица 13 – там указаны спектры звезд |. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ***5. Химический состав звезд*** | | | | |
| Определяется по спектру (интенсивности фраунгоферовых линий в спектре).Разнообразие спектров звезд объясняется прежде всего их разной температурой, кроме того вид спектра зависит от давления и плотности фотосферы, наличием магнитного поля, особенностями химического состава. Звезды состоят в основном из водорода и гелия (95-98% массы) и других ионизированных атомов, а у холодных в атмосфере присутствуют нейтральные атомы и даже молекулы. | | | | |
| ***6. Светимость звезд*** | | | | |
| Звезды излучают энергию во всем диапазоне длин волн, а светимость **L=σ T44πR2**- общая мощность излучения звезды. L = 3,876\*1026Вт/с. В 1857г **Норман Погсон** в Оксфорде устанавливает  формулу  **L1/L2=2,512М2-М1**. Сравнивая звезду с Солнцем, получим формулу **L/L****=2,512 М****-М** , откуда логарифмируя получим **lgL=0,4 (M** **-M)**  Светимость звезд в большинстве 1,3.10-5L<L<5.105L .  Большую светимость имеют звезды-гиганты, звезды малой светимости - звезды-карлики. Наибольшей светимостью обладает голубой сверхгигант - звезда Пистолет в созвездии Стрельца - 10000000 L! Светимость красного карлика Проксимы Центавра около 0,000055 L. | | | | |
| ***7. Размеры звезд***  ***-*** существует несколько способов их определения: | | | | |
| **1)** Непосредственное измерение углового диаметра звезды (для ярких ≥2,5m, близких звезд, >50 измерено) с помощью интерферометра Майкельсона. Впервые измерен угловой диаметр α Ориона- Бетельгейзе 3декабря 1920г =  **Альберт Майкельсон**  и **Франсис Пиз**. **2)** Через светимость звезды **L=4πR2σT4**в сравнении с Солнцем. **3)** По наблюдениям затмения звезды Луной определяют угловой размер, зная расстояние до звезды. | | | | |
| *По своим размерам, звезды делятся (*название: карлики, гиганты и сверхгиганты ввел **Генри Рессел** в 1913г, а открыл их в 1905г **Эйнар Герцшпрунг**, введя название "белый карлик"), введены с 1953 годана:   * + - * + Сверхгиганты  (I)         + Яркие гиганты  (II)         + Гиганты    (III)         + Субгиганты   (IV)         + Карлики главной последовательности  (V)         + Субкарлики   (VI)         + Белые карлики   (VII)        Размеры звезд колеблются в очень широких пределах от 104 м до 1012 м. Гранатовая звезда m Цефея имеет диаметр 1,6 млрд. км; красный сверхгигант e Возничего А имеет размеры в 2700R - 5,7 млрд. км! Звезды Лейтена и Вольф-475 меньше Земли, а нейтронные звезды имеют размеры 10 - 15 км. | | | | |
| ***8. Масса звезд*** - одна из важнейших характеристик звезд, указывающая на ее эволюцию, т.е. определяет жизненный путь звезды. | | | | |
| *Способы определения:*  1. Зависимость масса-светимость, установленная астрофизиком **А.С. Эддингтон** (1882-1942, Англия). **L≈m3,9** for  2. Использование 3 уточненного закона Кеплера, если звезды физически двойные (§26)  Теоретически масса звезд 0,005M (предел Кумара 0,08M)<M<150M, причем маломассивных звезд существенно больше, чем тяжеловесных, как по количеству, так и по общей доле заключенного в них вещества (M=1,9891×1030кг (333434 масс Земли)≈2.1030кг). | | | | |
| Самые легкие звезды с точно измеренной массой находятся в двойных системах. В системе Ross 614 компоненты имеют массы 0,11 и 0,07 M. В системе Wolf 424 массы компонентов составляют 0,059 и 0,051 M. А у звезды LHS 1047 менее массивный компаньон весит всего 0,055 M.       Обнаружены "коричневые карлики" с массами 0,04 - 0,02 M. | | | | |
| ***9. Плотность звезд*** - находится **ρ=М/V=M/(4/3πR3)** | | | | |
| Хотя массы звезд имеют меньший разброс, чем размеры, но плотности их сильно различаются. Чем больше размер звезды, тем меньше плотность. Самая маленькая плотность у сверхгигантов: Антарес (α Скорпиона) ρ=6,4\*10-5кг/м3,  Бетельгейзе (α Ориона) ρ=3,9\*10-5кг/м3.Очень большие плотности имеют белые карлики: Сириус В  ρ=1,78\*108кг/м3.  Но еще больше средняя плотность нейтронных звезд. Средние плотности звезд изменяются в интервале от 10-6 г/см3 до 1014 г/см3 - в 1020 раз! | | | | |

**Связь между физическими характеристиками звезд.**

|  |  |
| --- | --- |
| В 1905г **Эйнар Герцшпрунг** установил зависимость светимости звезд с их спектральными классами, сопоставляя данные наблюдений. В 1913г **Генри Рессел** также независимо установил данную зависимость и представил ее графически. Зависимость "спектр-светимость" получила название ***диаграммы Герцшпрунга-Рессела***. **Диаграмма показывает зависимость между абсолютной звёздной величиной, светимостью, спектральным классом и температурой поверхности звезды.** **Уточнена и дополнена другими учеными.**   1. Подавляющее большинство звезд принадлежит главной последовательности. 2. Чем горячей звезды, тем большую светимость имеют. 3. Группы звезд делятся по размерам. 4. Звезды данного спектрального класса не могут иметь произвольной светимости (и наоборот). 5. По диаграмме исследуют эволюцию. 6. Большинство звезд – карлики.        Любая звезда известного спектрального класса и светимости может быть отображена на диаграмме Г - Р отдельной точкой. Особый смысл диаграмма приобретает в том случае, когда она строится для группы связанных между собой звезд, например, звездного скопления. Для любой такой совокупности звезд точки распределяются неслучайным образом: большинство их оказывается в полосе, идущей по диагонали от верхнего левого края вниз направо (так называемой главной последовательности). Это связано с тем, что основным фактором, определяющим спектральный класс звезды и ее светимость, является ее масса. Главная последовательность - это, по существу, последовательность масс. | |
| **HRDIAGR** | **Главная последовательность** (около 90% звезд)**:**n6 - это последовательность звезд разной массы. Самые большие (голубые гиганты) расположены в верхней части, а самые маленькие звезды – карлики – в нижней части главной последовательности  - это нормальные звезды похожие на Солнце в которых водород сгорает в термоядерной реакции.     Красные гиганты и сверхгиганты располагаются над главной последовательностью справа, белые карлики – под ней слева, поэтому начало левой части главной последовательности представлена голубыми звёздами с массами ~50 солнечных, конец правой — красными карликами с массами ~0.08 солнечных.       Диаграмма Г - Р для звездного скопления показывает, сколько звезд находится на каждой стадии эволюции. Вместе с теоретическими представлениями об увеличении скорости эволюции с ростом звездной массы, это позволяет определять возраст скоплений. Если по вертикальной оси откладывать для скопления видимую, а не абсолютную звездную величину, то появляется возможность оценить расстояние до этого скопления.      Диаграммы Г - Р полезны также для отображения последовательности изменений цвета и светимости отдельной звезды в ходе эволюции - до попадания на главную последовательность, при нахождении на ней и после ухода с нее. В итоге появляется эволюционный трек звезды. |
| **В 1911–24гг астрономы Холм, Рассел, Герцшпрунг и Эддингтон установили, что для звезд главной последовательности существует связь между светимостью L и массой М, и построили диаграмму масса–светимость. Приближенно зависимость “масса- светимость” выражается отношением  L≈m3,9.** | |

**Вращение звезд**

|  |  |
| --- | --- |
| Vra | Солнце с Т=25÷30 сут/оборот, видно по пятнам, при Vэкв=2 км/с. Все звезды вращаются. Чем горячее звезда – тем быстрее скорость вращения. Определить скорость можно, используя эффект Доплера **υ=∆λ.с/λо**.  Самая быстрая α Персея m=4,06m, 3R , 65L , В1, V=500 км/с. |

**Двойные звезды**

|  |  |
| --- | --- |
|  | *Продолжительность жизни звезд в зависимости от их массы* |

**1. ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ - *две звезды, обращающиеся по эллиптическим орбитам вокруг общего центра масс под действием сил тяготения****.* Приблизительно половина всех ”звезд" на самом деле - двойные или кратные (несколько, не менее 3-х звезд) системы , хотя многие из них расположены так близко, что компоненты по отдельности наблюдать невозможно.

    Существуют Оптически двойные - рядом проецируются на воображаемую сферу, но физически не связаны. Так в древности у легионеров А.Македонского проверяли зрение по Дзета (ζ) Большой Медведицы (Мицар –конь, предпоследняя в ручке ковша) оптически двойной звезды в 12' от нее 80 UMa  (Алькор - всадник,). Может они физически и связаны, но если период обращения более 1000 лет, то определить двойственность очень трудно.

    Обнаружена ***первая двойная звезда***, увиденная в телескоп, гамма Овна (γ Овен) – физически двойная звезда, оба компонента бело-голубые звезды с Т≈11000К, находящиеся на угловом расстоянии 8". На всякий случай даже для Солнца придуман (но не обнаружен) гипотетический спутник-звезда Немезида.

    Изучение двойных звезд  началось в середине 17в, когда **Г. Галилей** открыл несколько звезд и предложил метод определения относительного параллакса яркой главной звезды  по отношению к более слабой и поэтому, вероятно, более далёкой. К середине 18в было обнаружено всего около 20 двойных звезд; тогда же начались и первые измерения позиционного угла  и расстояния между компонентами. К 1803 году **У. Гершель** опубликовал списки нескольких сотен двойных звезд и отметил среди них 50, у которых обнаружилось смещение компонентов. Планомерные наблюдения двойных звезд организовал русский астроном **В. Я. Струве** на обсерватории в Тарту, открыв 3134 звездные пары. Результаты его наблюдений опубликованы в трех каталогах.

     В конце XIX века инициативу в исследованиях двойных звезд перехватили американские астрономы, использовавшие в своих наблюдениях новейшие рефракторы. Они собрали и систематизировали в "Общем каталоге 13665 звезд" Ш.У. Бернхема (1906 год), охватывающем все известные к тому времени наблюдения двойных звезд в зоне склонений от -30° до Северного полюса.

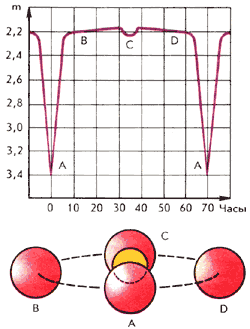
     На сегодняшний день одним из самых полных сборников является Вашингтонский каталог визуально-двойных звезд (WDS - Washington Double Star) 1996 года с данными о 78100 двойных, наблюденных до 1995 года. В окрестностях Солнца (*d*<20 пк) находится более 3000 звезд, среди них около половины – двойные звезды всех типов, включая тесные спектральные и широкие визуальные.

**2. Типы двойных (физически двойных) звезд:**

**1.  Визуально-двойные** звезды, двойственность которых может быть видна в телескоп. К середине 20в известно около 60 000 визуально-двойных звёзд.

  Чем дальше звезды друг от друга, тем медленнее движутся. Пары, в которых угловое расстояние достаточно велико для того, чтобы звезды можно было разрешить при наблюдении в телескоп, часто имеют период обращения 50 -100 лет. *Например:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1790 | **СИРИУС** ( α Большого Пса) - самая яркая звезда видимая у нас на небе. Это тройная звезда в 8,56св. годах от нас. Системы из более чем двух звезд называют кратными.    Сириус А -главная звезда в расцвете сил, МА=2,14М, RА=1,7R , Т=10400К, L=23,55L, ρА=0,36г/см3.    Сириус В (Щенок) -белый карлик, открыт в 1862г А.Кларк (США) МВ=М, RВ=0,02R , L=0,002L,ρВ=180г/см3. Период обращения 49,9 лет с удалением от Сириуса А от 8а.е до 32а.е. На фото справа маленькая светлая точка.    Сириус С -красно-коричневый карлик, открыт в 1995г МС=0,05М, Т=2000К, период обращения 6,3 года с максимальным удалением от Сириуса А до 8а.е. | Sirius_A_and_B |

**2.*Спектрально- двойные -*** выявляемые по периодическим колебаниям или раздвоению спектральных линий. Их периоды обычно составляют от нескольких дней до нескольких недель. Иногда компоненты двойных систем расположены так близко, что гравитация искажает сферическую форму звезд. Они могут обмениваться веществом и могут быть окружены общей газовой оболочкой. Когда потоки вещества устремляются к компактной вращающейся звезде двойной системы, может образоваться аккреционный диск. Освободившаяся энергия излучается в рентгеновском диапазоне.  
    Первую Мицар (ζ Б.Медведицы), находящуюся в 78,2 св.г от нас, открыл Э.Пикеринг (1889г, США) - Мицар А и Мицар В, а в 1964г выяснилось, что каждая звезда спектрально-двойная. Сейчас известно в нашей Галактике свыше 4000 звёзд этого класса.  Определённые периоды спектрально-двойных звёзд заключены в пределах от 0.1084 сут. (гамма *Малой Медведицы*) до 59.8 лет (визуально двойная кси *Большой Медведицы*). Подавляющее большинство спектрально-двойных звёзд имеет периоды порядка нескольких суток. **  3. *Затменно-двойные* -** звезды, изменяющие свой блеск вследствие затмения одного компонента двойной звезды. Это происходит, если орбиты двойной системы сориентированы в пространстве так, что при наблюдении с Земли одна звезда проходит перед другой. Такая система имеет переменную яркость, так как одна звезда периодически заслоняет свет другой. Сейчас известно более 5000 таких звезд. Самая известная и первая открытая в 1669г итальянцем Г. Монтанари Алголь (β Персея, арабское "эль гуль" - дьявол). Алголь А - бело-голубая, МА=5М, RА=3R. Алголь В - тускло-желтая, МВ=М, RВ=3,2R. Видимая яркость системы меняется от 2,1m до 3,4m c периодом 12,914 дня=12дн20час48мин53с.

Рекорцменом среди таких звезд является ε Возничего в 2700R. При периоде обращения спутника вокруг главной звезды за 27 лет, его затмение длится два года, что говорит об огромном размере главной звезды.

**4. *Астрометрически двойные* –** выявляются по отклонению в движении (колебаниям) главной звезды, вызванное орбитальным движением более слабого спутника. Если одна звезда намного слабее другой (невидимый спутник), ее присутствие можно обнаружить только по видимому движению более яркого компаньона. Этот способ, как и исследование спектральных смещений, позволяет определить наличие планетных систем у звезд (открыты у более 180 звезд).

**Некоторые звёздные системы:**

* **Сириус (три звезды);**
* **α Центавра (три звезды);**
* **4 Центавра (4 звезды);**
* **Мицар (пять звёзд);**
* **Кастор (шесть звёзд);**
* **ν Скорпиона (семь звёзд);**
* **Лебедь X-1 (одна звезда и одна чёрная дыра);**

**Переменные звезды.**

**1. *Переменные звезды*** - звезды,  блеск которых изменяется. Первая переменная открыта в 1596г Давидом Фабрициус (Германия) - *о* Кита (Мира Кита или Удивительная Кита).

    Изменение блеска, происходящее по разным причинам, может происходить строго периодически (*правильные*), с нарушением периодичности (*полуправильные*) и хаотически (*неправильные*). Так к строго периодическим (*правильным*) относятся уже изученные ***затменно-переменные*** звезды. Но существуют различные типы **физически переменных** звезд, изменение блеска которых связано с происходящими на них физическими процессами. Принятые способы обозначения переменных звезд восходят, главным образом, к обозначениям Ф.В.А. Аргеландера, который использовал для девяти самых ярких переменных в каждом созвездии буквы от R до Z в соединении с названием созвездия. Для последующих переменных стали использовать пары букв, от RR до RZ, от SS до SZ и так далее, вплоть до ZZ (буква J опускается). Затем используются пары букв от AA до AZ, от BB до BZ и так далее, что доводит число доступных обозначений до 334. Однако во многих созвездиях число открытых переменных намного превысило предельное значение 334, так что эти звезды стали обозначать просто как V335, V336, и так далее.

**2.** ***Физически переменные звезды*** - на ***короткопериодические*** (период изменения блеска от 1 до 90 суток) и ***долгопериодические*** (период изменения блеска от 90 до 739 суток).

**1)** **Цефеиды** - весьма распространенные, вид строго периодических (правильных) физически переменных звезд с изменением блеска до 1,5m. Название получили от классической звезды **** **Цефея** с Т= 5дней 8 часов 37 минут. Поскольку это яркие желтые гиганты, обладающие колоссальной светимостью, поэтому их называют “маяки Вселенной”.

  В 1912г Хенриетта Ливитт (США) устанавливает зависимость “период-светимость” для цефеид. Сейчас по ним можно определять расстояние до 20 Мпк, вычислив абсолютную звездную величину для короткопериодических **М -1,67-2,54 lg р**, для долгопериодических **М 0,2 (2-lg р)** и применив формулу **lg D =0,2 (m-M)+1**. По формуле **lg L = 2,47+1,15 lg р** можно определить светимость цефеиды в сравнении со светимостью Солнца.

**2).** **Другие периодические** (***правильные***). Вот некоторые:

**а) Мириды** – красные гиганты, Т=90  730 суток. Прототип  *о* Кита (Мира Кита или Удивительная Кита). Мира - гигант класса М (R=390R, M=10M), яркость которой изменяется от 2m  до 10,1m с периодом 331,6 дней.

**б) Лириды** – гигантские белые и желтые звезды класса А и F с Т=0,2  1,2 суток и изменением яркости от 0,2m  до 2,0m (прототип RR Лиры, существует три подтипа Лирид)- старые звезды с пониженным содержанием тяжелых элементов.

и другие

**2.*Полуправильные***– на определенный период накладываются более мелкие колебания.

а) Типа  Щита, класс F с изменением блеска на 0,25m, Т=3  14,6 часа. Интересна  Эридана, Т=4ч 10м накладывается на Тmax= 5,25 дня. Прототип мало амплитудных  Близнецов.

б) Типа RV Тельца с Т= 30  150 дней, или DF Лебедя с Т=49,808 дня.  И другие типы правильных, полуправильных и неправильных.

**4. Вспыхивающие звезды** (***новая***) - звезда, яркость которой внезапно увеличивается примерно на десять звездных величин (обычно от  2m до 8m ), а затем постепенно (в течение нескольких месяцев) падает. Новые представляют собой тесные двойные звезды, один из компонентов которых - белый карлик. В любой галактике, как правило, в год возникает несколько десятков новых в двойных системах. Считается, что четверть всех звезд вспыхивает. Зависимость между силой взрыва и длительностью периода установили П.П.Перенаго  и Б.В.Кукаркин.

***Вот некоторые***:

А) тип UV Кита (открыл В.Люйтер (1948г, США),  вспыхивает вследствие мощных магнитных изменений. За  30 час светимость изменяется в 100 раз. Известно  100 звезд. Вспышки не регулярны, кратковременны.

Б) Тип U Близнецов (короткопериодические двойные системы- обычно обычная звезда и белый карлик, открыта 15.12.1855г Джоном Хайд (Англия)) вспышки через 3-4 месяца, с изменяем светимости 100 раз – карликовые новые.

В) Тип R Северной Короны – сверхгиганты, вспышки - подъем вещества из недр звезды на поверхность (выброс).

**5.Взрывающиеся звезды** (***сверхновые***)- катастрофический взрыв звезды, в ходе которого выделяется так много энергии, что по яркости она может превзойти всю галактику с ее миллиардами звезд. Кроме того, в десять раз больше энергии выделяется в виде кинетической энергии выброшенного взрывом вещества и еще в сто раз больше - в виде энергии нейтрино. Взрыв сверхновой происходит, когда старая массивная звезда (более 8 масс Солнца) истощает запас ядерного топлива. В этих условиях ядро становится неустойчивым и коллапсирует (меньше чем за секунду).  Оставшееся ядро представляет собой ***нейтронную звезду (пульсар***) с массой не превосходящей трех солнечных и размером в 20-30 км. Магнитное поле под действием мощной ударной волны усиливается, и скорость вращения остатка возрастает. Первый ПУЛЬСАР (нейтронная звезда) открыт в созвездии Лисичка в  1967 году Энтони Хьюиш (Англия). Сейчас известно >600 пульсаров. При более значимых массах взрыв сверхновой приводит к образованию черной дыры.

  Сверхновая - очень редкое событие: за последнюю тысячу лет в Галактике визуально наблюдалось только пять сверхновых, а по подсчетам взрывается одна в среднем в 30 лет, но в большинстве скрыты затеняющей пылью. Первую сверхновую  упоминает Гиппарх (134г до НЭ), вспыхнувшую в нашей Галактике.