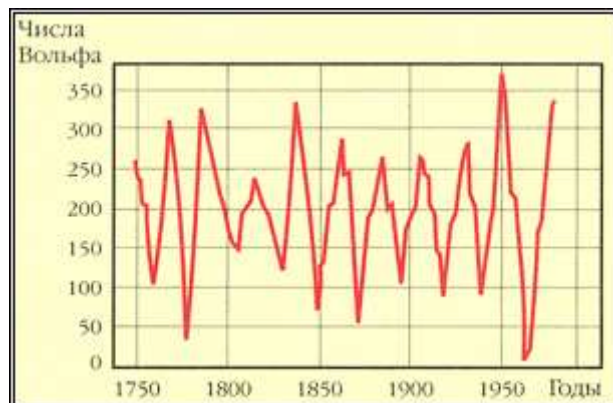


Земное эхо солнечных бурь-реферат



Введение

"Все земное пульсирует в ритме Солнца". Так в самых общих чертах можно сформулировать закон А.Л. Чижевского (1897-1964), гениального русского мыслителя, "Леонардо да Винчи XX века", который посвятил свою жизнь изучению влияния деятельности Солнца на все земное. Гонимому при жизни ученому удалось доказать, что любое событие на Земле, будь то извержения вулканов или революции, эпидемии или урожаи, волны самоубийств или волны митингов, связано с одиннадцатилетним циклом солнечной активности.

Природа Солнца и его значение для нашей жизни - неисчерпаемая тема. О его воздействии на Землю люди догадывались еще в глубокой древности, в результате чего рождались легенды и мифы, в которых Солнце играло главную роль. Оно обожествлялось во многих религиях. Исследование Солнца - особый раздел астрофизики со своей инструментальной базой, со своими методами. Роль получаемых результатов исключительна, как для астрофизики (понимание природы единственной звезды, находящейся так близко), так и для геофизики (основа огромного числа космических воздействий). Постоянный интерес к Солнцу проявляют астрономы, врачи, метеорологи, связисты, навигаторы и другие специалисты, профессиональная деятельность которых сильно зависит от степени активности нашего дневного светила, на котором "также бывают пятна".

Первое описание пятен в русских летописях датируется 1371 и 1385 годами, когда наблюдатели заметили их сквозь дым лесных пожаров. История борьбы взглядов на природу процессов на Солнце связана с кажущимися нам сейчас почти невероятными драматическими коллизиями.

Глава 1

Из всего окружающего нас несметного множества звезд несопоставимо важнейшую роль в нашей жизни играет Солнце.

Солнце, центральное тело солнечной системы, представляет собой раскалённый плазменный шар; Солнце - ближайшая к Земле звезда. Масса Солнца $1,990 \cdot 10^{30}$ кг (в 332958 раз больше массы Земли). В Солнце сосредоточено 99,866% массы Солнечной системы. Солнечный параллакс равен $8,794''$ ($4,263 \cdot 10^5$ радиан). Расстояние от Земли до Солнца меняется от $1,4710 \cdot 10^{11}$ м (в январе) до $1,5210 \cdot 10^{11}$ м (в июле), составляя в среднем

1,4960•10⁵11 м. Это расстояние принято считать одной астрономической единицей. Средний угловой диаметр Солнца составляет 1919,26" (9,305•10⁻³ рад), чему соответствует линейный диаметр Солнца, равный 1,392•10⁹ м (в 109 раз больше диаметра экватора Земли). Средняя плотность Солнца 1,41•10³ кг/м³. Ускорение свободного падения на поверхности Солнца составляет 273,98 м/сек. Вторая космическая скорость на поверхности Солнца равна 6,18•10⁵ м/сек. Эффективная температура поверхности Солнца, определяемая согласно закону излучения Стефана-Больцмана, по полному излучению Солнца равна 5770 К.

Вращение Солнца вокруг оси происходит в том же направлении, что и вращение Земли, в плоскости, наклонённой на 7°15' к плоскости орбиты Земли (эклиптике). Скорость вращения определяется по видимому движению различных деталей в атмосфере Солнца и по сдвигу спектральных линий в спектре края диска Солнца вследствие эффекта Доплера. Таким образом было обнаружено, что период вращения Солнца неодинаков на разных широтах. Положение различных деталей на поверхности Солнца определяется с помощью гелиографических координат, отсчитываемых от солнечного экватора (гелиографическая широта) и от центрального меридиана видимого диска Солнца или от некоторого меридиана, выбранного в качестве начального (так называемого меридиана Каррингтона). При этом считают, что Солнце вращается как твёрдое тело. Один оборот относительно Земли точки с гелиографической широтой 17° совершают за 27,275 суток (синодический период). Время оборота на той же широте Солнца относительно звёзд (сидерический период) - 25,38 суток. Угловая скорость вращения ω для сидерического вращения изменяется с гелиографической широтой θ по закону: $\omega = 14,33^\circ - 3^\circ \sin 2\theta$ в сутки. Линейная скорость вращения на экваторе Солнца - около 2000 м/сек.

Солнце как звезда является типичным жёлтым карликом и располагается в средней части главной последовательности звёзд на диаграмме Герцшпрунга-Рессела. Видимая фотовизуальная звёздная величина Солнца равна -26,74, абсолютная визуальная звёздная величина M_v равна +4,83. Показатель цвета Солнца составляет для случая синей (В) и визуальной (М) областей спектра $M_B - M_V = 0,65$. Спектральный класс Солнца G2V. Скорость движения относительно совокупности ближайших звёзд 19,7•10³ м/сек. Солнце расположено внутри одной из спиральных ветвей нашей Галактики на расстоянии около 10 кпс от её центра. Период обращения Солнца вокруг центра Галактики около 200 миллионов лет. Возраст Солнца - около 5•10⁹ лет.

Эта ближайшая к нам звезда обеспечивает нашу планету подавляющей частью энергии, которой мы располагаем на Земле. Благодаря солнцу и земной атмосфере на поверхности земли температура и другие условия такие, какие они есть, а не космический холод, что делает нашу планету комфортной для обитающих на ней живых существ. Даже относительно мизерные изменения потока энергии, передаваемой Солнцем Земле, которые происходят при солнечных вспышках, существенно сказываются на земных условиях. С другой стороны, Солнце по своим свойствам является типичной для своего класса звездой, и постигая процессы, происходящие на Солнце, мы лучше понимаем и то, что творится на очень далеких от нас звездах.

В последние годы всё чаще говорится о солнечной активности, магнитных бурях и их влиянии на людей. Так как солнечная активность нарастает, то вопрос о влиянии этого явления на здоровье становится в достаточной степени актуальным.

Солнце и явления на нем (пятна, протуберанцы) оказывают электромагнитное влияние на целую систему явлений: магнитное поле Земли, ионизация земной атмосферы, полярное сияние и изменение электрического потенциала. Солнечная энергия может передаваться Земле или радиацией Солнца, или излучаемыми им корпускулами. В солнечном спектре может иметь значение особенно ультрафиолетовая часть солнечной радиации, которая, как известно, поглощаясь в земной атмосфере, производит ионизацию воздуха. Обращаясь к

корпускулярной радиации Солнца, можно сделать предположение, что Солнце излучает поток заряженных электричеством частиц, которые, встречаясь с Землей, вызывают в ней различные электрические, магнитные и электромагнитные явления. Это подтверждается нижеследующими фактами.

Магнитные бури не начинаются одновременно по всей Земле. Время распространения бури говорит в пользу корпускулярного характера того солнечного агента, который ее вызывает.

Повторяемость магнитных бурь в течение 27-дневного периода, то есть периода обращения Солнца вокруг оси, говорит за то, что солнечный агент, их вызывающий, распространяется в виде ограниченного пучка, следующего за солнечным вращением.

Между солнечными извержениями и вызванными ими магнитными бурями проходит более 24 часов. Если бы возмущающим агентом была внезапно увеличивающаяся ультрафиолетовая радиация Солнца, благодаря весьма большой скорости света этот промежуток не превзошел бы 8 минут и нескольких секунд, т.е. того времени, которое нужно свету для того, чтобы пройти расстояние от Солнца до Земли. Зарегистрированные запаздывания магнитных бурь хотя и не позволяют точно определить скорость распространения возмущения, однако доказывают, что она несравненно меньше скорости света.

Всё на Земле зависит от Солнца, поставляющего ей значительную часть энергии. Спокойное Солнце (при отсутствии на его поверхности пятен, протуберанцев, вспышек) характеризуется постоянством во времени электромагнитного излучения во всём его спектральном диапазоне, включающем рентгеновские лучи, ультрафиолетовые волны, видимый спектр, инфракрасные лучи, лучи радиодиапазонов, а также постоянством во времени так называемого солнечного ветра - слабого потока электронов, протонов, ядер гелия, представляющего собой радиальное истечение плазмы солнечной короны в межпланетное пространство.

Магнитное поле планет (в том числе Земли) служит защитой от солнечного ветра, но часть заряженных частиц способно проникать внутрь магнитосферы Земли. Это происходит в основном в высоких широтах, где имеются две так называемые воронки: одна в Северном, другая в Южном полушариях. Взаимодействие этих заряженных частиц с атомами и молекулами атмосферных газов вызывает свечение, которое называется северным сиянием. Энергия, приходящая в виде этих частиц, далее распределяется в различных процессах вокруг всего земного шара, в результате чего происходят изменения в атмосфере и ионосфере на всех широтах и долготах. Но эти изменения на средних и низких широтах происходят спустя определённое время после событий в высоких широтах, и последствия их в разных областях, на разных широтах и в разное время различны. Поэтому имеется значительное многообразие последствий вторжения частиц солнечного ветра в зависимости от региона.

Волновое излучение Солнца распространяется прямолинейно со скоростью 300 тыс. км/сек и доходит до Земли за 8 минут. Молекулы и атомы атмосферных газов поглощают и рассеивают волновое излучение Солнца избирательно (на определённых частотах). Периодически, с ритмом приблизительно 11 лет, происходит усиление солнечной активности (возникают солнечные пятна, хромосферные вспышки, протуберанцы в короне Солнца). В это время усиливается волновое солнечное излучение на разных частотах, из солнечной атмосферы выбрасываются в межпланетное пространство потоки электронов, протонов, ядер гелия, энергия и скорость которых много больше, чем энергия и скорость частиц солнечного ветра. Этот поток частиц распространяется в межпланетном пространстве наподобие поршня. Через определённое время (12-24 часа) этот поршень достигает орбиты Земли. Под его давлением магнитосфера Земли на дневной стороне сжимается в 2 раза и более (с 10

радиусов Земли в норме до 3-4х), что ведёт к увеличению напряжённости магнитного поля Земли. Так начинается мировая магнитная буря.

Период, когда магнитное поле увеличивается, называется начальной фазой магнитной бури и продолжается 4-6 часов. Далее магнитное поле возвращается к норме, а затем его величина начинает уменьшаться, так как поршень солнечного корпускулярного потока уже прошёл за пределы земной магнитосферы, а процессы внутри самой магнитосферы привели к уменьшению напряжённости магнитного поля. Этот период пониженного магнитного поля называется главной фазой мировой магнитной бури и длится 10-15 часов. После главной фазы магнитной бури следует восстановительная (несколько часов), когда магнитное поле Земли восстанавливает свою величину. В каждом регионе возмущение магнитного поля происходит по-разному.

За последние годы стало понятно, что на человека действует целый ряд космических факторов, вызывающих изменения в магнитосфере планеты в результате воздействия на неё солнечных корпускулярных потоков. А именно:

Инфразвук, представляющий собой акустические колебания очень низкой частоты. Он возникает в областях полярных сияний, в высоких широтах и распространяется на все широты и долготы, то есть является глобальным явлением. Через 4-6 часов от начала мировой магнитной бури плавно увеличивается амплитуда колебаний на средних широтах. После достижения максимума она постепенно уменьшается в течение нескольких часов. Инфразвук генерируется не только при полярных сияниях, но и при ураганах, землетрясениях, вулканических извержениях так, что в атмосфере существует постоянный фон этих колебаний, на который накладываются колебания, связанные с магнитной бурей.

Микропульсации или короткопериодические колебания магнитного поля Земли (с частотами от нескольких герц до нескольких кГц). Микропульсации с частотой от 0,01 до 10 Гц действуют на биологические системы, в частности на нервную систему человека (2-3 Гц), увеличивая время реакции на возмущающий сигнал, влияют на психику (1 Гц), вызывая тоску без видимых причин, страх, панику. С ними также связывают увеличение частоты заболеваемости и осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы.

Также в это время меняется интенсивность ультрафиолетового излучения, приходящего к поверхности Земли из-за изменения озонового слоя в высоких широтах в результате действия на него ускоренных частиц.

Выбрасываемые из Солнца потоки очень разнообразны. Различны и условия в межпланетном пространстве, которое они преодолевают, поэтому нет строго одинаковых магнитных бурь. Каждая имеет своё лицо, отличается не только силой, интенсивностью, но и особенностями развития отдельных процессов. Таким образом, следует иметь в виду, что понятие "магнитная буря" в данной проблеме действия космоса на здоровье является своего рода собирательным образом.

Даже вид Земли из космоса — во всём косвенный результат воздействия на планету солнечного излучения.

Влияние на живую природу

Зелёный лист растения — источник жизни на Земле благодаря поступлению на Землю энергии Солнца

Всем известно, что и животным, и растениям очень важен свет Солнца (в частности, это касается и людей). Некоторые люди просыпаются и бодрствуют только тогда, когда светит Солнце (это касается и большинства млекопитающих, земноводных и даже большинства рыб). Продолжительность солнечного дня оказывает значительное влияние на жизнедеятельность организмов на Земле. В частности, зимой и осенью, когда Солнце в Северном полушарии стоит низко над горизонтом и продолжительность светового дня мала

и мало поступление солнечного тепла, природа увядает и засыпает — деревья сбрасывают листья, многие животные впадают на длительный срок в спячку (медведи, барсуки) или же сильно снижают свою активность. Вблизи полюсов даже во время лета поступает мало солнечного тепла, из-за этого растительность там скудная — причина унылого тундрового пейзажа, и мало какие животные могут проживать в таких условиях. Весной же вся природа просыпается, трава распускается, деревья выпускают листья, появляются цветы, оживает животный мир. И всё это благодаря всего одному-единственному Солнцу. Его климатическое влияние на Землю бесспорно. Именно благодаря наклону оси планеты относительно плоскости орбиты и (в гораздо меньшей степени) планетарной эллиптической орбите обращения вокруг Солнца, солнечная энергия неравномерно поступает в разные районы Земли в разные времена года, что сформировало полностью климат и климатические пояса планеты.

В зелёных листьях растений содержится зелёный пигмент хлорофилл — этот пигмент является важнейшим катализатором на Земле в процессе фотосинтеза. С помощью хлорофилла происходит реакция диоксида углерода и воды — фотосинтез, и одним из продуктов этой реакции является элемент кислород, который необходим для жизни почти всему живому на Земле и глобально повлиял на эволюцию нашей планеты — в частности, радикально изменился состав минералов. Реакция воды и углекислого газа происходит с поглощением энергии, поэтому в темноте фотосинтез не происходит. Фотосинтез, преобразуя солнечную энергию и производя при этом кислород, дал начало всему живому на Земле. При этой реакции образуется глюкоза, которая является важнейшим сырьём для синтеза целлюлозы, из которой состоят все растения. Поедая растения, в которых за счёт солнца накоплена энергия, существуют и животные. Растения Земли поглощают и усваивают всего около 0,3 % энергии излучения Солнца, падающей на земную поверхность. Но и этого, на первый взгляд, мизерного количества энергии достаточно, чтобы обеспечить синтез огромного количества массы органического вещества биосферы. В частности, постепенно, переходя от звена к звену, солнечная энергия достаётся всем живым организмам в мире, включая и людей. Благодаря использованию минеральных солей почвы растениями в состав органических соединений включаются также следующие химические элементы: азот, фосфор, сера, железо, калий, натрий, а также многие другие элементы. Впоследствии из них строятся огромные молекулы белков, нуклеиновых кислот, углеводов, жиров, веществ, жизненно необходимых для клеток.

Влияние на неживую природу

Земная поверхность и нижние слои воздуха — тропосфера, где образуются облака и возникают другие метеорологические явления, непосредственно получают энергию от Солнца. Солнечная энергия постепенно поглощается земной атмосферой по мере приближения её к поверхности Земли — далеко не все виды излучения, испущенного Солнцем, попадают на Землю. На Землю доходит только 40 % солнечного излучения, 60 % излучения же отражается и уходит обратно в космос. В настоящее время наблюдается тенденция к увеличению поглощаемого Землёй количества солнечного тепла по причине увеличения количества в атмосфере Земли парниковых газов (см. Парниковый эффект). Под действием солнечного света и понижения атмосферного давления умеренного или резкого, на Земле происходят такие природные явления, как туман, дождь, снег, град, смерч, ураган.

Происходит перемещение огромного количества воды на Земле, действуют такие океанические течения как Гольфстрим, течение Западных Ветров и т. д. Достаточно знать, что одно изменение русла теплого океанского течения, вызвало засуху на большей части территории Африки несколько тысяч лет назад, следствия чего наблюдаются сегодня. В следствии влияния так же явлений Эль-Ниньо - Ла-Нинья на гидрометеорологические и экологические условия океанов, морей и материков не только экваториальной зоны, происходит интенсивное испарение влаги, которая затем охлаждается и выпадает в виде

дождя. Не будь всего этого — на Земле не было бы жизни. Под действием солнечного тепла образуются облака, бушуют ураганы, дует ветер, существуют волны на море, а также происходят медленные, но необратимые процессы выветривания, эрозии горных пород. Все эти явления и делают нашу планету настолько разнообразной, неповторимой и красивой. Все эти процессы на Земле происходят за счёт воздействия на Землю не всех видов солнечного излучения, а только некоторыми его видами — это, в основном, видимое и инфракрасное излучение. Именно воздействие последнего вида излучения нагревает Землю и создаёт погоду на ней, определяет тепловой режим планеты.

Влияние солнечного ветра.

Помимо этого в атмосферу Земли проникает поток ионизированных частиц (в основном гелиево-водородной плазмы), истекающий из солнечной короны со скоростью 300—1200 км/с в окружающее космическое пространство (солнечный ветер), видимых во многих районах близ полюсов планеты, как "северное сияние" (полярные сияния).

Множество природных явлений связано с солнечным ветром, в том числе магнитные бури, полярные сияния и различные формы кометных хвостов, всегда направленных от Солнца.

Солнечная активность вызывает возмущения в магнитосфере Земли, которые, в свою очередь, могут воздействовать на земные организмы. Раздел биофизики, изучающий подобные влияния, называется гелиобиологией.

Влияние ультрафиолетового излучения

Ультрафиолетовое излучение Солнца разрушает молекулу кислорода, которая распадается на два составляющих её атома (атомарный кислород), и возникшие таким путём свободные атомы кислорода соединяются с другими молекулами кислорода, которые ещё не успели разрушиться солнечным ультрафиолетовым излучением, и в результате получается его аллотропная модификация, состоящая из трёх атомов кислорода — озон. Озон жизненно важен для существования жизни на Земле. Образуется он за счёт солнечного излучения и магнитного поля Земли, в следствии их взаимодействия возникает электростатическое поле в высоких слоях атмосферы, ниже которого образуется озон и формируется озоновый слой, а электростатическое поле Земли выражается благодаря атмосферным электрическим разрядам — молниям. Благодаря этому процессу до поверхности Земли доходит лишь малая часть жёсткого ультрафиолетового излучения. Ультрафиолетовые лучи опасны для человека и животных, и поэтому образование озоновых дыр представляет серьёзную угрозу для человечества.

Однако в небольшом количестве ультрафиолет необходим человеку. Так, под действием ультрафиолета образуется жизненно необходимый витамин D. При его недостатке возникает серьёзное заболевание — рахит, которое может возникнуть по оплошности родителей, которые прячут своих детей вдали от солнечного света. Недостаток витамина D опасен и для взрослых, при недостатке данного витамина наблюдается размягчение костей не только у детей, но и у взрослых (остеомалация). Из-за недостатка поступления ультрафиолетовых лучей может нарушиться нормальное поступление кальция, вследствие чего усиливается хрупкость мелких кровеносных сосудов, увеличивается проницаемость тканей. Недостаточность солнечного света проявляется также в бессоннице, быстрой утомляемости и др. Поэтому человеку периодически необходимо бывать на солнце.

Глава 2

Солнечная активность - регулярное возникновение в атмосфере Солнца характерных образований: солнечных пятен, факелов в фотосфере, флоккулов и вспышек в хромосфере, протуберанцев в короне. Области, где в совокупности наблюдаются эти явления, называются центрами солнечной активности. В солнечной активности (росте и спаде числа центров

солнечной активности, а также их мощности) существует приблизительно 11-летняя периодичность (цикл солнечной активности). Солнечная активность влияет на многие земные процессы .

Солнце освещает и согревает нашу планету, без этого была бы невозможна жизнь на ней не только человека, но даже микроорганизмов. Солнце — главный (хотя и не единственный) двигатель происходящих на Земле процессов. Но не только тепло и свет получает Земля от Солнца. Различные виды солнечного излучения и потоки частиц оказывают постоянное влияние на её жизнь.

Солнце посылает на Землю электромагнитные волны всех областей спектра — от многокилометровых радиоволн до гамма-лучей. Окрестностей Земли достигают также заряженные частицы разных энергий — как высоких (солнечные космические лучи), так и низких и средних (потоки солнечного ветра, выбросы от вспышек). Наконец, Солнце испускает мощный поток элементарных частиц — нейтрино. Однако воздействие последних на земные процессы пренебрежимо мало: для этих частиц земной шар прозрачен, и они свободно сквозь него пролетают.

Только очень малая часть заряженных частиц из межпланетного пространства попадает в атмосферу Земли (остальные отклоняет или задерживает геомагнитное поле). Но их энергии достаточно для того, чтобы вызвать полярные сияния и возмущения магнитного поля нашей планеты.

ЭНЕРГИЯ СОЛНЕЧНОГО СВЕТА

Электромагнитное излучение подвергается строгому отбору в земной атмосфере. Она прозрачна только для видимого света и ближних ультрафиолетового и инфракрасного излучений, а также для радиоволн в сравнительно узком диапазоне (от сантиметровых до метровых). Всё остальное излучение либо отражается, либо поглощается атмосферой, нагревая и ионизируя её верхние слои.

Поглощение рентгеновских и жёстких ультрафиолетовых лучей начинается на высотах 300—350 км; на этих же высотах отражаются наиболее длинные радиоволны, приходящие из космоса. При сильных всплесках солнечного рентгеновского излучения от хромосферных вспышек рентгеновские кванты проникают до высот 80—100 км от поверхности Земли, ионизируют атмосферу и вызывают нарушение связи на коротких волнах.

Мягкое (длинноволновое) ультрафиолетовое излучение способно проникать ещё глубже, оно поглощается на высоте 30—35 км. Здесь ультрафиолетовые кванты разбивают на атомы (диссоциируют) молекулы кислорода (O_2) с последующим образованием озона (O_3). Тем самым создаётся не прозрачный для ультрафиолета «озонный экран», предохраняющий жизнь на Земле от губительных лучей. Не поглотившаяся часть наиболее длинноволнового ультрафиолетового излучения доходит до земной поверхности. Именно эти лучи вызывают у людей загар и даже ожоги кожи при длительном пребывании на солнце.

Излучение в видимом диапазоне поглощается слабо. Однако оно рассеивается атмосферой даже в отсутствие облаков, и часть его возвращается в межпланетное пространство. Облака, состоящие из капелек воды и твёрдых частиц, значительно усиливают отражение солнечного излучения. В результате до поверхности планеты доходит в среднем около половины падающего на границу земной атмосферы света.

Количество солнечной энергии, приходящейся на поверхность площадью 1 м², развёрнутую перпендикулярно солнечным лучам на границе земной атмосферы, называется солнечной постоянной. Измерять её с Земли очень трудно, и потому значения, найденные до начала космических исследований, были весьма приблизительными. Небольшие колебания (если они реально существовали) заведомо «тонут» в неточности измерений. Лишь выполнение специальной космической программы по определению солнечной постоянной

позволило найти её надёжное значение. По последним данным, оно составляет 1370 Вт/м² с точностью до 0,5%. Колебаний, превышающих 0,2%, за время измерений не выявлено.

На Земле излучение поглощается сушей и океаном. Нагретая земная поверхность в свою очередь излучает в длинноволновой инфракрасной области. Для такого излучения азот и кислород атмосферы прозрачны. Зато оно жадно поглощается водяным паром и углекислым газом. Благодаря этим малым составляющим воздушная оболочка удерживает тепло. В этом и заключается парниковый эффект атмосферы. Между приходом солнечной энергии на Землю и её потерями на планете в общем существует равновесие: сколько поступает, столько и расходуется. В противном случае температура земной поверхности вместе с атмосферой либо постоянно повышалась бы, либо падала.

СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР И МЕЖПЛАНЕТНЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

В конце 50-х гг. XX в. американский астрофизик Юджин Паркер пришёл к выводу, что, поскольку газ в солнечной короне имеет высокую температуру), которая сохраняется с удалением от Солнца, он должен непрерывно расширяться, заполняя Солнечную систему. Результаты, полученные с помощью советских и американских космических аппаратов, подтвердили правильность теории Паркера.

В межпланетном пространстве действительно мчится направленный от Солнца поток вещества, получивший название солнечный ветер. Он представляет собой продолжение расширяющейся солнечной короны; составляют его в основном ядра атомов водорода (протоны) и гелия (альфа-частицы), а также электроны. Частицы солнечного ветра летят со скоростями, составляющими несколько сот километров в секунду, удаляясь от Солнца на многие десятки астрономических единиц — туда, где межпланетная среда Солнечной системы переходит в разреженный межзвёздный газ. А вместе с ветром в межпланетное пространство переносятся и солнечные магнитные поля.

Общее магнитное поле Солнца по форме линий магнитной индукции немного напоминает земное. Но силовые линии земного поля близ экватора замкнуты и не пропускают направленные к Земле заряженные частицы. Силовые линии солнечного поля, напротив, в экваториальной области разомкнуты и вытягиваются в межпланетное пространство, искривляясь подобно спиралям. Объясняется это тем, что силовые линии остаются связанными с Солнцем, которое вращается вокруг своей оси. Солнечный ветер вместе с «вмороженным» в него магнитным полем формирует газовые хвосты комет, направляя их в сторону от Солнца. Встречая на своём пути Землю, солнечный ветер сильно деформирует её магнитосферу, в результате чего наша планета обладает длинным магнитным «хвостом», также направленным от Солнца. Магнитное поле Земли чутко отзывается на обдувающие её потоки солнечного вещества.

БОМБАРДИРОВКА ЭНЕРГИЧНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Помимо непрерывно «дующего» солнечного ветра наше светило служит источником энергичных заряженных частиц (в основном протонов, ядер атомов гелия и электронов) с энергией 10⁶—10⁹ электронвольт (эВ). Их называют солнечными космическими лучами. Расстояние от Солнца до Земли — 150 млн. километров — наиболее энергичные из этих частиц покрывают всего за 10—15 мин. Основным источником солнечных космических лучей являются хромосферные вспышки.

По современным представлениям, вспышка — это внезапное выделение энергии, накопленной в магнитном поле активной зоны. На определённой высоте над поверхностью Солнца возникает область, где магнитное поле на небольшом протяжении резко меняется по величине и направлению. В какой-то момент силовые линии поля внезапно «пересекаются», конфигурация его резко меняется, что сопровождается ускорением заряженных частиц до высокой энергии, нагревом вещества и появлением жёсткого

электромагнитного излучения. При этом происходит выброс частиц высокой энергии в межпланетное пространство и наблюдается мощное излучение в радиодиапазоне.

Хотя «принцип действия» вспышки учёные, по-видимому, поняли правильно, детальной теории вспышек пока нет.

Вспышки — самые мощные взрывоподобные процессы, наблюдаемые на Солнце, точнее в его хромосфере. Они могут продолжаться всего несколько минут, но за это время выделяется энергия, которая иногда достигает 10²⁵ Дж. Примерно такое же количество тепла приходит от Солнца на всю поверхность нашей планеты за целый год.

Потоки жёсткого 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 серьёзная опасность облучения космонавтов, находящихся на орбите. Поэтому в разных странах проводятся работы по научному предсказанию солнечных вспышек на основании измерений солнечных магнитных полей.

Как и рентгеновское излучение, солнечные космические лучи не доходят до поверхности Земли, но могут ионизовать верхние слои её атмосферы, что сказывается на устойчивости радиосвязи между отдалёнными пунктами. Но действие частиц этим не ограничивается. Быстрые частицы вызывают сильные токи в земной атмосфере, приводят к возмущению магнитного поля нашей планеты и даже влияют на циркуляцию воздуха в атмосфере.

Наиболее ярким и впечатляющим проявлением бомбардировки атмосферы солнечными частицами являются полярные сияния. Это свечение в верхних слоях атмосферы, имеющее либо размытые (диффузные) формы, либо вид корон или занавесей (драпри), состоящих из многочисленных отдельных лучей. Сияния обычно бывают красного или зелёного цвета: именно так светятся основные составляющие атмосферы — кислород и азот — при облучении их энергичными частицами. Зрелище бесшумно возникающих красных и зелёных полос и лучей, беззвучная игра цветов, медленное или почти мгновенное угасание колеблющихся «занавесей» оставляют незабываемое впечатление. Подобные явления лучше всего видны вдоль овала полярных сияний, расположенного между 10° и 20° широты от магнитных полюсов. В период максимумов солнечной активности в Северном полушарии овал смещается к югу, и сияния можно наблюдать в более низких широтах.

Частота и интенсивность полярных сияний достаточно чётко следуют солнечному циклу в максимуме солнечной активности редкий день обходится без сияний, а в минимуме они могут отсутствовать месяцами. Наличие или отсутствие полярных сияний, таким образом, служит неплохим показателем активности Солнца. И это позволяет проследить солнечные циклы в прошлом, за пределами того исторического периода, когда проводились систематические наблюдения солнечных пятен.

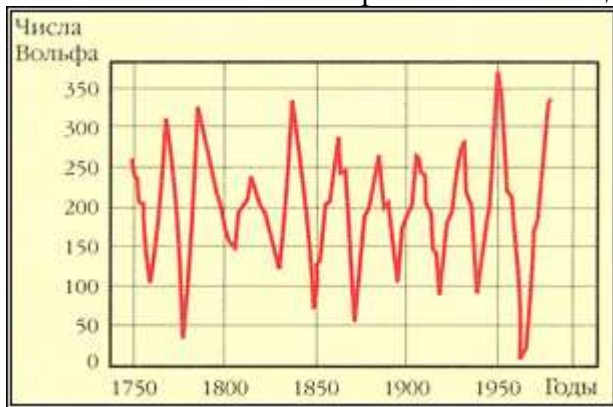
ЦИКЛЫ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Число пятен на диске Солнца не является постоянным, оно меняется как день ото дня, так и в течение более длительных промежутков времени. Немецкий астроном-любитель Генрих Швабе, который 17 лет вёл систематические наблюдения солнечных пятен, заметил: их количество убывает от максимума к минимуму, а затем увеличивается до максимального значения за период около 10 лет. При этом в максимуме на солнечном диске можно видеть 100 и более пятен, тогда как в минимуме — всего несколько, а иногда в течение целых недель не наблюдается ни одного. Сообщение о своём открытии Швабе опубликовал в 1843 г.

Швейцарский астроном Рудольф Вольф уточнил, что средний период изменения числа пятен составляет не 10, а 11 лет. Он же предложил для количественной оценки активности Солнца использовать условную величину, называемую с тех пор числом Вольфа. Оно определяется как сумма общего количества пятен на Солнце (f) и удесятерённого числа групп пятен (g), причём изолированное одиночное пятно тоже считается группой:

$$W=f+10g.$$

Цикл солнечной активности называют 11-летним во всех учебниках и популярных книгах по астрономии. Однако Солнце любит поступать



по-своему. Так, за последние 50 лет промежутки между максимумами составлял в среднем 10,4 года. Вообще же за время регулярных наблюдений Солнца указанный период менялся от 7 до 17 лет. И это ещё не всё. Проанализировав наблюдения пятен с начала телескопических исследований, английский астроном Уолтер Маундер в 1893 г. пришёл к выводу, что с 1645 по 1715 г. на Солнце вообще не было пятен! Это заключение подтвердилось в последующих работах; мало того, выяснилось, что подобные «отпуска» Солнце брало и в более далёком прошлом. Кстати, именно на «маундеровский минимум» пришёлся период самых холодных зим в Европе за последнее тысячелетие.

На этом сюрпризы солнечных циклов не кончаются. Ведущее пятно в группе (первое по направлению вращения Солнца) обычно имеет одну полярность (например, северную), а замыкающее — противоположную (южную), и это правило выполняется для всех групп пятен в одном полушарии Солнца. В другом полушарии картина обратная: ведущие пятна в группах будут иметь южную полярность, а замыкающие — северную. Но, оказывается, при появлении пятен нового поколения (следующего цикла) полярность ведущих пятен меняется на противоположную! Лишь в циклах через один ведущие пятна обретают прежнюю полярность. Так что «истинный» солнечный цикл с возвращением прежней магнитной полярности ведущих пятен в действительности охватывает не 11, а 22 года (конечно, в среднем).

Тёмные пятна на Солнце

Протуберанцами называются огромные образования в короне Солнца. Невооружённым глазом они наблюдаются, как пятна на Солнце.

Тёмные пятна на Солнце впервые замечены древне-китайскими астрономами (естественно, невооружённым глазом). Самым ранним упоминанием о наблюдении солнечных пятен невооружённым глазом считаются записи Гань Дэ, одного из трёх первых известных астрономов Древнего Китая, жившего в 4 веке до н.э. Его современники Ши Шэнь и У Сянь составили первый большой звездный каталог. Следующее упоминание о наблюдении за солнечными пятнами относится к 165 году до н. э. В энциклопедии «Нефритовый океан» говорится, что именно в том году на Солнце появился иероглиф «ван»: пятно выглядело не круглым, а крестообразным, похожим на письменный знак. По мнению

китайских астрономов, это первое зарегистрированное солнечное пятно. Начиная с 10 мая 28 г. до н. э. каждое новое пятно заносится в многотомные летописи императорского Китая.

Первым европейским астрономом, наблюдавшим пятна на Солнце, как принято считать в истории науки, был Галилео Галилей, ему же приписывается изобретение, или, по крайней мере, первое применение телескопа. Однако ни то, ни другое не совсем верно. Галилей не изобретал телескопа, а лишь отстаивал пользу его применения для изучения Вселенной. Что касается солнечных пятен, то первое упоминание о них в европейской литературе встречается в работе Эйнгарда «Жизнь Карла Великого» (807 г.). Позднее их наблюдали арабские ученые Абу-ль-Фадль Джафар ибн аль-Муктафи в 840 г. и Ибн-Рушд в 1196 г., а также итальянские астрономы в 1457 г. Галилей определил период вращения Солнца, наблюдая за движением пятна по диску Солнца. Оказалось, что скорость вращения вещества Солнца на разных широтах разная. Солнце вращается не как твердое тело.

В возникновении темных пятен нет ничего необычного. Солнце - это огромный бурлящий "котел" плазмы. Внутри оно горячее, снаружи - холоднее. Из-за этого перепада температур возникают конвекционные потоки - остывшие массы идут вглубь, а на их место поднимаются более горячие. Все было бы хорошо, если бы этому процессу не мешало сильное магнитное поле Солнца. Оказывается, что магнитные вихри могут локально приостановить конвекцию, не дать остывшим массам опуститься. В результате, эта область на солнечной поверхности будет холоднее окружающих, и поэтому будет выглядеть темнее. Это и есть темное пятно.

Плотность и температура протуберанцев такая же, как и вещества хромосферы (внешней оболочки Солнца), но на фоне горячей короны протуберанцы - холодные и плотные образования. Температура протуберанцев около 20 000 К. Некоторые из них существуют в короне несколько месяцев, другие, появляющиеся рядом с пятнами, быстро движутся со скоростями около 100 км/с и существуют несколько недель. Отдельные протуберанцы движутся с еще большими скоростями и внезапно взрываются; они называются эруптивными.

Размеры протуберанцев могут быть разными. Типичный протуберанец имеет высоту около 40 000 км и ширину около 200 000 км. Дугообразные протуберанцы достигают размеров 800 000 км. Зарегистрированы и рекордсмены среди протуберанцев, их размеры превышали 3 000 000 км.

Солнечное пятно - область фотосферы (наиболее глубокие и самые плотные слои атмосферы звезды) с мощным магнитным полем, и его сложная структура обусловлена магнитогидродинамическими эффектами в плазме. В пятне кроме тени и полутени прослеживается тонкая структура, являющаяся, в конечном счете, видоизмененной структурой Солнца вне активной зоны. Яркие точки в тени связаны с грануляцией Солнца, многие световые мосты - с факелами.

Число пятен на Солнце в разные годы различно. Для характеристики активности Солнца используют числа Вольфа, учитывающие количество одиночных пятен и групп пятен на Солнце. Оказалось, что эти числа меняются с циклом приблизительно 11 лет, хотя в 20 столетии средний период был ближе к 10 годам. В начале 11-летнего цикла пятна в небольшом количестве начинают появляться на сравнительно высоких широтах (35 - 40 градусов), а за тем постепенно зона пятнообразования спускается к экватору, до широты плюс 10 - минус 10 градусов, но на самом экваторе пятен, как правило, не бывает. Поскольку магнитная полярность северного и южного полушария Солнца меняется каждые одиннадцать лет, полярность пятен в северном и южном полушарии меняется также каждые одиннадцать лет, то Солнце называют магнито-переменной звездой с циклом в 22 года.

Солнечные пятна иногда бывают видны на его диске даже невооруженным глазом. Кажущаяся чернота этих образований вызвана тем, что их температура примерно на 1500

градусов ниже температуры окружающей их фотосферы (и соответственно непрерывное излучение от них гораздо меньше). Одинокое развитое пятно состоит из темного овала - так называемой тени пятна, окруженного более светлой волокнистой полутенью. Незрелые мелкие пятна без полутени называют порами. Зачастую пятна и поры образуют сложные группы.

Типичная группа пятен изначально возникает в виде одной или нескольких пор в области невозмущенной фотосферы. Большинство таких групп обычно исчезают через 1-2 суток. Но некоторые последовательно растут и развиваются, образуя достаточно сложные структуры. Солнечные пятна могут быть больше в диаметре чем Земля. Они часто объединяются в группы. Они формируются за несколько дней и обычно исчезают за неделю. Некоторые большие пятна, хотя, могут сохраняться в течении месяца. Большие группы солнечных пятен более активны чем маленькие группы или отдельные пятна.

Количество солнечных пятен, из которых выходят гигантские трубки силовых линий магнитного поля, растет и убывает в течение в среднем 11-летнего цикла активности. Текущий цикл начался в январе 2008; после половины цикла солнечная активность резко увеличится по сравнению с текущим затишьем. На протяжении предыдущих 11 лет солнечной поверхностью было испущено 21 тыс. вспышек и 13 тыс. облаков ионизированного газа (плазмы). Эти феномены, все вместе и называемые солнечными бурями, происходят из-за неослабевающего перемешивания (конвекции) газов на Солнце. В некоторых случаях существуют наземные бури – с тем важным отличием, что магнитные поля стягивают солнечную плазму, которая управляет их формой и подпитывает энергией. Вспышки – это аналоги световых бурь. Они и становятся источниками частиц высоких энергий и интенсивного рентгеновского излучения, происходящих за счет изменений в магнитном поле на относительно малых (по солнечной шкале) масштабах тысяч километров. Так называемые корональные выбросы массы – аналоги земных ураганов; они представляют собой гигантские магнитные пузыри около миллиона километров в диаметре, которые выбрасывают облака плазмы в миллиарды тонн в пространство со скоростью несколько миллионов километров в час.

Большинство солнечных бурь почти никак не проявляют себя – только в виде полярных сияний, танцующих в небе вблизи полюсов; по силе это явление не уступает ливню с ураганным ветром. Тем не менее время от времени Солнце порождает страшную бурю. Никто из нас, ныне живущих, никогда не испытывал на себе по-настоящему сильную солнечную бурю, но некоторые оставшиеся от нее следы дают исследователям много интересной информации. В данных о ледяной коре Гренландии и Антарктики ученый из Университета штата Мэриленд Кеннет Дж. Маккракен (Kenneth G. McCracken) обнаружил внезапные скачки концентрации сжатого эфира азотной кислоты, которые в последние десятилетия коррелируют с известными выбросами солнечных частиц. Нитратная аномалия, отождествленная с событиями 1859 г., стала самой серьезной за 500 лет, обладая очень точным соответствием сумме всех наиболее значимых солнечных бурь за последние 40 лет.

Несмотря на всю свою мощь, солнечная буря 1859 г. не кажется качественно отличающейся от более слабых солнечных бурь. Нам удалось реконструировать цепь событий прошлого. Мы исходили из современных исторических оценок и использовали измерения более мягких солнечных бурь, полученные спутниками за последние десятилетия.

Солнечная активность очень сильно влияет на жизнь на Земле. Первым эту связь начал исследовать А.Л. Чижевский. Первое наблюдение, сделанное ученым, датируется июнем 1915 года. На Севере блистали полярные сияния, наблюдавшиеся как в России, так и в Северной Америке, а "магнитные бури непрерывно нарушали движение телеграмм". Как раз в этот период ученый обращает внимание на то, что повышенная солнечная активность совпадает с кровопролитием на Земле. И действительно, сразу после появления больших пятен на Солнце на многих фронтах Первой мировой усилились военные действия. Он посвятил этим

исследованиям всю свою жизнь, и, тем не менее, его книга "В ритме Солнца" осталась недописанной и вышла только в 1969г., через 4 года после смерти автора. Он обратил внимание на связь между увеличением солнечной активности и земными катаклизмами.

Поворачиваясь к Солнцу то одним, то другим своим полушарием, Земля получает энергию. Этот поток можно представить в виде бегущей волны: там, где падает свет -- ее гребень, где темно -- провал. Иными словами, энергия то прибывает, то убывает.

Солнце меняет состояние магнитосферы и атмосферы Земли. Магнитные поля и потоки частиц, которые идут от солнечных пятен, достигают Земли и влияют прежде всего на мозг, сердечно-сосудистую и кровеносную системы человека, на ее физическое, нервное и психологическое состояние. Высокий уровень солнечной активности, его быстрые изменения возбуждают человека, а поэтому и коллектив, класс, общество, особенно, когда есть общие интересы и понятная и воспринимаемая идея.

Сейчас солнечно-земные связи изучаются очень активно. Появились новые науки - гелиобиология, солнечно-земная физика, - которые исследуют взаимосвязь жизни на Земле, погоды, климата с проявлениями солнечной активности. Последний максимум числа пятен на Солнце наблюдался в 2000 - 2001 году.

В настоящее время астрономы говорят, что наше светило становится все более ярким и жарким. Это связано с тем, за последние 90 лет активность его магнитного поля увеличилась более чем вдвое, причем наибольший рост произошел за последние 30 лет. Сейчас ученые могут предсказывать солнечные вспышки, что дает возможность заблаговременно подготовиться к возможным сбоям в работе радио- и электросетей.

Сильная солнечная активность может привести к тому, что на Земле выйдут из строя линии электропередач, изменятся орбиты спутников, которые обеспечивают работу систем связи, "направляют" самолеты и океанские лайнеры. Солнечное "буйство" обычно характеризуется мощными вспышками и появлением множества тех самых пятен.

В 1980 году появилась методика, позволяющая обнаруживать наличие пятен в фотосферах других звезд. Оказалось, что у многих звезд спектрального класса G и K есть пятна, сходные с солнечными, с магнитным полем того же порядка. Зарегистрированы и изучаются циклы активности таких звезд. Они близки к солнечному циклу и составляют 5 - 10 лет.

Заключение

Проблема "Солнце - Земля" является на сегодняшний день актуальной по многим причинам. Во-первых, это проблема альтернативных источников энергии на Земле. Солнечная энергия - неисчерпаемый источник энергии, притом безопасный. Во-вторых, это влияние солнечной активности на земную атмосферу и магнитное поле Земли: магнитные бури, полярные сияния, влияния солнечной активности на качество радиосвязи, засухи, ледниковые периоды и др. Изменение уровня солнечной активности приводит к изменению величин основных метеорологических элементов: температуры, давления, числа гроз, осадков и связанных с ними гидрологических и дендрологических характеристик: уровня озер и рек, грунтовых вод, солености и оледенения океана, числа колец в деревьях, иловых отложений и т.п. Правда в отдельные периоды времени эти проявления происходят только частично или вовсе не наблюдаются. В-третьих, это проблема "Солнце - биосфера земли". С изменением солнечной активности учеными было замечено изменение численности насекомых и многих животных. В результате изучения свойств крови: числа лейкоцитов, скорости свертывания крови и др., были доказаны связи сердечно-сосудистых заболеваний человека с солнечной активностью.

В середине 18-го столетия астрономы любители Г.Швабе и Р.Вольф впервые установили факт изменения числа солнечных пятен со временем, причем средний период

этого изменения составляет ~ 11 лет. Вольф ввел индекс относительных чисел солнечных пятен и сумел по различным материалам наблюдений астрономов-любителей и профессионалов восстановить его с 1749 г. Интервалы времени между годами максимальных (или минимальных) чисел Вольфа довольно сильно различаются. Известно, что с 1749 г. до наших дней продолжительность их колебалась от 7 до 17 лет между годами максимумов и от 9 до 14 лет между годами минимумов относительного числа солнечных пятен.

Кроме бросающегося в глаза 11-летнего цикла, имеются более длинные периоды - около 80 лет, которые выделяются не так ясно главным образом потому, что наблюдения астрономов солнечных пятен только три таких периода. Выдвигались также гипотезы о существовании 600-летнего и даже тысячелетнего циклов. Но подтвердить или опровергнуть эти гипотезы невозможно по причине отсутствия таких долговременных наблюдений (на сегодняшний день ученые располагают результатами наблюдений охватывающими чуть больше трехсот лет.

Хотелось бы отметить что проблема влияния солнечной активности на Землю и земные процессы нашла также свое отражение в поэзии:

Земное эхо солнечных бурь:

И вновь и вновь взошли на солнце пятна,

И омрачились трезвые умы,

И пал престол, и были неотвратны

Голодный мор и ужасы чумы.

И вал морской вскипал от колебаний,

И норд сверкал и двигались смерчи,

И родились на ниве состязаний

Фанатики, герои, палачи.

И жизни лик подернулся гримасой;

Метался компас – буйствовал народ,

И над землей и над людскою массой

Свершало Солнце свой законный ход...

Список литературы

1. Чижевский А.Л. "Земное эхо солнечных бурь": М., Мысль 1976г.
2. Мирошниченко Л.И. "Солнечная активность и земля": М., Наука 1981г.
3. Широкова Е. "В плену солнечных бурь" // Камчатское Время 26.04.2001г.
4. О.Я.Бондаренко. Заметки на полях Солнца (на правах рукописи). Бишкек: 2001. Г
5. Г.А. Гуреев. Земля и небо. – М.:Сашко, 1993 год.
6. Ф.Л. Уилл. Семья Солнца – Сп-Б.:Художественная литература, 1995 год.
7. Е.П. Левитан. Учебник астрономии для 11-х классов. – М.: Просвещение, 1994 год.
8. Н.П. Русин, Л.Л. Флит. Солнце на земле. – М.: Тригон, 1994 год.

Первое государство Землян в Космосе-Asgardia--

<https://asgardia.space/en/>

публикатор –

Professor dr Vladimir Onoprienko - Member Noosphere Public Academy of Sciences, Russia,

член Конституционной Коллегии Ноосферной Этико-Экологической Конституции человечества, член НДЭАМ;

Certified Member of Asgardia - The First Space Nation-

Сертифицированный член asgardia - первая космическая держава.