

Научно-исследовательская работа

Астрономия

ЗАЩИТА КОСМОНАВТОВ ОТ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Выполнил

Скоробогатова Полина Александровна,

учащаяся 4 класса, МАУ ДО «ДПШ»,

г. Челябинск

Папулова Наталика Владимировна,

научный руководитель,

педагог дополнительного образования

МАУ ДО «ДПШ»,

г. Челябинск

Введение

Человек не останется вечно на Земле, но в погоне за светом и пространством, сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе всё околосолнечное пространство.

К.Э. Циолковский

Космос... Для обычного человека он кажется недостижимым. Но, тем не менее, воздействие его на человека постоянно. По большому счету именно космическое пространство обеспечило те условия на Земле, которые привели к зарождению привычной для нас с вами жизни, а значит и появлению самого человека. Влияние космоса в значительной степени ощутимо и сейчас. «Частицы Вселенной» доходят до нас сквозь защитный слой атмосферы и оказывают воздействие на самочувствие человека, его здоровье, на те процессы, которые протекают в его организме. Это для нас, живущих на Земле, а что говорить о тех, кто осваивает космическое пространство?! Когда я смотрела познавательный мультфильм «ПИН-код. Десять секунд» меня заинтересовало, что такое космическое излучение и каково его влияние на человека?

Объект изучения – космические излучения.

Предмет изучения - воздействие космического излучения на человека и природные явления Земли.

Цель данной работы – понять, что является источником космического излучения, как оно влияет на человека и какие средства защиты существуют на данный момент.

Для достижения поставленной цели необходимо решить **следующие задачи**:

- понять из различных источников информации, что известно про природу космического излучения;

- проанализировать, какие именно объекты сейчас воздействуют на Землю, результаты представить в виде таблицы;
- изучить воздействие космического излучения на человека и окружающую среду;
- рассмотреть возможные средства защиты от космического излучения для космонавтов.

Ученые предполагают, что постоянное космическое излучение как раз и является той причиной, которая ограничивает шансы нахождения на других планетах живых организмов. **Актуальность проблемы** в том, что, не решив, как можно защитить человека от космического излучения, невозможно будет освоить другие миры.

Гипотеза: защитить космонавтов от космической радиации возможно.

1 Что такое космическое излучение?

Существование космических лучей было обнаружено в начале XX века. В настоящее время установлено, что космическое излучение состоит из частиц высоких энергий, летящих в самых различных направлениях. Интенсивность космического излучения в районе Солнечной системы составляет в среднем 2-4 частицы на 1см^2 за 1с. Оно состоит из протонов – 91%; α -частиц – 6,6%; ядер других более тяжелых элементов – менее 1%; электронов – 1,5%; рентгеновских и гамма-лучей космического происхождения; солнечного излучения. Интенсивность космических лучей вблизи магнитных полюсов Земли приблизительно в 1,5 раза больше, чем на экваторе (Рисунок А.1).

Космическое излучение представляет собою ионизирующее излучение, поступающее из бескрайнего космического пространства. Его принято подразделять на:

- Галактическое излучение (оно состоит из атомных ядер, обладающих высокой энергией и практически каждого элемента таблицы Менделеева);
- Излучение хромосферных вспышек на поверхности Солнца, (они содержат в себе протоны разных энергий и излучения исходящие от

радиационных поясов планеты Земля такие как: протоны и электроны) (Рисунок А.2).

От вредоносного воздействия космического излучения любое живое существо, находящееся на Земле надежно защищено магнитным полем и прочной атмосферой Земли. Космические лучи то и дело бомбардируют другие планеты, не имеющие атмосферы. Ученые мужи нашего времени предполагают, что постоянное космическое излучение как раз и является той причиной, которая ограничивает шансы нахождения на других планетах живых организмов.

2 Как возникает космическое излучение от сверхновых?

По современным представлениям главным источником космического излучения высоких энергий являются взрывы сверхновых звезд (Рисунок А.3). Вспышка сверхновой — явление поистине космического масштаба. Фактически, это взрыв колоссальной мощности, в результате которого звезда, которая более чем в восемь раз превышает по массе наше Солнце, переходит в качественно новую форму — нейтронную звезду или черную дыру. При этом внешние слои звезды оказываются выброшенными в пространство. Расширяющаяся оболочка сверхновой как бульдозер сгребает окружающий межзвездный газ. Со временем яркость уменьшается. По прошествии нескольких сотен лет остаток сверхновой представляет собой протяженный слабосветящийся объект - туманность (Рисунок А.4). Стороннему наблюдателю вспышка сверхновой представляется как появление на небосводе новой звезды. Яркость ее в десятки миллиардов раз превосходит яркость обычной звезды типа Солнца. При этом выделяется такая энергия, которая высвечивается Солнцем или другой подобной звездой за 10 миллиардов лет.

Основным фактором воздействия сверхновой на биосферу планеты земного типа являются гамма-лучи. Они могут повлиять на химические реакции в верхних слоях атмосферы Земли, что приведёт к уменьшению

озонового слоя. В свою очередь, это делает биосферу Земли уязвимой для ультрафиолетового излучения и космических лучей.

Я воспользовалась результатами, полученными старшим товарищем, занимающимся в нашем клубе любителей астрономии, Берестовым Максимом, в работе «Сверхновые и жизнь на Земле» [5]. Есть такое определение околоземной сверхновой [4]: это вспышка сверхновой звезды, которая происходит на достаточном расстоянии от Земли, чтобы оказать заметное воздействие на её биосферу. Чтобы определить, грозит ли человечеству опасность, исходящая от ближайших звезд, он рассмотрел группу звезд, находящихся на расстоянии до 40 световых лет от Солнца, и 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. А вклад в фоновое космическое излучение вносят вспышки сверхновых, находящихся на гораздо более далеких расстояниях. Я решила узнать, какие это сверхновые, когда они вспыхнули и как далеко находятся. Составив описание каждой, я результаты своих поисков оформила в таблицу (Таблица А.5).

Согласно оценкам советского астрофизика И.С.Шкловского, в нашей Галактике вспышка сверхновой происходит раз в 300-400 лет [3]. Поэтому за время наблюдательной астрономии мы должны были бы наблюдать 5-7 сверхновых.

Вот какие сверхновые наблюдались за последнее тысячелетие.

3 Какие сверхновые ответственны за космическое излучение

3.1 SN 1006

SN 1006 — сверхновая звезда, вспыхнувшая в 1006 году в созвездии Волк. Сверхновую можно было наблюдать только на юге Центральной и в Южной Европе (к югу от 48° с. ш.). Она находится на расстоянии около 6850 световых лет от нас. Китайские и арабские астрономы оставили полное описание этого события: звезда светила столь ярко, что ночью были хорошо различимы

предметы. Египетский арабский астроном Али ибн Ридван отметил, что звезда была ярче Венеры в 2,5—3 раза [8].

3.2 Остаток Сверхновой SN 1054

Крабовидная туманность в созвездии Тельца является остатком сверхновой SN 1054.

Китайские и арабские астрономы описали ее в 1054 году. Расположена на расстоянии 6500 световых лет от Земли, имеет диаметр в 11 световых лет и расширяется со скоростью около 1500 километров в секунду. Вспышка была видна на протяжении 23 дней невооружённым глазом даже в дневное время. В центре туманности находится пульсар (нейтронная звезда), 28—30 км в диаметре, который испускает излучение от гамма-лучей до радиоволн. Этот пульсар является сильнейшим постоянным источником подобного излучения в нашей Галактике [8].

3.3 Сверхновая 1181 года

Новая звезда 1181 года, широко наблюдавшаяся как в Китае, так и в Японии, была видна в течение 6 месяцев. До нас дошли три китайских записи о новой звезде 1181 года, как от северной (Цзинь), так и от южной (Сон) китайских империй, существовавших в то время, и пять японских. [8]

3.4 Сверхновая 1572 года

По данным принадлежащего NASA орбитального рентгеновского телескопа были получены новые доказательства того, что значительный объем космического излучения, постоянно бомбардирующего Землю, произведен ударной волной, распространяющейся после взрыва сверхновой звезды, который был зарегистрирован еще в 1572 году (Рисунок А.6). Сверхновая вспыхнула в созвездии Кассиопеи на расстоянии 7500 световых лет от Солнечной системы (что гораздо дальше опасного для Земли расстояния). Максимальная видимая звёздная величина достигла яркости Венеры. Эту яркую звезду наблюдал датчанин Тихо Браге, лучший астроном-наблюдатель дотелескопической эпохи. Книга, написанная Браге по следам этого события,

имела колоссальное мировоззренческое значение, ведь в ту пору считалось, что звезды неизменны. Уже в наше время астрономы долго охотились за этой туманностью при помощи телескопов. Судя по наблюдениям рентгеновской обсерватории «Чандра», останки сверхновой звезды продолжают разбегаться со скоростью более 10 миллионов км/ч, производя две ударные волны, сопровождаемые выделением рентгеновского излучения. Причем, одна волна движется наружу, в межзвездный газ, а вторая – внутрь, к центру бывшей звезды [8].

3.5 Остаток сверхновой Кеплера 1604 года

«Новая» звезда появилась на небе осенью 1604 года между зодиакальными созвездиями Стрельца и Змееносца. Ее яркость превосходила яркость всех звезд и планет, за исключением Венеры. С 17 октября ее стал изучать Иоганн Кеплер. Сверхновая оставалась видимой на протяжении года. Открытию сверхновой сопутствовали благоприятные обстоятельства - она вспыхнула всего в трех градусах к северо-западу от планет Юпитера и Марса, которые как раз наблюдались в соединении [8].

3.6 SN 1680 16 августа 1680 года

Она вспыхнула в нашей Галактике на расстоянии примерно 11 тысяч световых лет от Солнца. Предполагается, что взорвавшаяся звезда была слишком массивна и к моменту взрыва уже сбросила значительное количество вещества в космическое пространство. Вещество обволакивало её, поглотив значительную часть излучения от вспышки. Сейчас место взрыва «SN 1680» известно астрономам как один из самых мощных источников радиоизлучения в Млечном Пути [10].

3.7 G1.9+0.3 около 1868 года

Совсем недавно в 2008 году опубликовали материалы, что астрономы обнаружили в нашей Галактике остатки сверхновой звезды, взорвавшейся всего около 150 лет назад. Впервые она была замечена в 1984 году в созвездии Стрельца с помощью радиотелескопа и получила обозначение G1.9+0.3. Уже

тогда астрономы отметили малые размеры остатка сверхновой и высокую яркость, что могло указывать на недавний взрыв. Астрономы определили, что найденный объект находится недалеко от центра Галактики, на расстоянии около 8,5 килопарсека. При этом ее наблюдение с помощью оптических телескопов затруднено из-за межзвездной пыли и газа [9].

Частицы высоких энергий приходят к нам и из других Галактик. Естественно, что источником космического излучения является и ближайшая к нам звезда – Солнце.

4 Излучение Солнца

Излучение Солнца состоит в основном из электромагнитного (светового) и теплового излучений, благодаря которым возникла и развивается жизнь на Земле. Свет обеспечивает все жизненные процессы на Земле. Ультрафиолетовые лучи в небольших дозах необходимы животным и человеку. Под их воздействием в организме образуется витамин D. Инфракрасные лучи повышают температуру тканей растений и животных, хорошо поглощаются объектами неживой природы, в том числе водой.

Солнце периодически (во время вспышек) испускает солнечные космические лучи. Вспышки - самые мощные взрывоподобные процессы, наблюдаемые на Солнце, точнее в его хромосфере. Это выброс частиц высокой энергии в межпланетное пространство. Они могут продолжаться всего несколько минут, но за это время выделяется энергия, которая иногда сравнима примерно с таким же количеством тепла, которое приходит от Солнца на всю поверхность нашей планеты за целый год [12]. При особо сильных вспышках электромагнитное излучение, достигая Земли, изменяет магнитное поле планеты – словно встряхивает его, что сказывается на самочувствии метеочувствительных людей. Как хорошо, что у Земли есть защитное магнитное поле!

Потоки жесткого рентгеновского излучения и солнечных космических лучей, рождающиеся при вспышках, оказывают сильное влияние на физические

процессы в верхней атмосфере Земли и околоземном пространстве. Если не принять специальных мер, могут выйти из строя сложные космические приборы и солнечные батареи. Появляется даже серьезная опасность облучения космонавтов, находящихся на орбите. Поэтому проводятся работы по научному предсказанию солнечных вспышек на основании измерений магнитных полей.

Магнитные бури могут катастрофически воздействовать на технические объекты, линии электропередач. Наиболее ярким и впечатляющим проявлением бомбардировки атмосферы солнечными частицами являются полярные сияния. Это свечение в верхних слоях атмосферы. Сияния обычно бывают красного или зеленого цвета: так светятся основные составляющие атмосферы - кислород и азот - при облучении их энергичными частицами [2]. Однако, в последнее время такие сияния наблюдаются и на более низких широтах. Так северное сияние могли наблюдать и жители Челябинска 22 июня 2015 года. Ребята из нашего клуба даже смогли получить его фотографию (Рисунок А.7). На самом деле, это не очень хорошо, так как защитная для нас оболочка «дает течь» и может пагубно воздействовать на человека.

5. Воздействие космического излучения на человека и окружающую среду

Магнитное поле Земли отклоняет заряженные космические частицы.

Уровни радиационного излучения неодинаковы для различных областей. Так Северный и Южный полюсы более, чем экваториальная зона, подвержены воздействию космических лучей. Кроме того, чем выше от поверхности Земли, тем интенсивнее космическое излучение. Так, проживая в горных районах и постоянно пользуясь воздушным транспортом, мы подвергаемся дополнительному риску облучения. Люди, живущие выше 2000 м над уровнем моря, получают из-за космических лучей дозу в несколько раз больше, чем те, кто живет на уровне моря. При подъеме с высоты 4000 м (максимальная высота проживания людей) до 12000 м (максимальная высота полета пассажирского транспорта) уровень облучения возрастает в 25 раз [13].

Ионизирующее излучение отрицательно воздействует на здоровье человека, оно нарушает жизнедеятельность живых организмов:

- обладая большой проникающей способностью, разрушает клетки костного мозга, пищеварительного тракта и т. д.

- вызывает изменения на генном уровне, что приводит в последствие к возникновению наследственных заболеваний.

- вызывает интенсивное деление клеток злокачественных опухолей, что приводит к возникновению раковых заболеваний.

- приводит к изменениям в нервной системе и работе сердца.

- угнетается половая функция.

- вызывает нарушение зрения [1].

Радиация из космоса влияет даже на зрение авиапилотов. Были изучены состояния зрения 445 мужчин в возрасте около 50 лет, из которых 79 были пилотами авиалайнеров. Статистика показала, что для профессиональных пилотов риск развития катаракты ядра хрусталика втрое выше, чем для представителей иных профессий, и ещё большему риску подвержены космонавты [2].

Космическое излучение является одним из неблагоприятных факторов для организма космонавтов, значимость которого постоянно возрастает по мере увеличения дальности и продолжительности полетов. Когда человек оказывается за пределами атмосферы Земли, где бомбардировка галактическими лучами, а также солнечными космическими лучами намного сильнее: сквозь его тело за секунду может пронестись около 5 тысяч ионов, способных разрушить химические связи в организме. Наибольшую опасность межгалактических лучей представляют тяжелые заряженные частицы. Тяжелые ядра могут стать причиной катаракты глаза и повреждений мозга. В данный момент именно воздействие на организм человека отправляющегося в космос солнечных и космических излучений является основной причиной отказа от полёта на такие далёкие планеты как Марс.

Таким образом, мы видим, что даже небольшая часть космического излучения, которая доходит до нас сквозь атмосферу, может оказать заметное влияние на организм и здоровье человека, на процессы, протекающие в атмосфере.

6 Средства защиты от космического излучения

Несмотря на то, что излучение Вселенной, возможно, и привело к зарождению жизни и появлению человека, для самого человека в чистом виде оно губительно.

Жизненное пространство человека ограничено совсем незначительными расстояниями – это Земля и несколько километров над ее поверхностью. А далее – «враждебное» пространство.

Но, поскольку человек не оставляет попыток проникнуть в просторы Вселенной, а все более интенсивно их осваивает, то возникла необходимость создания определенных средств защиты от негативного влияния космоса. Особое значение это имеет для космонавтов.

Наша атмосфера и электромагнитное поле Земли – единственная причина, по которой жизнь на Земле существует. От атаки космических лучей нас защищает магнитное поле Земли и толстый слой атмосферы, где на каждый см² поверхности приходится килограмм воздуха. Защита этих двух факторов не распространяется на космонавтов. За пределами нашей планеты природных щитов от губительного излучения не существует. Как показывают расчеты, свести риск радиационного поражения к нулю во время космического полета нельзя. Но можно его минимизировать. И здесь самое главное – пассивная защита космического корабля, т. е. его стенки.

Чтобы уменьшить риск дозовых нагрузок от солнечных космических лучей, их толщина должна быть для легких сплавов не менее 3-4 см. Альтернативой металлам могли бы выступить пластмассы. Например, полиэтилен, тот самый из которого сделаны обычные сумки-пакеты,

задерживает на 20% больше космических лучей, чем алюминий. Усиленный полиэтилен в 10 раз прочнее алюминия и при этом легче «крылатого металла».

С защитой от галактических космических лучей, обладающих гигантскими энергиями, все гораздо сложнее. Предлагается несколько способов защиты от них космонавтов. Можно создать вокруг корабля слой защитного вещества подобного земной атмосфере. Например, если использовать воду, которая в любом случае необходима, то потребуется слой толщиной 5 м. При этом масса водного резервуара приблизится к 500 т, что очень много. Можно также использовать этилен – твердое вещество, для которого не нужны резервуары. Но даже тогда необходимая масса составила бы не менее 400 т. Можно использовать жидкий водород. Он блокирует космические лучи в 2,5 раза лучше, чем алюминий. Правда, ёмкости для топлива оказались бы громоздкими и тяжелыми.

Была предложена другая схема защиты человека на орбите, которую можно назвать магнитной схемой. Создается дополнительное магнитное поле вокруг корабля. Для его создания потребуются магниты на основе сверхпроводимости. Такая система будет иметь массу 9 т, она гораздо более легкая, чем защита веществом, но всё равно тяжела [6].

«Одежда» для космических прогулок космонавтов вне пределов космического корабля должна представлять собой целую спасательную систему:

- должна создавать необходимую атмосферу для дыхания и поддержания давления;
- должна обеспечивать отвод тепла, выделяемого телом человека;
- она должна защищать от перегрева, если человек находится на солнечной стороне, и от охлаждения – если в тени; разница между ними составляет более 100⁰С;
- защищать от ослепления солнечной радиацией;
- защищать от метеорного вещества;

- должна позволять свободно перемещаться
- а, главное, защищать от космической всепроникающей радиации.

Так, если технические средства защиты так громоздки, может, **обратимся к нашей природе?**

Для проживания на других небесных телах можно использовать материал, из которого они состоят, например, есть проект лунного города, где все жилье находится внутри твердого поверхностного слоя – реголита. Такой способ защиты можно использовать и для космического путешествия, например, верхом на комете, заглубившись в ее поверхность. И это уже не фантастика.

Также я узнала об экспериментах шведских учёных с тихоходками, проводимый на борту космической станции [15]. Тихоходки, или водяные медведи, (Рисунок А.8) обладают исключительной выносливостью, они способны жить практически в любых условиях — в горячих источниках, суровых льдах или даже в открытом космосе. После 10 дней, проведённых в открытом космосе, практически все организмы были иссушены, но на борту космического аппарата они вернулись к нормальному состоянию.

В ходе нового исследования биологов из Токийского университета удалось выяснить, что все дело в уникальном строении ДНК тихоходок, которые в меньшей степени поддаются влиянию радиации. Ученые проследили, как изменяется ДНК, когда животные высыхают, впадая в состояние анабиоза, и затем оживают. Так они обнаружили белок, защищающий ДНК тихоходок от разрушения, и ген - «гаситель повреждения». Если к человеческим клеткам добавить этот белок и ген, то их можно сделать в полтора раза устойчивее к воздействию радиации. Однако, сами тихоходки были более устойчивы к действию радиации, чем генетически модифицированные клетки. Это указывает на то, что у них есть какие-то другие способы защиты, которые еще предстоит установить. Дальнейшее исследование этих созданий поможет найти способы, как защитить человека от космической радиации во время долгих путешествий к другим планетам.

Выводы

В ходе данной работы я выполнила поставленные задачи. Собирая информацию о космическом излучении и его влиянии на окружающую среду, я убедилась, что всё в мире взаимосвязано, и мы постоянно ощущаем на себе отголоски далекого прошлого, начиная с момента образования Вселенной.

За пределами земной атмосферы дозы воздействия космических излучений на человека возрастают в несколько раз, в данный момент именно это является основной причиной отказа от полёта на такие далёкие планеты как Марс. Над усовершенствованием систем защиты космонавтов работают все институты мира. Космос пока что нам не друг. Он противостоит человеку как чужая и враждебная сила, и каждый космонавт, отправляясь на орбиту, должен быть готов вступить в борьбу с ней.

Влияние космического пространства оценить достаточно сложно, с одной стороны оно привело к возникновению жизни и, в конечном счете, создало самого человека, с другой мы вынуждены от него защищаться. В данном случае, очевидно, необходимо найти компромисс, и постараться не разрушить то хрупкое равновесие, которое существует в настоящее время.

Найдя надежные методы защиты космонавтов от губительного излучения, мы сможем предоставить защиту и тем, кто связан с радиацией на Земле, и тем кто осваивает новый вид Экзотического туризма - Космический туризм.

Список источников информации

Книги

1. Булдаков Л.А., Калистратова В.С. Радиоактивное излучение и здоровье[Текст]- М.: Информ Атом, 2003. - 165 с.
2. Ерпылёв, Н.П. .Энциклопедический словарь юного астронома[Текст]– 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Педагогика, 1986. – 336 с.
3. Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум /Под ред. Н.С.Кардашева и В.И.Мороза[Текст]- 6-е изд. доп. -М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987 (Пробл. науки и техн. прогресса). - 320 с.
4. Энциклопедия для детей. Том 8.Астрономия [Текст]– М.: «Аванта+», 2006.-686с.

Реферативно - исследовательская работа

- 5.Берестов М. «Сверхновые и жизнь на Земле». Реферативно - исследовательская работа МАУДО «ДПШ»2003 г.

Журнал

6. Паркер Ю. Защита космических путешественников [Текст]:/ В мире науки. - 2006, №6, С.14-22
7. К.А.МакКарти с соавт. Сопутствующий риск катаракты как приобретенный аспект деятельности в области охраны здоровья [Текст]:/ Научно- исследовательский журнал Офтальмология. 2000,№ 12,С.26-33

Электронные ресурсы

- 8.Сайт Большая вселенная - Остатки от вспышек сверхновых [электронный ресурс]:
<http://biguniverse.ru/photos/ostatki-sverhnovy-h-24-foto/>
- 9.Материал из Википедии — свободной энциклопедии [электронный ресурс]:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/G1.9%2B0.3>
10. Наиболее достоверные исторические сверхновые[электронный ресурс]:
www.astronet.ru/db/msg/1186669/node2.html

10. LENTA.RU Наука и техника [электронный ресурс]

: <http://lenta.ru/news/2008/05/14/chandra/>

11. ТЕСИС. Энциклопедия Солнца. Характеристика солнечных вспышек [электронный ресурс]:

http://www.thesis.lebedev.ru/sun_vocabulary.html?topic=6&news_id=550

12. ИТЕРСАН, Проект Глобальной защиты от ультрафиолета, руководство и компендиум, Раздел «Исследования и окружающее здоровье, защита человека», ВОЗ. Женева, 2003.

[электронный ресурс]: <http://www.who.int/uv/en/>

13. Воздействие радиации на организм человека - studopedia.su

[электронный ресурс]: http://studopedia.su/9_82221_vozdeystvie-radiatsii-na-organizm-cheloveka.html.

14. Кауров Э. «Человек, Солнце и Магнитные Бури» // "Астрономия" РАН. 19.01.2000г. http://science.ng.ru/astronomy/2000-01-19/4_magnetism.html.

15. LENTA.RU Наука и техника [электронный ресурс] <https://lenta.ru/news/2016/09/21/tardigrades/>

Приложение.

Рисунок А.1. Интенсивность космических лучей вблизи магнитных полюсов Земли.

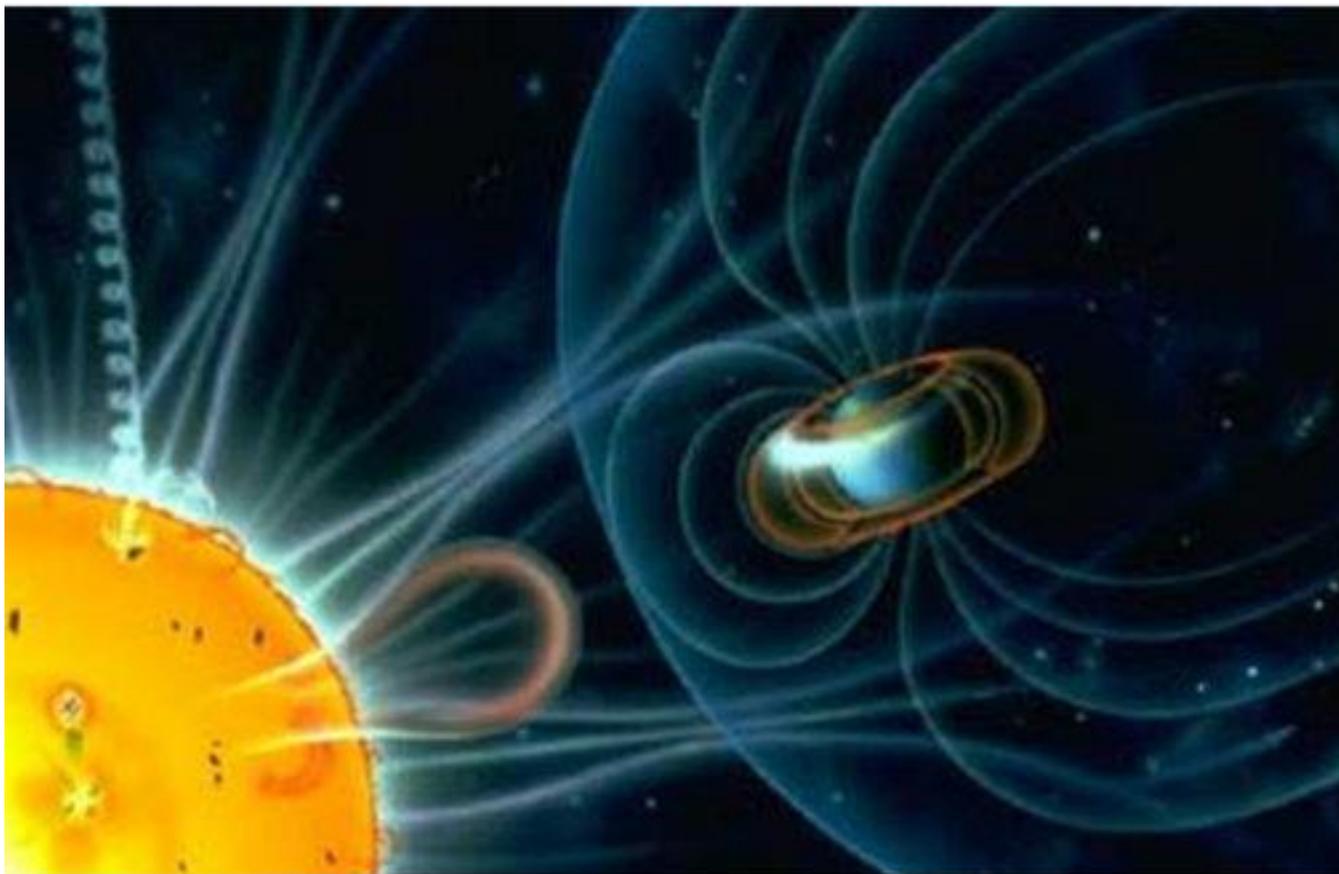


Рисунок А.2. Галактические и солнечные космические лучи.



Рисунок А.3. Образование сверхновой звезды.

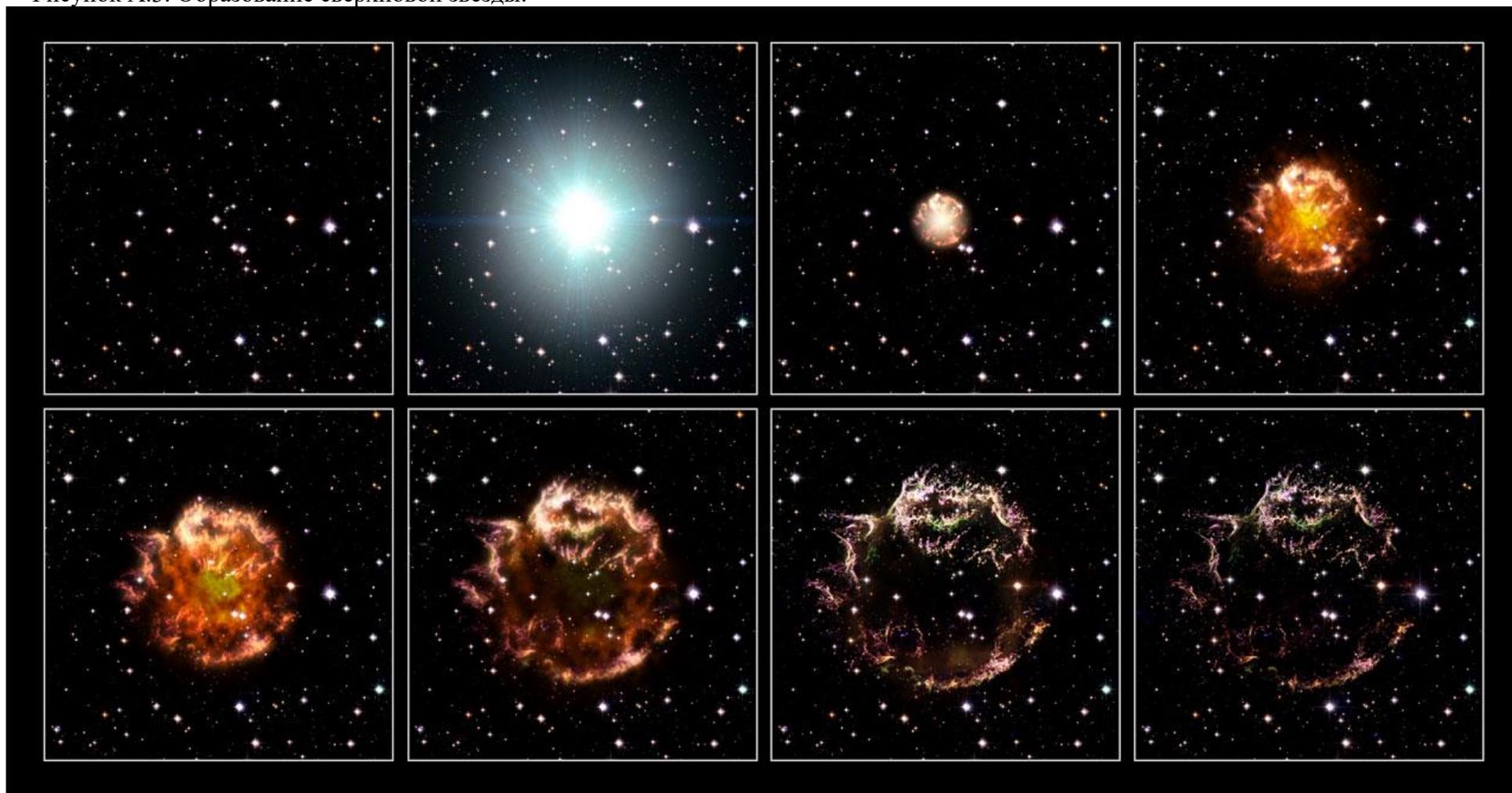


Рисунок А.4. Остаток сверхновой Крабовидная туманность.



Рисунок А.6. Остаток сверхновой Тихо.

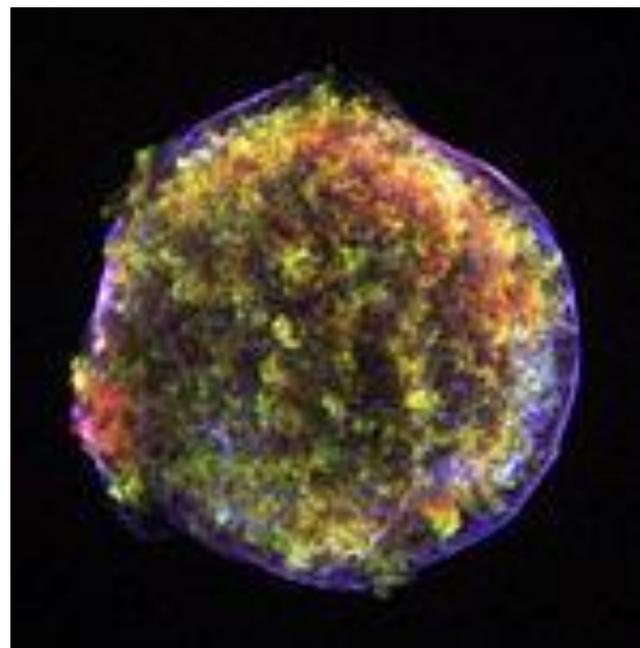
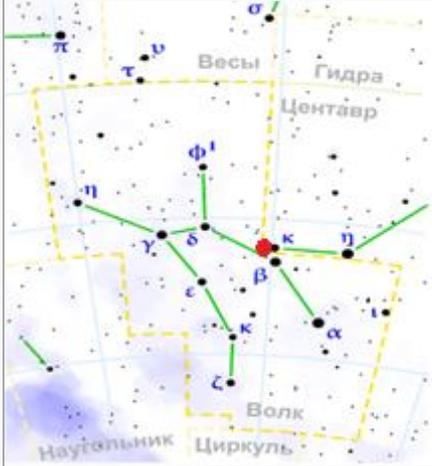
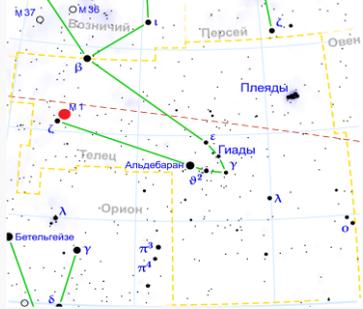
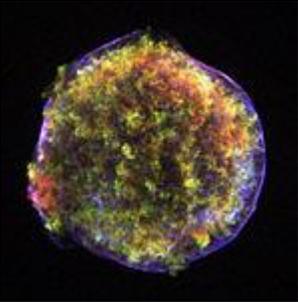
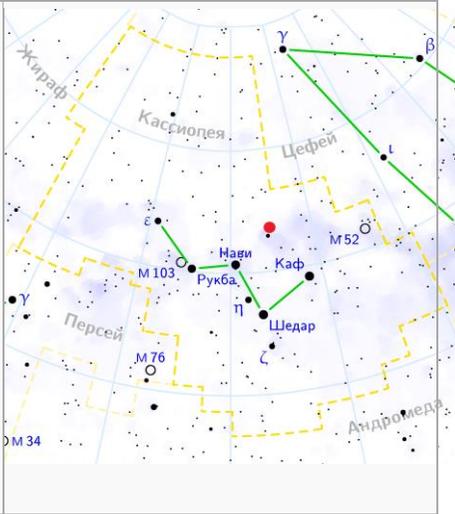
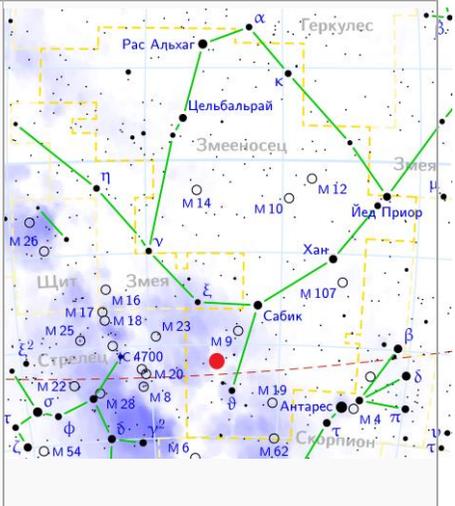


Таблица А.5. Список остатков сверхновых

Сверхновая	Изображение	Время, когда свет сверхновой достиг Земли	Видимый блеск	Расстояние (св.лет)	Остаток	Созвездие	Положение на карте созвездий
SN 1006		1 мая 1006 года	-7,5	7200	SNR 1006	Волк	
SN 1054		1054 год, 1 июля	-6	6300	Крабовидная туманность	Телец	
SN 1181		1181 август	-1	8500	Возможно C58(G130.7+3.1)	Кассиопея	Кассиопея

<p>SN 1572</p>		<p>11 ноября 1572 года</p>	<p>−4</p>	<p>7500</p>	<p>Остаток сверхновой Тихо</p>	<p>Кассиопе я</p>	
<p>SN 1604</p>		<p>8 октября 1604 года</p>	<p>−2,5</p>	<p>20 000</p>	<p>Остаток сверхновой Кеплера</p>	<p>Змееносе ц</p>	

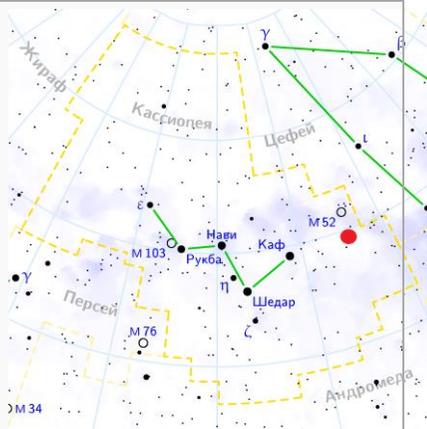
Кассиопея А		16 августа 1680 года	+6	10 000	Остаток сверхновой Кассиопея А	Кассиопея	
G1.9+0.3		около 1868 года	?	около 25 000	Остаток сверхновой G1.9+0.3	Стрелец	Созвездие стрельца

Рисунок А.7. Северное сияние .Челябинск 22 июня 2015 года.

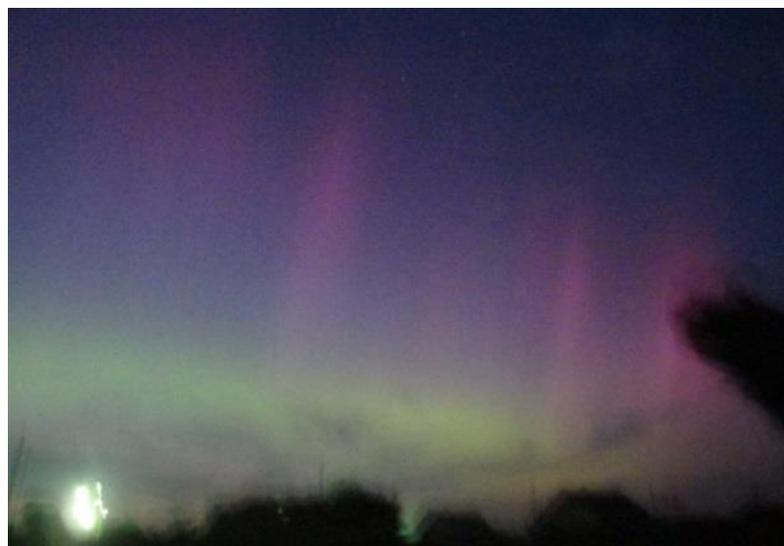
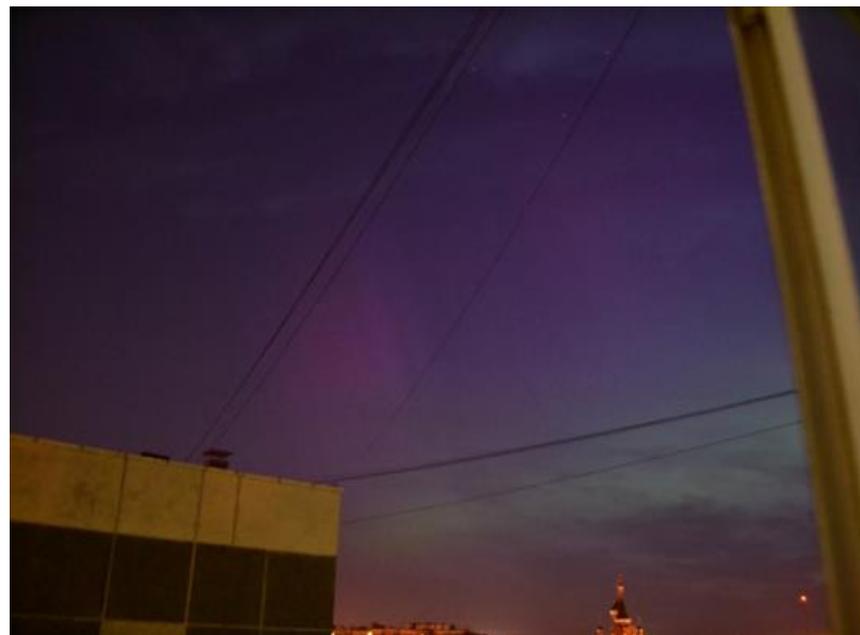
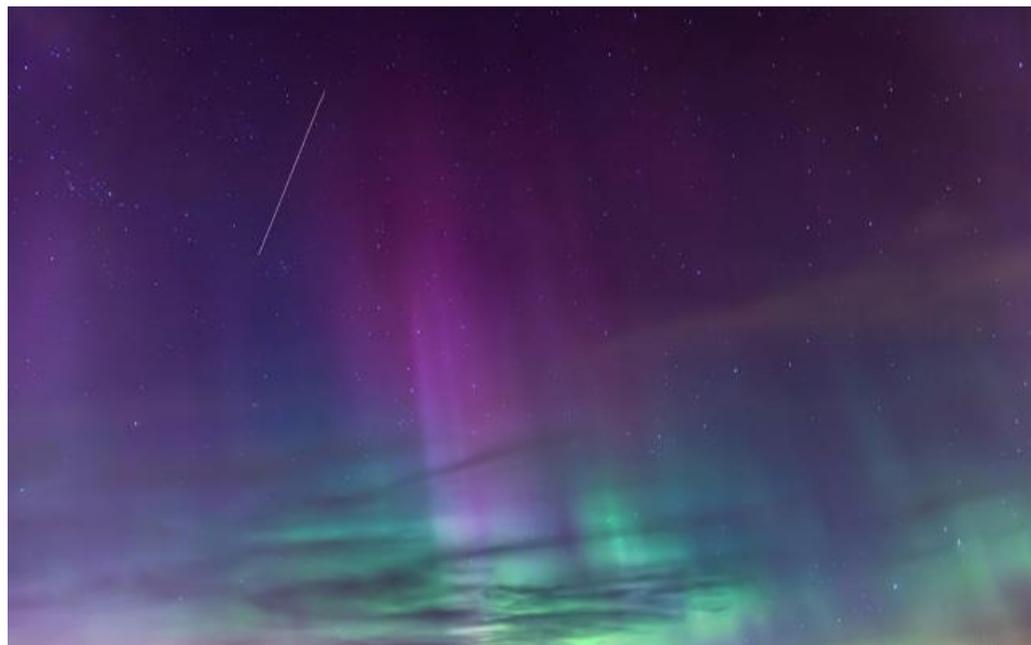


Рисунок А.8 Тихоходки

