

Научно-исследовательская работа

Астрономия

ПРЕКРАСНЫЕ ЦВЕТЫ КОСМОСА

Выполнил

Соловьёв Константин Дмитриевич,

учащийся 8 класса, МАУ ДО «ДПШ»,

г. Челябинск

Папулова Наталика Владимировна,

научный руководитель,

педагог дополнительного образования

МАУ ДО «ДПШ»,

г. Челябинск

Введение

Любой человек, глядя на небо, непременно думает о том, что же там в глубинах космоса, какие процессы происходят, есть ли жизнь. Но мало кто задумывается над тем, как мало информации мы воспринимаем от окружающего пространства. На зрение приходится до 80% информации, которую обрабатывает наш мозг. Но зрение человека несовершенно. Люди придумали великое множество приборов, которые помогают расширить информационный поток. Тогда мир становится более доступным. Одними из таких объектов-невидимок являются туманности – прекрасные газо-пылевые цветы космоса.

Это очень интересные объекты, разнообразие которых поражает. И я считаю, что каждый человек имеет право знать об их существовании.

Актуальность работы состоит в том, чтобы донести до людей знания о туманностях, их возможном влиянии на Землю.

Цель работы: представить разнообразие туманностей, выявив среди ближайших небесных объектов такого рода представителей всех имеющихся типов.

Задачи работы:

1. познакомиться с источниками информации по данной теме;
2. структурировать ближайшие и самые известные туманности по типам в виде таблицы;
3. определить влияние туманностей на окружающее пространство;
4. создать ознакомительный атлас туманностей, учитывая их классификацию.

Объект исследования: туманности, находящиеся в космосе.

Предмет исследования: процессы, происходящие в туманностях.

Методы исследования: теоретический анализ источников информации; наблюдение; обобщение; сравнение; систематизация.

Гипотеза: среди самых известных туманностей есть принадлежащие к каждому типу.

Глава 1. Теоретическая часть. Что такое туманности

1.1. Определение термина.

Слово «**туманность**» происходит от латинского слова «облака». Туманности — одни из красивейших объектов на небе. Изначально так называли любые протяжённые астрономические объекты, в которых не удавалось различить звёзды. При развитии телескопов значение термина сузилось — теперь он относится лишь к участкам межзвездной среды из космической пыли, газа и плазмы, поглощающим или излучающим свет на общем фоне неба [5].

Туманности являются основными строительными блоками Вселенной. Они содержат элементы, из которых построены звёзды и звездные системы. Размеры туманностей в пространстве довольно большие (многие из них имеют десятки или даже сотни световых лет в поперечнике [3]), и удалены они от нас на большие расстояния. Цвета туманности зависят от качественного состава (комбинации различных элементов внутри туманности). Большинство туманностей состоят на 90% из водорода, 9,9% гелия и 0,1% тяжелых элементов, таких как углерод, азот, магний, калий, кальций, железо.

Как же появляются такие красивые объекты во Вселенной?

1.2. Туманности как места звездообразования

Все звёзды, планеты и звездные системы образуются из холодных туманностей (температура несколько Кельвинов). Туманность может находиться в покое многие миллионы или даже миллиарды лет, пока она ждет подходящих условий для развития. Гравитация проходящей мимо звезды или ударная волна от соседнего взрыва сверхновой могут вызвать водовороты и рябь в пределах облака. Материя начинает сгущаться, а отдельные сгустки - увеличиваться в размерах. При этом повышается температура внутри. Поскольку эти сгустки становятся большими, их притяжение увеличивается. Когда они достигают критической массы (а, значит, и определенного значения температуры в центре), происходит формирование протозвезд. Когда гравитация сжимает их еще сильнее, температура ядра в конечном итоге достигает 10 миллионов градусов. В этот момент начинается ядерный синтез (превращение водорода в гелий), и рождается звезда. Солнечный ветер от звезды, в конечном счете, сдует всю лишнюю пыль и газ. В некоторых туманностях сейчас можно наблюдать, как образуются планетарные системы, подобные нашей [5]. Например, туманность

Орла (Рисунок А.1) и туманность Ориона (Рисунок А.2) - места активного звездообразования.

1.3. Туманности как вещество, оставшееся после смерти звезды

Жизнь и смерть звезды сильно зависит от ее массы. Очень тяжелые звезды (в несколько раз тяжелее Солнца) проживают короткую и яркую жизнь, и в конце взрываются как сверхновые. При этом они разбрасывают вокруг себя часть вещества, которое и становится туманностью. После взрыва кроме туманности остается и центральная плотная часть бывшей звезды — нейтронная звезда или черная дыра. Взрывная волна и струи нейтрино уносят вещество прочь от умирающей звезды в межзвёздное пространство. В последующем, остывая и перемещаясь по космосу, этот материал сверхновой может столкнуться с другим космическим «утилем» и, возможно, участвовать в образовании новых звёзд, планет или спутников [5].

Звезды поменьше (с массой от 1 до 3 солнечных) живут гораздо дольше. В конце своей жизни они сбрасывают внешнюю оболочку — так появляются красивые туманности, которые называют планетарными. При этом ядро звезды сжимается, постепенно охлаждается и становится белым карликом. Именно такая судьба ждет наше Солнце, остаток которого сожмется до размеров Земли [2]. Звезда с массой менее 0,5 солнечной не в состоянии преобразовать гелий даже после того, как в её ядре прекратятся реакции с участием водорода, — масса такой звезды слишком мала для того, чтобы обеспечить новую фазу гравитационного сжатия до степени, достаточной для «поджиг» гелия. К таким звёздам относятся красные карлики, такие как Проксима Центавра (Рисунок А.3), срок жизни которых составляет от десятков миллиардов до десятков триллионов лет. Некоторые звёзды могут синтезировать гелий лишь в некоторых активных зонах, что вызывает их нестабильность и сильные звёздные ветры. В этом случае образования планетарной туманности не происходит, и звезда лишь испаряется, становясь даже меньше, чем коричневый карлик. Такие звезды, постепенно остывая, будут продолжать слабо излучать в инфракрасном и микроволновом диапазонах электромагнитного спектра [2].

Таким образом, во Вселенной, хотя и в разное время и в разных местах, происходит как процесс образования звезд из туманностей, так и наоборот,

образование новых туманностей за счет звезд. Это круговорот вещества во Вселенной; вечное зарождение одних миров и гибель других.

1.4. Классификация туманностей

Просматривая в литературе информацию по разделению туманностей на типы и классы, я обнаружил, что нет единой структуры. Они различаются в зависимости от физических свойств, происхождения, местоположения. Часто за основу такого деления берется внешний вид туманностей и явления, характерные для них. Тогда я решил взять самое понятное мне разделение по излучению: туманности, излучающие собственный свет (эмиссионные туманности), светлые (они светятся отраженным светом) и темные (не пропускают видимый свет). Некоторые туманности могут сочетать в себе все три типа.

1.4.1 Эмиссионные туманности

Эмиссионные туманности преимущественно красного цвета — это связано с обилием водорода внутри них. Зелёный и синий цвета говорят нам о других химических элементах, таких как гелий, азот, тяжелые металлы.

Различают несколько видов эмиссионных туманностей. Среди них — области H II и туманности, образующиеся при выбросе звездного вещества. В первых происходит формирование новых звёзд, и источниками ионизирующих фотонов являются молодые, массивные звезды. Атомы в них возбуждаются под действием ультрафиолетового излучения звезд (горячие звёзды светят преимущественно в этом диапазоне спектра). Сами туманности также превращаются в источник радиации. Эмиссионные туманности, в отличие от звезд, не имеют собственного источника энергии. Это облако ионизированного газа (плазмы), излучающее в видимом цветовом диапазоне спектра. Ионизация (отрыв электрона) происходит за счёт высокоэнергетических фотонов, излучаемых ближайшей горячей звездой. Когда в газопылевом облаке вспыхивает такая звезда и от неё начинает исходить мощный поток излучения, энергия этого излучения достаточно велика, чтобы выбить электроны с орбиты вокруг ядра в атомах газа в облаке. Что и происходит (этот процесс называется ионизацией), таким образом, образуется горячий электронный газ. Обратный ионизации процесс (рекомбинация) — когда свободные электроны

захватываются ядром, сопровождается выделением энергии в виде света, который и исходит от туманности. Таким образом, собственное свечение газа связано с его ионизацией. К таким туманностям относится самая популярная и доступная для наблюдения в приборы с небольшим увеличением туманность Ориона [6]. Я наблюдал неоднократно эту туманность в наши телескопы. Первый раз, когда я ее увидел, то был, скорее всего, разочарован, так как выглядела она как небольшое туманное пятнышко. Но тогда я еще не знал о процессах, происходящих там. Впоследствии, изучив суть туманности и наблюдая в большой бинокль на штативе, я разглядел даже некоторые элементы («крылья», например). Можно сделать вывод, что гораздо интереснее смотреть на небесный объект тогда, когда уже что-то знаешь про него.

Но процесс ионизации возможен не только в облаке под действием излучения горячих звёзд. Существуют подтипы эмиссионных туманностей. Такие как — планетарные туманности (например, «Кошачий Глаз» и «Гантель») и остатки сверхновых (например, «Крабовидная туманность» и остаток сверхновой 1987А). Также они могут возникать вокруг горячих звёзд, в связи с их активностью. Например, туманности вокруг звёзд спектрального класса О, звёзд типа Вольфа-Райе и др.

Планетарные возникают, когда «умирающая» звезда малой и умеренной массы (примерно до 8-ми масс Солнца) сбросила свои внешние слои в космос, а излучение центральной звезды начинает ионизировать его. Планетарные туманности, пожалуй, самый красивый тип туманностей. Эти объекты состоят из ионизированной газовой оболочки и центральной звезды, белого карлика. (Рисунок А.4). Планетарная туманность — быстропротекающее (по астрономическим меркам) явление, длящееся всего несколько десятков тысяч лет, при продолжительности жизни звезды-предка в несколько миллиардов лет [2].

При взрыве сверхновой тоже происходит сброс слоёв звезды. Только процесс этот куда более бурный и ему подвержены более массивные звёзды (порядка 10 и более солнечных масс) на конечной стадии эволюции. В результате столкновения оболочки звезды, разлетающейся с огромной скоростью, с межзвёздной средой, возникает туманность. В центре образуется нейтронная звезда или чёрная дыра. Температура газа вследствие столкновения веществ может достигать сотни тысяч градусов, в связи

с чем она становится источником рентгеновского излучения [1]. Отличный пример взрыва звезды, у которой выброшенный газ ещё не смешался с межзвёздным веществом – Крабовидная туманность (Рисунок А.5).

1.4.2 Отражательные туманности

Классический пример отражательной туманности - голубоватая туманность, окружающая рассеянное звездное скопление Плеяд. Это скопление мы легко видим невооруженным глазом. Но даже в телескоп сложно заметить светящуюся туманность, в которой утопают звезды скопления. Так что видом этой туманности можно наслаждаться по фотографиям с телескопа Хаббла (Рисунок А.6).

Отражательная туманность не излучает никакого собственного света. Это облако газа и пыли, которое отражает свет от рядом расположенных звезд. Отражательные туманности находятся в областях активного звёздообразования. Если звезда находится в межзвёздном облаке или рядом с такой туманностью, но недостаточно горяча, чтобы ионизовать вокруг себя значительное количество межзвёздного водорода, то основным источником оптического излучения туманности оказывается свет звёзд, рассеиваемый межзвёздной пылью (в большей степени синеватый оттенок, т.к. синие волны рассеиваются лучше остальных). Спектр отражательной туманности такой же, как и у подсвечивающей её звезды. Среди микроскопических частиц, ответственных за рассеивание света, можно выделить частички углерода (иногда их называют бриллиантовой пылью), а также частицы железа и никеля. На сегодня известно не так много туманностей этого типа — около 500. Трехраздельная туманность (M20) в созвездии Стрельца является примером отражательной туманности (Рисунок А.7).

1.4.3 Темные туманности

Темная туманность возникает из-за перекрытия света от объектов, расположенных за нею. Это облако межзвёздной пыли. По составу она практически идентична предыдущей отражающей туманности, отличается лишь расположением источника света. Это тип межзвёздного облака, настолько плотного, что оно поглощает видимый свет, исходящий от эмиссионных или отражательных туманностей. Поглощают свет частицы межзвёздной пыли, находящиеся в наиболее холодных и плотных частях молекулярных облаков. Такие облака обладают очень

неправильной формой: у них нет чётко очерченных границ, иногда они приобретают закрученные змеевидные образы. Во внутренних частях тёмных туманностей часто протекают активные процессы: например, рождение звёзд.

Наблюдая Млечный путь зимой (с погодой больше везет зимой, да и ночь длиннее), можно увидеть темные волокна на Млечном Пути даже невооружённым глазом.

Как правило, тёмная туманность наблюдается вместе с отражательной или диффузной [6]. Отличный пример «Конская голова» в созвездии Орион (Рисунок А.8). Это темная область пыли в форме головы лошади, которая блокирует свет от намного большей эмиссионной туманности, расположенной позади нее.

ГЛАВА 2. Практическая часть

2.1. Вероятность негативного воздействия туманностей на Землю

Я посмотрел по программе STELLARIUM, что галактические туманности наблюдаются преимущественно в полосе Млечного Пути. Самой близкой к нам туманностью является планетарная туманность «Улитка» в созвездии Водолей (и это 650 световых лет от Солнца!). А есть еще и внегалактические туманности, например, эмиссионная туманность «Гарантул» в созвездии Золотая рыба принадлежит Большому Магеллановому Облаку. Несмотря на громадные расстояния до туманностей, твердо бытует мнение, что излучение от них может принести вред нашей Земле. Конечно, в первую очередь думаешь о взрывах сверхновых (самое мощное излучение).

Вот какую информацию я нашел. Если взрыв такой звезды произойдет в радиусе 350 световых лет от Земли, то наша планета «почувствует» это. Потoki ультрафиолетового, рентгеновского и гамма-излучения повредят озоновый слой. В нем образуются дыры, которые не затянутся десятилетиями. Жесткие ультрафиолетовые лучи истребят планктон — основу пищевой цепи в Мировом океане. Начнется массовое вымирание животных, питавшихся им. Затем погибнут хищники, оставшиеся без добычи. Под действием космических лучей в верхних слоях атмосферы резко возрастет содержание диоксида азота. Мельчайшие капельки этого газа образуют туман, который окутает нашу планету и охладит ее атмосферу. Подсчитано, что при

взрыве сверхновой звезды, находящейся на расстоянии ста световых лет от Земли, количество озона в стратосфере нашей планеты сократится в три раза [20]. Если же сверхновая звезда взорвется всего в десяти световых годах от Земли, то весь озоновый слой исчезнет.

Насколько велика такая опасность? В нашей Галактике вспышки сверхновых наблюдаются в среднем раз в 30 — 100 лет. Однако, в последние несколько тысяч лет не отмечалось какой-либо катастрофической опасности. Большинство сверхновых звезд располагалось так далеко от Солнечной системы, что люди даже не замечали их “страшных” взрывов. Есть упоминание в хрониках о звезде, вспыхнувшей в 1054 году (Крабовидная туманность). В непосредственной близости от нас, то есть на расстоянии всего нескольких десятков световых лет (это расстояние считается критическим), взрыв сверхновой звезды наблюдается лишь раз в пару сотен миллионов лет.

По оценкам ученых [21], со времени зарождения жизни на нашей планете, то есть за последние три миллиарда лет, в окрестностях Солнечной системы несколько раз взрывались сверхновые звезды. Можно предположить, что эти космические катастрофы заметно повлияли на эволюцию жизни на Земле. Некоторые астрономы [22] говорят, что ближайший взрыв сверхновой произойдет в созвездии Киля (звезда Eta Carinae). Она находится на расстоянии 7500 световых лет от Земли. Ее масса в сотни раз превышает массу Солнца. Другие [23] утверждают, что это будет Бетельгейзе из созвездия Орион. Расстояние до звезды составляет, по разным оценкам, от 495 до 640 световых лет. Масса Бетельгейзе составляет приблизительно 13-17 солнечных масс. Однако, эти звезды находятся на очень большом расстоянии от Земли, и их влияние будет незначительным. Но, если один из полюсов звезды указывает на Землю, будут более ощутимые воздействия [24]. На Землю будет направлен поток гамма-лучей и других космических частиц. Будут наблюдаться сильные полярные сияния и возможно ощутимое уменьшение количества озона в озоновом слое с последующим неблагоприятным воздействием на жизнь на планете. В случае такой ориентации по отношению к солнечной системе вспышка также будет во много раз ярче, чем, если ось звезды направлена в сторону от нас.

Я решил посмотреть, есть ли среди ближайших звезд готовые взорваться в будущем как сверхновые. Данные занесены в таблицу, которая наглядно показывает результаты исследования (Таблица В.1). Для анализа я рассмотрел группу ближайших звезд, находящихся на расстоянии до 39 световых лет от Солнца. Это самые близкие, от которых может исходить угроза «конца света». Я рассмотрел 106 ближайших звезд.

По имеющимся справочным данным [25,26,27,28] я узнал их температуру, массу и спектральный класс, что было занесено в таблицу. Показал соответствие спектра и цвета. В столбце "масса" голубым цветом выделены звезды, превышающие массу Солнца. Их оказалось всего 14. И самая массивная (Сириус А) всего в 2 раза больше Солнца по массе. Существуют также 4 звезды, которые уже закончили свой жизненный путь на стадии белых карликов (Сириус В и Процион В, Звезда ван Маанена, GJ 440).

Проанализировав зависимость времени жизни звезды (время горения водорода) от массы и спектрального класса [31,32] и узнав возраст звезд (к сожалению, не обо всех звездах есть такая информация [33]), я определил, сколько лет осталось жить каждой звезде. Для этого из времени полной жизни вычел возраст звезды.

Рассмотрим для примера Процион А.

Есть зависимость времени полной жизни звезды от массы (Рисунок Б.1). По ней я определил, сколько должна жить эта звезда. Масса – 1,5 массы Солнца, значит, это 6 млрд лет. Из справочников узнал возраст 1,7 млрд лет, из 6 млрд вычел 1,7 млрд. Так я определил, что Проциону А осталось жить 4 млрд 300 лет.. И так для каждой звезды.

Из данной таблицы видно, что большинство из рассматриваемых звезд это слабые красные и коричневые карлики с массой от 0,01 до 0,8 массы Солнца. Такие звезды живут очень долго и «умирают» тихо без взрывов.

Для тех звезд класса М и Т, у которых не удалось найти данные о возрасте, можно применить такое рассуждение. Возраст нашей Галактики примерно 13,8 миллиарда лет [32]. Даже если взять возраст маломассивных звезд за возраст Галактики, то жить им еще очень долго (не менее 100 млрд – 13,6 млрд лет - 86,4 млрд лет). Угроза человечеству от смерти такой звезды неправдоподобна. Для тех классов звезд, для которых отсутствуют данные в опорной таблице по зависимости продолжительности

существования от спектрального класса [31,32], мы брали промежуточные значения. Их точность не играла роли, так как значения намного больше продолжительности существования Солнца.

Оранжевые звезды класса К тоже живут очень долго (из таблицы видно, что это более 100 млрд лет).

Желтые – небольшие звезды, примерно равные по массе Солнцу, встречаются реже. И самые редко встречающиеся – это желтовато-белые и белые звезды, с массой немного более массы Солнца [28] (В.2 Рисунок). Так, теоретически, примерно через 150 млн. лет может сбросить оболочку звезда Сириус А из созвездия Большого Пса. Но масса этой звезды не достаточна для вспышки сверхновой. А дальше двум белым карликам (один – Сириус В, другой получится из Сириуса А) понадобится не менее 10 млрд лет, чтобы превратиться в сверхновую 1 типа. В ближайшем окружении также имеются 2 белых карлика в системах двойных звезд. Может быть, когда-нибудь за время по крайней мере более 2 миллиардов лет они смогут вспыхнуть сверхновыми звездами.

Проанализировав таблицу, я определил, что вспышки ближайших звезд могут произойти только при взаимодействии белых карликов, а это очень длительный процесс.

2.2. Создание атласа туманностей

В целях популяризации астрономии среди населения и необходимости просвещения людей, учитывая интерес к различным объектам космоса, мы считаем необходимым создать специальный атлас. В нем расположены туманности по их типам. Этим атласом мы хотим познакомить с далекими объектами космоса, дать минимальные сведения о туманностях: обозначить созвездия, в которых находятся туманности; определить их расстояние до Земли; кратко описать химический состав и объяснить цвет туманностей.

Данный атлас может быть использован в качестве учебного пособия на уроках астрономии и окружающего мира в общеобразовательных школах и любительских кружках, для расширения кругозора широкого круга людей. (Приложение Г)

Заключение

Нам выпало жить во Вселенной, полной молодых звёзд. Всем им предстоит пройти несколько этапов звёздной эволюции — сжечь водород в своих недрах и взорваться, сбросив свою оболочку, или медленно остыть. Когда мир станет в тысячу раз старше, чем сейчас, на месте когда-то ярких светил появятся загадочные чёрные карлики или чёрные дыры, а некоторым звёздам суждено просто рассеяться в космической пустоте. Во Вселенной, хотя и в разное время и в разных местах, происходит как процесс образования звезд из туманностей, так и наоборот, образование новых туманностей за счет звезд. Это круговорот вещества во Вселенной; вечное зарождение одних миров и гибель других.

В ходе исследования нами были проанализированы литературные источники и изучены причины возникновения и механизмы образования туманностей, а также составлена Таблица В.2 и атлас этих небесных объектов.

Мы считаем, что цель работы (познакомиться с понятием «туманность», структурировать ближайшие и самые известные туманности в таблице и выяснить причины их возникновения) достигнута. Гипотеза оказалась верна. Разнообразие туманностей велико. Однако, часто в одном и том же месте встречаются туманности сразу нескольких типов.

Чтобы определить, грозит ли человечеству опасность, исходящая от ближайших звезд, я рассмотрел группу звезд, находящихся на расстоянии до 39 световых лет от Солнца. Составив таблицу характеристик этих звезд и проанализировав время их жизни в зависимости от массы и спектрального класса, я определил, что вспышка сверхновой не будет угрожать людям, по крайней мере, в ближайшие два миллиарда лет. Это в радиусе, достаточном для полного уничтожения озонового слоя. Далее я планирую рассмотреть звезды, находящиеся на расстоянии до 100 световых лет от Солнца (их влияние будет менее жестким).

Литература

1. Азимов А. Звезды второго поколения. Взрывающиеся солнца. Тайны сверхновых. [Электронный ресурс] – URL: <https://librolife.ru/g4405991>

2. Воронцов – Вельяминов Планетарные туманности [Электронный ресурс] - URL: 12apr.su/books/item/f00/s00/z0000014/st120.shtml

3. Астрономия. Энциклопедия для детей. Том 8 [Текст] - М.: «Аванта + », 2004.- 680 с.

4.Евтушенко С. 10 наиболее уникальных туманностей [Электронный ресурс] – URL: <https://www.popmech.ru/science/219561-10-naibolee-unikalnykh-tumannostey>

5. Сафонова Е. Что такое туманности и почему они так красивы? [Электронный ресурс] – URL: <https://pgbooks.ru/archive/blog/cosmoblog/tumannosti-raznye-veshchi-pod-odnim-nazvaniem/>

6. Туманность: описание, типы, список с фото Хаббла [Электронные ресурсы] – URL: <https://v-kosmose.com/tumannosti/>

7. Шкловский И.С. Звезды: их рождение, жизнь и смерть [Текст]/ И.С.Шкловский. – М.: Наука. Главная редакция физико – математической литературы, 1984 г. – 384с.

8. Типы туманностей [Электронный ресурс] <https://v-kosmose.com/tumannosti/>

9. Отражательная туманность [Электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki>

10. Спектральные классы звезд [Электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki>

11. Туманности, их виды [Электронный ресурс] <http://dsastro.ru/>

12. Космические катастрофы [электронный ресурс] <http://www.vokrugsveta.com /S4/nebesa/space.htm>

13. Эта Киля: краткая история взрывающейся звезды [электронный ресурс] <http://www.biguniverse.ru/posts/zvezda-e-ta-kilya/>

14. Тайны Вселенной. Детская энциклопедия. [Текст] - М.: Махаон, 2011.- 123 с.

Журналы

16. Бетельгейзе [электронный ресурс] <http://ru.wikipedia.org/>

17. Сурдин, В.Г. Астрономия Век 21[Текст]- Фрязино: Век-2, 2007.-608с

18. Список ближайших звезд [электронный ресурс] <http://ru.wikipedia.org>

19. Астронет > Ближайшие звезды [электронный ресурс]
www.astronet.ru/db/msg
20. Космические катастрофы [электронный ресурс] <http://www.vokrugsveta.com/S4/nebesa/space.htm>
21. Враждебный космос [Текст]: / Популярная механика: науч.-попул.журн., 2010 сен-тябрь - с.31-46
22. Эта Киля: краткая история взрывающейся звезды [электронный ресурс]
<http://www.biguniverse.ru/posts/zvezda-e-ta-kilya/>
23. Бетельгейзе сбрасывает оболочку [Текст]: / Вселенная. Пространство. Время: науч.-попул.журн., 2011, июль.-с.23
24. Сверхновая в БМО [Текст]: / Вселенная. Пространство. Время: науч.-попул.журн.,- № 2007 апрель – с.16-17
25. Составлена новая карта «жилой зоны» Галактики [Текст]: / Вселенная. Пространство. Время: науч.-попул.журн., 2011 август.-с.32-33
26. Тысячу лет назад в созвездии Центавра [Текст]: / Вселенная. Пространство. Время: науч.-попул.журн., 2006 май- С.22
27. Hubble «взвесил» ближайшую сверхплотную звезду [Текст]: / Вселенная. Пространство. Время., 2006 январь.- с. 17
- Электронные ресурсы
28. Смерть звезд [электронный ресурс] http://www.astronet.ru/db/msg/1177040/chapter_7_09.html
29. Сурдин, В.Г. Астрономия Век 21[Текст]- Фрязино: Век-2, 2007.-608с
30. Возраст ближайших звезд звезды [электронный ресурс]
<http://ru.wikipedia.org/wiki/>
31. Бакулин, П.И., Кононович, Э.В., Мороз, В.И. Курс общей астрономии [Текст]- М.: Наука, 1998.-600 с
32. Осипов, С. Тайны Солнца [Текст]: / Вселенная. Пространство. Время: науч.-попул. журн., 2011 сентябрь. – с.16-20

Приложение А.

Рисунок А.1 Туманность Орла



Рисунок А.2. Туманность Ориона



Рисунок А.3 Проксима Центавра



Рисунок А.4 Планетарная туманность Кольцо

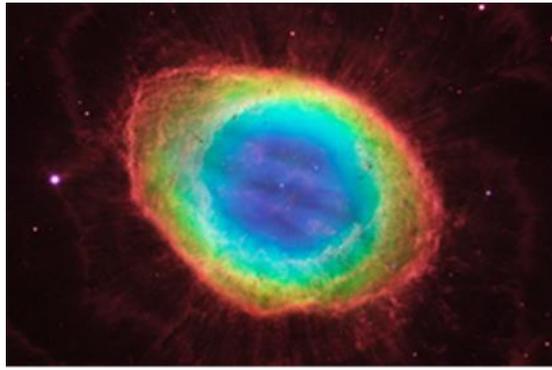


Рисунок А.5 Крабовидная туманность

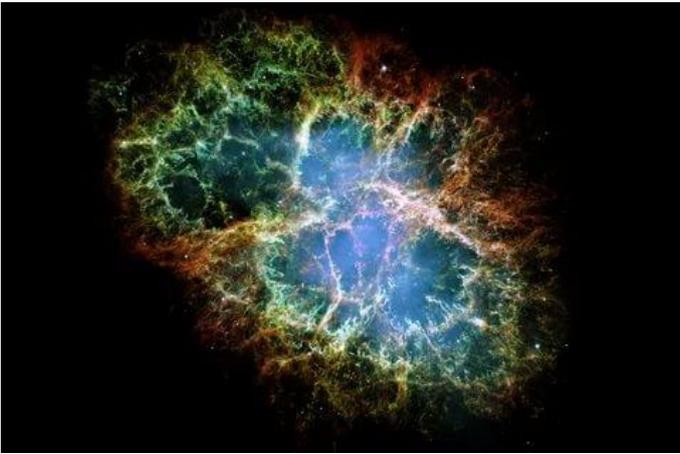


Рисунок А.6 Туманность в скоплении Плеяд



Рисунок А.7

Рисунок А.8 Туманность

Трехраздельная Туманность



«Конская голова»



Приложение Б

Рисунок Б.1 Расположение туманностей вдоль плоскости Млечного Пути

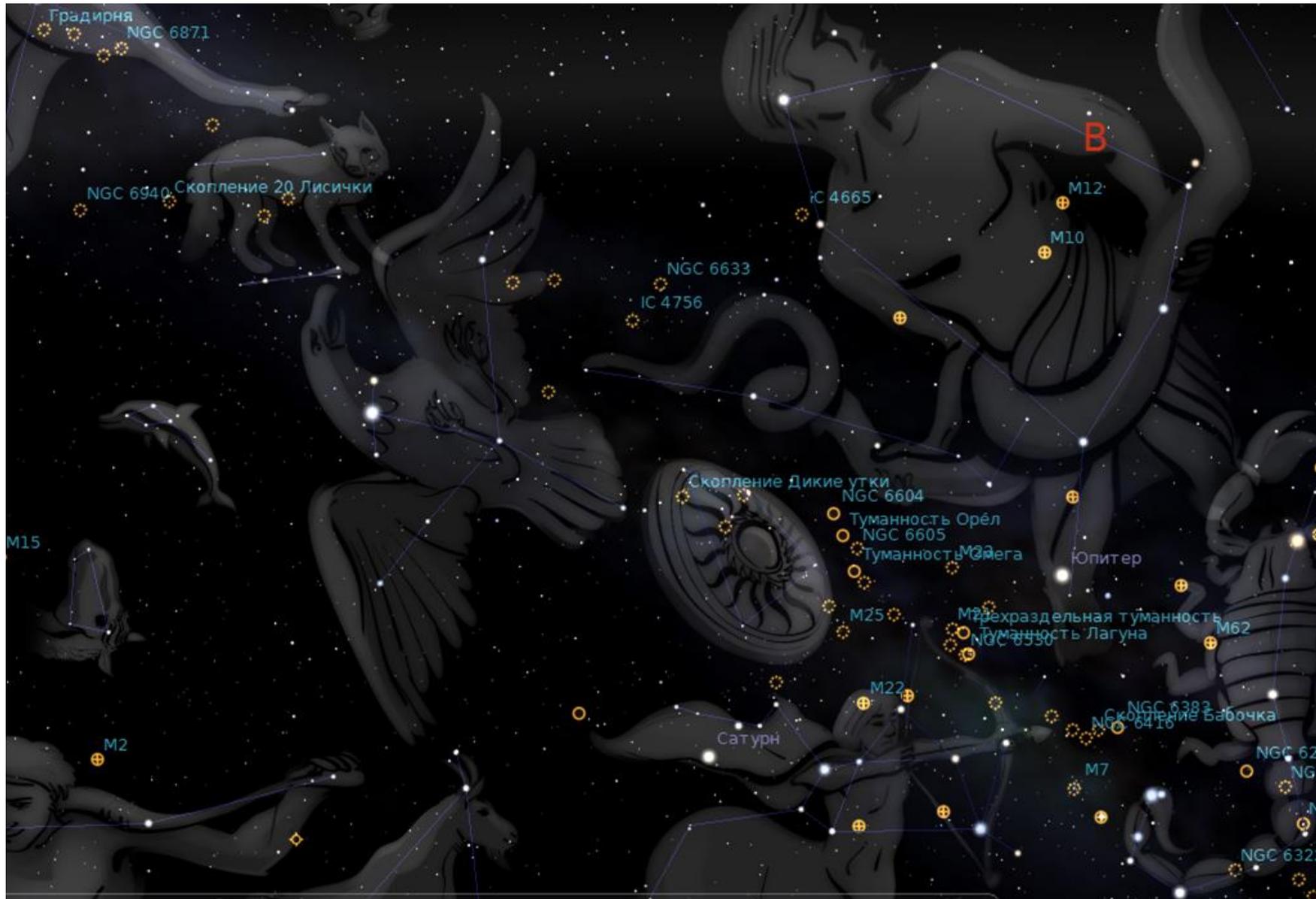


Рисунок Б.2 Зависимость продолжительности жизни звезд от светимости и температуры на поверхности

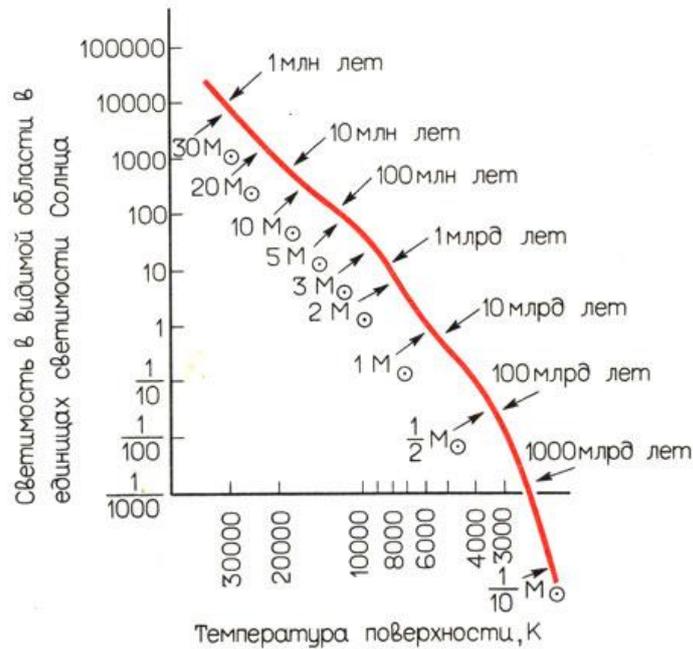


Рисунок Б.3 Зависимость продолжительности жизни звезд от светимости и температуры на поверхности

Спектральный класс	Масса ($M_{\text{Солнца}}=1$)	Светимость ($L_{\text{Солнца}}=1$)	Температура	Время полной жизни, млн лет
O5	40	240000	43700	4.3
B0	15	20000	31000	12
B5	4	240	14900	165
A0	2,2	25	9200	1000
A5	1,8	10	8000	1700
F0	1,5	4,0	7200	2700
F5	1,3	2,0	6400	5000
G0	1,02	1,2	6200	9500
G2*	1,00	1,0	6000	11000
G5	0,91	0,4	5300	15500
K0	0,74	0,35	5100	19000
K5	0,8	0,1	4800	23000

Приложение В. Таблица В.1 Результаты исследования

Звездная система	Звезда	Расстояние, св. лет, приблизительно	Спектральный класс	Температура, К	Масса, М Солнца	Возраст, световых лет	Время полной жизни, световых лет	Остаток жизни, световых лет	Абсолютная звёздная величина
Солнечная система	Солнце	8 свет. мин.	G2	5778	1	4 млрд. 570 млн.	9 млрд.	4 млрд. 430 млн.	4,83
α Центавра	Проксима Центавра	4	M5	3042	0.1	4 млрд. 850 млн.	220 млрд.	215 млрд. 150 млн.	15,49
	α Центавра А	4	G2	5790	1.1	6 млрд.	9 млрд.	3 млрд.	4,38
	α Центавра В		G	5260	0.9				5,71
Звезда Барнарда	Звезда Барнарда	6	M4	3134	0.2	10 млрд.	150 млрд.	140 млрд.	13,26
Вольф 359	Вольф 359	8	M6,5	3500	0.1	10 млрд.	220 млрд.	210 млрд.	16,64
Лаланд 21185	Лаланд 21185	8	M2	3400	0.5	10 млрд.	115 млрд.	105 млрд.	10,46
Сириус	Сириус А	9	A1	9940	2	225-250 млн.	400 млн.л	150 млн.	1,42
	Сириус В		B	25000	1		30 млн.	белый карлик	11,33

Лейтен 726-8	Лейтен 726-8 А	9	M5	2670	0.1	30 млн.		12,54	
	лейтен 726-8 В		M6,5	2600	0.01			12,99	
Росс 154	Росс 154	9	M3,5	3105	0.2	1 млрд.	220 млрд.	219 млрд.	13,07
Росс 248	Росс 248	10	M5,5	3500	0.4	5 млрд.	85 млрд.	80 млрд.	14,19
WISEPC J150649.97+70 2736.0	WISEPC	10.1	T6						
е Эридана	е Эридана	10	G	5100	0.9	500 млн.	11 млрд.	10 млрд. 500 млн.	
Лакайль 9352	Лакаль 9352	11	M1,5	3340	0.5		115 млрд.		9,75
Росс 128	Росс 128	11	M4	3180	0.15		800 млрд.		12,85
EZ Водолея	EZ Водолея А	11	M5	2000	0.11		220 млрд.		15,64
	EZ Водолея В		M	3500	0.11		220 млрд.		15,58
	EZ Водолея С		M	2650	0.1		30 млн.		16,34
Процион	Процион А	11	F5	6650	1.5	1 млрд. 700	6 млрд.	4 млрд. 300 млн.	2,65
	Процион В		A	9700	0.6	млн.	400 млн.	белый карлик	13,04
61 Лебедя	61 Лебедя А	11	K5	4640	0.7	10 млрд.	23 млрд	13-16 млрд	7,48
	61 Лебедя В		K7	4440	0.6		26 млрд		8,33
Струве 2398	Струве 2398 А	11	M3	3680	0.36	100 млрд.		11,20	
	Струве 2398 В		M3,5	3662	0.3			11,96	
Грумбридж34	Грумбридж 34 А	11.6	M1		0.4		100 млрд.		10,33

	Грумбридж 34 В	11,6	M3		0.2		23 млрд.		11,06
е Индейца	е Индейца А	12	K5	4680	0.8	1 млрд. 300 млн.	23млрд.	21 млрд. 700 млн.	6,88
	е индейца Ва		T1	1280	0.2		23млрд.	21 млрд.700 млн.	6,88
	е Индейца Вв		T6	850	0.25		23млрд.	21 млрд.700 млн.	6,88
DX Рака	DX Рака	12	M6,5				100 млрд.		16,99
тау Кита	тау Кита	12	G8	5380	0.8	5 млрд. 800 млн.	17 млрд.	11 млрд. 200 млн.	5,69
GJ 1061	GJ 1061	12	M5,5		0.1		220 млрд.		15,26
YZ Кита	YZ Кита	12	M4,5		0.1		220 млрд.		12,8
Звезда Лейтена	звезда Лейтена	12	M3,5		0.2		150 млрд.		11,42
Звезда Тигардени	звезда Тигардени	12	M6,5	2000-3500	0.1		150 млрд.		17,2
Звезда Каптейна	Звезда Каптейна	12	M1,5V	3800	0.4		SRtg		10,87
Лакайль 8760	Лакайль 8760	12,9	MOV	3340	0.6	4 млрд.	26 млрд.	22 млрд	8,69
Крюгер 60	Крюгер 60 А	13	M3V	3180	0.2		150 млрд.		11,76
	Крюгер 60 В	13	M4V	2890	0.17		200 млрд.		13,38
Росс 614	Росс 614А	13,3	M4,5V						13,09
	Росс 614В	13,3	M5,5V						16,17

Вольф 1061	Вольф 1061	13,8	M3V	3360	0.26		100 млрд.		11,93
Звезда ван Маанена	Звезда ван Маанена	14	DZ7		0.7		20 млрд. лет	белый карлик	14,21
Глизе 1	Глизе 1	14,2	M3V		0.48		90 млрд. лет		10,35
Вольф 424	Вольф 424 А	14,3	M5,5Ve		0.14		800 млрд.		14,97
	Вольф 424 В	14,3	M7Ve						14,96
TZ Овна	TZ Овна	14,5	M4,5V		0.14		800 млрд.		14,03
Глизе 687	Глизе 687	14,8	M3V	3095	0.4		100 млрд.		10,89
LHS 292	LHS 292	14,8	M6,5V	2650	0.08		30 млн.		17,32
Глизе 674	Глизе 674	14,8	M3V	3600	0.35	900 млн. лет	115 млрд.	114.1 млрд.	11,09
GJ 1245	GJ 1245 А	14,8	M5,5V						15,17
	GJ 1245 В	14,8	M6V						15,72
	GJ 1245 С	14,8	M5,5V						18,46
GJ 440	GJ 440	15	DQ6 B4-B9	7500	0.72	1.44 млрд.	20 млрд. лет	белый карлик	13,18
GJ 1002	GJ 1002	15,3	M5,5V						15,40
Глизе 876	Глизе 876	15,3	M3,5V	3480	0.33	919 млн. лет	115 млрд.	114 млрд. 81 млн.	11,81
LHS 288	LHS 288	15,6	M5,5V						15,51
GJ 412	GJ 412 А	15,8	M1V	3687	0.5		110 млрд.		10,43
	GJ 412 В	15,8	M5,5V	2700	0.1		150 млрд.		16,05

Грумбридж 1618	Грумбридж 1618	15,8	K7V	3970	0.67	660 млн. лет	115 млрд.	114 млрд. 340 млн .лет	8,16
GJ 388	GJ 388	15,9	M3V	3380	0.39	275 млн. лет	115 млрд.	114 млрд.725 млн	10,85
GJ 832	GJ 832	16	M3V	3620	0.4		90 млрд.		10,20
LP 944-20	LP 944-20	16,1	M9V	2300	0.5	500 млн. лет	115 млрд.	114.5 млрд.	20,02
GJ 682	GJ 682	16,3	M4,5V	3190	0.27		100 млрд.		12,45
Альтаир	Альтаир	17	A7 IV-V	8000	1.7	1 млрд. лет	5 млрд. лет	4 млрд. лет	2,22
АС+79 3888	АС+79 3888	17,5	M3,5VD	3260	0.23		100 млрд.		12,2
Сигма Дракона	Сигма Дракона	18,7	K0V	5299	0.87	3.3 млрд. лет	23 млрд. лет	19.7 млрд. лет	5,89
Глизе 229	Глизе 229	18,8	M1	3600	0.56	3 млрд. лет	115 млрд.	112 млрд. лет	9,65
GJ 300	GJ 300	19,2	M3,5V		0.17		800 млрд.		13,22
Глизе 783	Глизе 783 А	19,7	K2V	4900	0.83	10 млрд. лет	23 млрд. лет	13 млрд. лет	6,40
	Глизе 783 В	19,6	M3,5V	3000	0.20	10 млрд. лет	150 млрд.	140 млрд. лет	12,6
Дельта Павлина	δ Павлина	19,91	G7IV	5560	0.98	2 млрд. лет	10 млрд. лет	8 млрд. лет	4,62
GJ 3323	GJ 3323	20,7	M4,0V		0.15				
Глизе 892	Глизе 892	21	K3 V	4380	0.81	11.4 млрд.	17 млрд. лет	6.6 млрд. лет	6,57
ЕЕ Льва	ЕЕ Льва	22,2	M5,0V	3038	0.26	300 млн. лет	150 млрд.	149.7 млрд. лет	12,51
HR 753	HR 753 А	23,6	K3V	4400	0.81	6.8 млрд.	17 млрд.	10.2 млрд.	6,49
	HR 753 В	23,8	M3,5V	4400	0.21	4.6 млрд.	150 млрд.	145.4 млрд.	11,66

	HR 753 C	23,8	M7V	4000	0.08	20 млн. лет	100 млн. лет	80 млн. лет	16,9
HD 4628	HD 4628	24.1	K2V	4550	0.8	2.6 млрд. лет	12 млрд. лет	9.4 млрд. лет	6,63
107 Рыб	107 Рыб	24,4	K1V	5200	0.83	1.5 млрд. лет	13 млрд. лет	12.5 млрд. лет	5,87
Мю Кассиопеи	Мю Кассиопеи А	24,5	G5Vip	5290	0.60	7.9 млрд. лет	11 млрд.	3.1 млрд. лет	5,78
	Мю Кассиопеи В	24,6	M5V	5290	0.17	7.9 млрд. лет	140 млрд.	132.1 млрд. лет	11,6
TW Южной Рыбы	TW Южной Рыбы	24,9	K4VC	4780	0.81	200 млн. лет	12 млрд. лет	11.8 млрд. лет	7
Фомальгаут	Фомальгаут	25	A3V	8500	0.92	2 млрд. лет	10 млрд. лет	8 млрд. лет	1,73
ρ Эридана	ρ Эридана	26,3	K2V	2500	0.88	4 млрд. лет	13 млрд. лет	9 млрд. лет	6,25
61 Девы	61 Девы	27,8	G5—6V	5604	0.96	6.6 млрд. лет	10 млрд. лет	3.4 млрд. лет	5,07
Дзета Тукан	ζ Тукана	28	F9V	6200	0.98	2.1 млрд. лет	10 млрд. лет	7.9 млрд. лет	4,56
HR 1614	HR 1614	28,8	K3V	4614	0.84	2 млрд. лет	17 млрд. лет	15 млрд. лет	6,49
Рана	Рана	29	K0IV	5075	1.2	7.5 млрд. лет	9 млрд. лет	1.5 млрд. лет	3,75
κ^1 Кита	κ^1 Кита	29,9	G5V	5690	0.9	800 млн. лет	11 млрд. лет	10.2 млрд. лет	5,03
β Волос Вероники	β Волос Вероники	30	G0V	6000	1.05	3.2 млрд. лет	9 млрд. лет	5.7 млрд. лет	4,45
HR 4523	HR 4523 А	30,1	G5 V	5643	0.6	9 млрд. лет	26 млрд. лет	17 млрд. лет	4,89
	HR 4523 В	30,3	M V	4300	0.07	9 млрд. лет	800 млрд.	792 млрд. лет	15
12 Змееносца	12 Змееносца	31,1	K0V _k	5300	0.9	2.9 млрд.	11 млрд. лет	8.1 млрд. лет	6,57
Альфа Столовой Горы	α Столовой Горы	33,1	G7V	5560	0.87	10 млрд. лет	20 млрд. лет	10 млрд. лет	5,81

GJ 649	GJ 649	33,7	M1,5V	3700	0.54		110 млрд.		9,6
ζ Геркулеса	ζ Геркулеса А	35,2	G0IV	5780	1.5	4.9 млрд. лет	6 млрд. лет	1.1 млрд. лет	2,67
	ζ Геркулеса В	35,2	G7V	5420	0.8	4.9 млрд. лет	13 млрд. лет	9.1 млрд. лет	5,57
Гамма Змеи	γ Змеи	36,3	F6IV	6280	1.3	3 млрд. лет	7 млрд. лет	4 млрд. лет	3,54
Арктур	Арктур	36,7	K1,5IIIpe	4300	1.5	4.6 млрд. лет	6 млрд. лет	1.4 млрд. лет	- 0.38
Эта Волопаса	Эта Волопаса	37	G0 IV	6100	1.9	2.7 млрд. лет	6 млрд. лет	3.3 млрд. лет	2.38
Дзета Золотой Рыбы	ζ Золотой Рыбы	38	F9VFe-05	2580	1.22	3.5 млрд. лет	8 млрд. лет	4.4 млрд. лет	4,36
Дзэ́та Сэ́тки	ζ Сетки А	39	G2.5V	3700	0.93	5 млрд. лет	9млрд. лет	4 млрд. лет	5,12
	ζ Сетки В	39	G1 V	3700	1	5 млрд. лет	9 млрд. лет	4 млрд. лет	4,83

Таблица В.2: Типы туманностей и их характеристика

Название туманности, ее тип	Возраст туманности	Расстояние туманности до Земли	Химический состав туманности	Форма туманности	Общая информация
Туманность в созвездии Ориона (M42), эмиссионная.	3002000 лет	1344 световых года	Состоит из светящегося газа и пыли. Красное свечение обусловлено ионизированным водородом. Глубоко в туманности расположена плотная группа из 4 самых ярких звезд.	33 световых года в поперечнике. Туманность состоит из нескольких частей, каждая из которых получила персональное название. Яркие участки по бокам – Крылья, а темная линия с севера к светлой области – Рот рыбы. На юге заметно расширение крыла – Меч, а более слабое на западе – Парус.	Была открыта в 1610г. французским астрономом Николя-Клодом Фабри де Перейском
«Тарантул» (NGC 2070) в созвездии Золотая рыба, эмиссионная.	Возраст скопления 20 – 25 миллионов лет.	160000 световых лет Туманность принадлежит Большому Магеллановому Облаку.	Обширная область ионизированного водорода. Звездные фотоны ионизируют водородный газ.	Простирается на 600 световых лет. Свое название получила из-за черных пятен, которые формируют образ паукообразного.	Вмещает в себя 800000 звезд и протозвезд. Синие молодые сверхгиганты выступают главными источниками света. Туманность опережает остальные по количеству создаваемых звезд (сотни тысяч). Состоит в основном из молодых звезд, возраст которых едва составляет 2 миллиона лет.

<p>«Голова ведьмы» в созвездии Эридан (IC 2118), отражательная</p>		<p>900 световых лет от Земли</p>	<p>Туманность состоит из газа и мелкой углеродной пыли. Оттенки синего цвета объясняются тем, что Ригель излучает в основном в синей области спектра и тем, что пылинки рассеивают голубой свет эффективнее, чем красный.</p>	<p>Эта отражательная туманность связана с яркой звездой Ригель в созвездии Ориона. Она светит в основном за счёт излучения звезды Ригель, расположенной за верхним правым краем изображения. Простирается на 50 световых лет.</p>	<p>По предположениям ученых, это древний остаток сверхновой туманности, которая освещается соседней звездой Ригель. В 1909 году эту туманность нашел Макс Вольф.</p>
<p>Туманность M20 в Стрельце, трехдольная диффузная</p>	<p>300000 лет</p>	<p>5200 световых лет</p>	<p>Представляет собою облака раскаленного водорода в газообразном состоянии, на территории которых появляются новые звезды. Отражательные туманности (изображаются в синем цвете) представлены облаками межзвездной пыли. В них также заметны регионы с рождением звезд, но они не создают своего света, а просто</p>	<p>Название туманности означает «разделенная на три лепестка». Туманность как бы разорвана темным провалом яркости на двое. Потом видна темная перекладинка над главным разрывом, темная линия приобретает Т-образную форму. Темные линии делят туманность на 4 части, а к северу-востоку от главной туманности расположилась еще одна более тусклая.</p>	<p>Открыта Шарлем Месье в 1764 году. Ее диаметр - 40 световых лет.</p>

			отбивают сияние окружающих звезд.		
«Конская голова» темная туманность в созвездии Ориона (Барнард 33)		1500 световых лет	Закрученные газовые облака и темная пыль . Красное свечение – ионизация водородных облаков, которые находятся за туманностью, под действием излучения от ближайшей яркой звезды. Темный фон туманности возникает за счет поглощения света плотным слоем пыли.	По форме напоминает голову и шею лошади.	Находится внутри эмиссионной туманности IC 434. Открыта в 1888 году Вильямином Флемингом. Яркие пятна в основании туманности – это молодые звезды, которые находятся в процессе формирования.
«Угольный мешок» (C99) в созвездии Южный крест, темная.		600 световых лет	Непрозрачное межзвездное пылевое облако, закрывающее видимый свет фоновых звезд. Свечение на заднем плане пробивается в виде небольшой красной туманности, потому что пыль поглощается и рассеивает синий цвет намного легче.	Форма туманности иррегулярная (неправильная).	В 1499 году туманность заметил Висенте Яньес Пинсон, плавающий в Южную Америку.

<p>«Кошачий глаз» в созвездии Дракон (NGC 6543), планетарная</p>	<p>Около 1000 лет (это верхний предел возраста). Внешние пиковидные части имеют возраст 1600 лет. Они образовались из вещества, выброшенного звездой еще до образования самой туманности.</p>	<p>3300 световых лет.</p>	<p>Главные составляющие – водород и гелий. Содержание кислорода, углерода и азота выше, чем у нашего Солнца.</p>	<p>Внутренний пузырь туманности – горячий газ – результат взаимодействия мощного звездного ветра с материалом, который был исторгнут ранее. За яркой областью туманности ряд концентрических колец (11 или больше), которые расположены равномерно за чертой центральной области.</p>	<p>Обнаружена туманность 15 февраля 1786 года Уильямом Гершелем. Изначально масса звезды была в 5 раз больше и в 10000 ярче солнечной.</p>
<p>«Улитка» в созвездии Водолей (NGC 7293), планетарная.</p>	<p>10600 лет (взрыв красного гиганта)</p>	<p>650 световых лет от Солнца. Самая близкая к Земле планетарная туманность.</p>	<p>Зеленоватое облако. Красноватый круг – это пылевой диск, окружающий белый карлик. Синий цвет излучаемый кислородом, а красный цвет излучает водород.</p>	<p>Кольцеобразная форма. Внешнее кольцо несколько сплюснуто с одной стороны (из-за столкновения его материи с окружающей межзвездной средой). Геометрическая симметрия.</p>	<p>Открыта в 1824 году Карлом Людвигом Хардингом. Происхождение туманности связывают с соударениями комет и астероидов, сошедших со своих стабильных орбит.</p>
<p>Крабовидная туманность (M1) в созвездии Тельца. Остаток взрыва сверхновой 4 июля 1054 года.</p>	<p>Около 900 лет.</p>	<p>Около 6500 световых лет.</p>	<p>Состоит из водорода с примесью гелия, азота, кислорода, неона, серы.</p>	<p>Продолговатое диффузное пятно. Оболочка имеет вид достаточно правильного эллипсоида вращения.</p>	<p>Открыта Джоном Бевисом в 1731 году, переоткрыта Месье в 1758.</p>

Кассиопея А в созвездии Кассиопея	325 лет	11000 световых лет.	Центральная звезда – нейтронная, обладающая углеродной атмосферой. Ее окружают пылевые облака. Нашли фосфор.	Напоминает кольцо материала. В 2015 году ученые создали интерактивную трехмерную карту остатка и выявили примерно полдюжины полостей, напоминающих пузырьки. Эта массивная структура похожа на швейцарский сыр и связана с кольцами обломков, создающих внешнюю оболочку объекта. Два наиболее четких пузыря простираются на 3 и 6 световых лет.	Остаток сверхновой, взорвавшейся 300 лет назад. Масса звезды в 15 – 20 раз превосходила солнечную. Изначальная звезда была красным сверхгигантом с гелиевым центром, потерявшим большую часть водородной оболочки.