Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
Средняя общеобразовательная школа № 21 г. Иркутска

Научно-практическая работа

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

Выполнила: Бакланова Арина
учащаяся 8А класса
МБОУ СОШ №21
г. Иркутска
Проверили: Серёдкина Е.И.
учитель физики
МБОУ СОШ №21
г. Иркутска
Научный руководитель:
Челпанов А.А
ИСЗФ СО РАН

Иркутск,
2016 г.

Содержание

Введение 3

Строение Солнца и общие характеристики Солнца 4

Солнечная активность 6

Работа с базой наблюдательных данных и самостоятельный расчёт индекса солнечной активности за последний цикл 10

Заключение 13

Литература 14

Введение

Ближайшая к нам звезда – это Солнце. На небе оно выглядит почти таким же, как полная Луна, но на самом деле его диаметр (1 391 980 км) примерно в 400 раз больше диаметра нашего спутника. А масса Солнца (1,989 10^{30} кг) в 750 раз превышает массу всех вращающихся вокруг него планет, вместе взятых! Солнце лучше всех прочих звезд изучено человеком, и то, что мы узнали о его строении, помогает нам понять природу других звезд.

Интерес ученых к проблеме солнечно–земных связей вызван несколькими причинами. Прежде всего, по мере выяснения физических сторон влияния Солнца на Землю выявилось громадное прикладное значение этой проблемы для радиосвязи, магнитной навигации, безопасности космических полетов, прогнозирования погоды и так далее.

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. Нас же интересует вопрос о том, какое влияние оказывает деятельность Солнца на наше здоровье, каким образом солнечные бури, пятна и вспышки влияют на наше самочувствие.

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

Строение Солнца

Радиус Солнца составляет 696 тыс. км, что в 109 раз превышает радиус Земли, причем полярный и экваториальный диаметры различаются не более чем на 10 км. Соответственно, объем Солнца превышает земной в 1,3 миллиона раз. Масса Солнца в 330 000 раз больше массы Земли. Средняя плотность Солнца невелика – всего 1,4 г/см^3, хотя в центре она достигает 150 г/см^3. Ежесекундно Солнце излучает 3,84*10^{26} Дж энергии, что в масс-энергетическом эквиваленте соответствует потере массы 4,26 миллионов тонн в секунду.

Расстояние до Солнца: 149,6 млн.км = 8,31 световая минута

Масса Солнца: 1,989*10^{30} кг = 333000 масс Земли

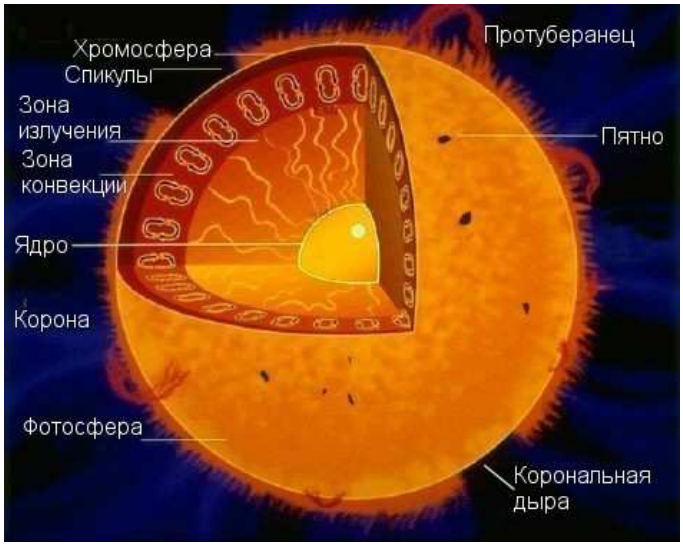
Радиус Солнца: 695 990 км или 109 радиусов Земли

Светимость Солнца: 3,846 * 10^{33} эрг/с

Температура поверхности Солнца: 5 770 К

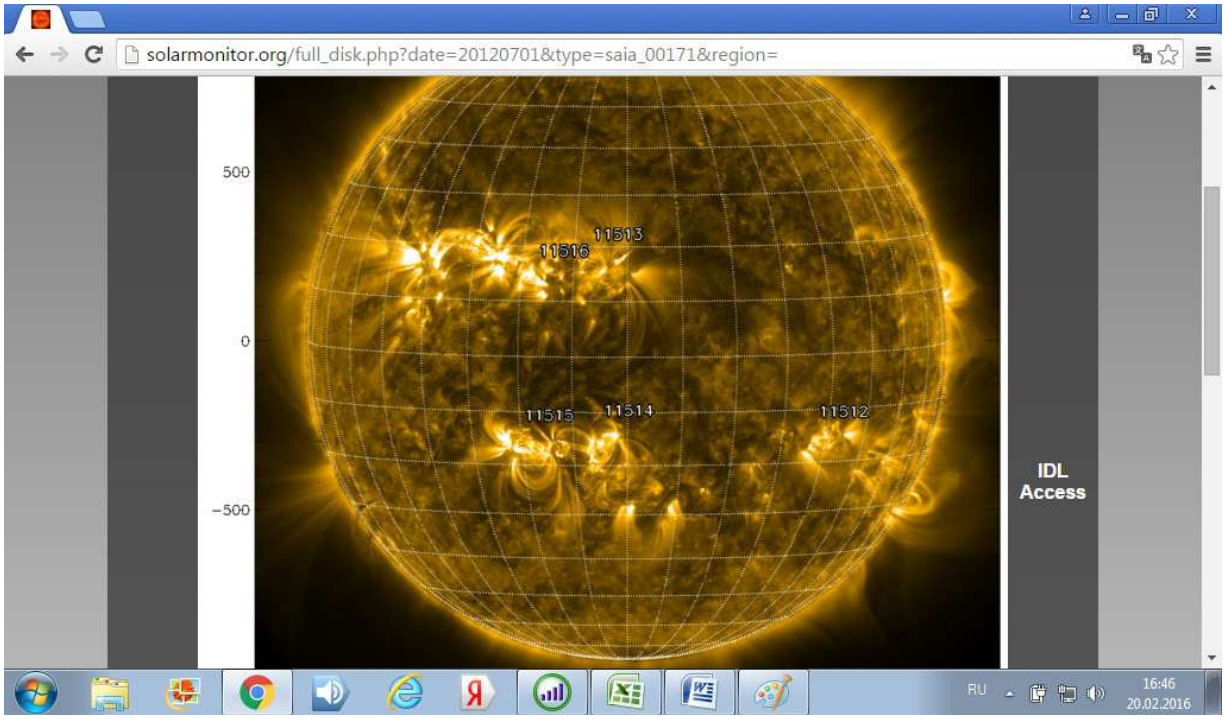
Солнце на 71% состоит из водорода, на 27% из гелия и на 2% из прочих элементов. Гелий сосредоточен в плотном ядре, где и происходит выделение энергии в результате термоядерной реакции. Температура ядра достигает 15 000 000 К (а температура поверхности Солнца – «всего» около 6 000 К)! От ядра с помощью излучения и конвекции энергия передается к поверхности Солнца, окруженной солнечной атмосферой [3].

Рисунок 1 Схема строения Солнца



Яркая светящаяся поверхность Солнца, видимая невооруженным глазом, имеет температуру порядка 60000 градусов и называется фотосферой (по-гречески «сфера света»), ее глубина – несколько сотен километров. Именно здесь образуется большая часть излучения, идущего от светила. Фотосфера напоминает…кипящую рисовую кашу. Продолговатые «зерна» - гранулы - размером порядка тысячи километров заметны даже в небольшой телескоп. Над фотосферой располагается солнечная атмосфера: на высоте 2-3 тысяч километров – достаточно плотный и тонкий слой – хромосфера, получивший свое название за то, что он бывает виден во время затмений как тонкая розовая окантовка Солнца – светило «расцветает». С высот порядка 10 тысяч километров начинается разреженная, но неоднородная и

удивительно горячая (1-2 млн. градусов) корона Солнца. Она простирается до расстояний в несколько солнечных радиусов. Увидеть ее серебристо-жемчужное сияние можно во время солнечных затмений или при помощи специального телескопа – коронографа [10].



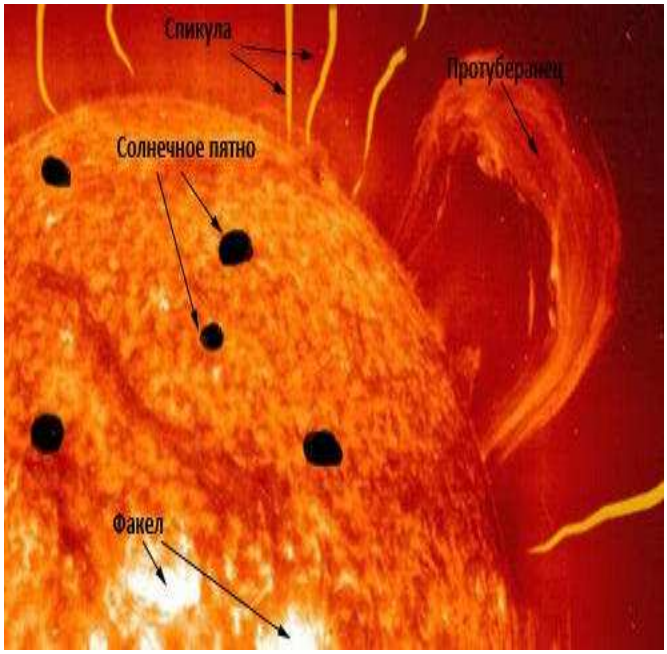
Агрегатное состояние вещества на Солнце: при таких температурах (6000 и выше) это может быть только плазма, то есть ионизованный газ. Плазме присущ ряд весьма специфических свойств. Хотя она в целом электрически нейтральна, однако обладает электропроводностью, и при наличии магнитного поля сосуществует вместе с ним: с одной стороны, магнитное поле ограничивает подвижность плазмы – заряженные частицы перемещаются вдоль его силовых линий и труднее – поперек; с другой стороны, если облаку плазмы удалось оторваться от основной области, она увлекает магнитное поле за собой. Это явление образно называют вмороженностью магнитного поля в плазму. Еще одно характерное свойство плазмы: она поглощает электромагнитные колебания, частота которых ниже плазменной частоты. Вследствие этого, если плотность плазмы зависит только от высоты (нет неоднородностей), то более длинноволновые электромагнитные колебания (радиоволны) исходят из более высоких слоев солнечной атмосферы. Аналогичная ситуация существует и в ионосфере Земли, которая так же является плазмой.

Солнечная активность.

Солнечная активность — совокупность нестационарных явлений на Солнце. К этим явлениям относятся солнечные пятна, солнечные вспышки, факелы, флоккулы, протуберанцы, корональные лучи, конденсации, транзиенты, спорадическое радиоизлучение, увеличение ультрафиолетового, рентгеновского и корпускулярного излучения и др. Большинство этих явлений тесно связаны между собой и возникают в активных областях. В их протекании отчётливо видна цикличность со средним периодом 11.2 года, а также с периодами 22, 80-90 лет и др.[1,2]

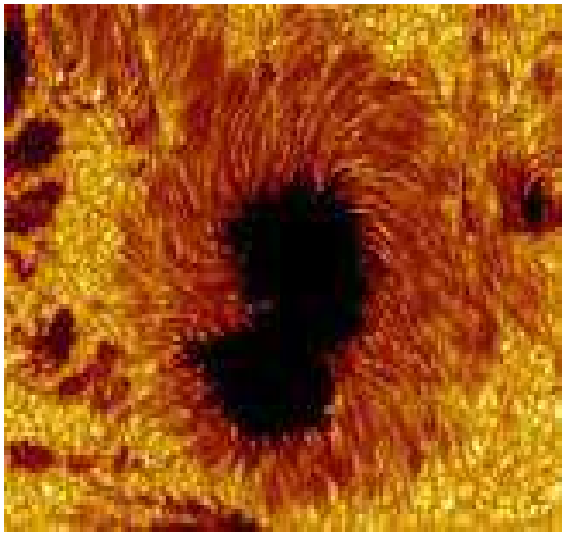
Места, где наблюдаются активные образования, получившие название активных зон, их главная характеристика - это сильные локальные магнитные поля, которые выходят на поверхность Солнца и намного сильнее его регулярного магнитного поля.

По всей видимости, солнечная активность – результат сложного взаимодействия плазмы солнечной атмосферы, присутствующих в ней магнитных полей, конвективных движений и дифференциального вращения солнца. Проявления солнечной активности тесно связаны с магнитными свойствами солнечной плазмы. Возникновение активной области начинается с постепенного увеличения магнитного потока в некоторой области фотосферы. В соответствующих местах хромосферы вскоре после этого наблюдается увеличение яркости в линиях водорода и кальция. Такие области называются **флоккулами**. Примерно в тех же участках на Солнце в фотосфере (т.е. несколько глубже) при этом также наблюдается увеличение яркости в белом (видимом) свете – **факелы**. Увеличение энергии, выделяющейся из области факела и флоккула, является следствием увеличившейся до нескольких десятков эрстед напряжённости магнитного поля.



Через 1-2 дня после появления флоккула в активной области возникают солнечные пятна в виде маленьких чёрных точек – пор. Многие из них вскоре исчезают, и лишь отдельные поры за 2 – 3 дня превращаются в крупные тёмные образования.

Активные зоны в фотосфере проявляют себя прежде солнечными **пятнами**. По контрасту с фотосферой солнечные пятна имеют вид темных образований, так как температура вещества в них меньше, чем в окружающих участках фотосферы: в больших пятнах она достигает лишь 4500 К. Случаются, как одиночные пятна, так и их группы. Размеры пятен в среднем уровне 40 000 км, однако, бывают пятна диаметром до 180 000 км.



В большом пятне выделяют темное ядро и полутень. Время жизни одиночных пятен достигает нескольких месяцев, для групп пятен он иногда ограничен несколькими часами.

Индукция магнитного поля в пятнах достигает 0,5 Тл. Сильное магнитное поле тормозит выход горячей солнечного вещества из его недр, и именно поэтому температура поверхности Солнца в этом месте снижается.

Пятно, в котором магнитные силовые линии выходят из-под поверхности, имеет северную полярность N, если же эти линии идут под поверхность - южную S. Магнитные силовые линии, исходящие из пятен, иногда простираются далеко за поверхность Солнца, в хромосферу и корону.

На солнечном диске наблюдаются светлые образования - факелы, они являются повсеместными спутниками пятен. Поскольку в самой пятне поток энергии меньше (а из глубины Солнца он равномерное во всех направлениях), то участок рядом с пятном - факел - это место, где ее поступает больше.

Самое мощное проявление солнечной активности – это **вспышки**. Они происходят в сравнительно небольших областях хромосферы и короны, расположенных над группами солнечных пятен. По своей сути вспышка – это взрыв, вызванный внезапным сжатием солнечной плазмы. Сжатие происходит под давлением магнитного поля и приводит к образованию длинного плазменного жгута или ленты. Длина такого образования составляет десятки и даже сотни тысяч

километров. Общее количество энергии, выделяющееся в результате взрыва, может составлять в зависимости от его силы от 10^{23} до 10^{25} Дж. Продолжается вспышка обычно около часа.

Мощность энерговыделения 1 гр. вещества в области вспышки в среднем в 10^{12} раз больше, чем мощность энерговыделения 1 гр. вещества всего Солнца. Это говорит о том, что источник энергии вспышек отличается от источника энергии всего Солнца. Хотя детально физические процессы, приводящие к возникновению вспышек, ещё не изучены, ясно, что они имеют электромагнитную природу. Основной жгут вспышки обычно располагается вдоль нейтральной линии магнитного поля – направления, разделяющего области различной полярности. При некоторых условиях возникает неустойчивость, магнитные поля вблизи нейтральной линии сильно сближаются, сливаются и нейтрализуются (аннигилируют). При этом энергия магнитного поля переходит в другие формы: в излучение, тепло и кинетическую энергию движущихся газов. В электромагнитное излучение переходит примерно половина всей энергии. Это излучение может наблюдаться в видимых, ультрафиолетовых, рентгеновских лучах и даже гамма-лучах. Особенно много энергии излучается в красной спектральной линии водорода, в которой вспышки чаще всего и наблюдают при помощи узкополосных светофильтров. Энергия, излучаемая вспышкой в коротковолновой области спектра, состоит из ультрафиолетовых рентгеновских лучей. Эти лучи испускаются очень сильно ионизованными атомами. Например, во время некоторых вспышек наблюдалось рентгеновское излучение, характерное для атома железа, лишённого 25 электронов, которые, по сути дела, представляет собой атомное ядро, обладающее подобно водороду, только одним электроном!

Другая половина энергии вспышки идёт на ускорение, иногда до релятивистских скоростей, элементарных частиц, главным образом электронов и протонов. Поток таких частиц добавляется во время вспышек к общему потоку космических лучей, наблюдаемых вблизи Земли. Сталкиваясь с другими атомами, энергичные ядра вызывают их необычайно сильную ионизацию, а в некоторых случаях проникает даже через электронные оболочки атомов, и приводят к ядерным превращениям, сопровождающимся испусканием гамма-квантов. Как и всякий сильный взрыв, вспышка порождает ударную волну, распространяющуюся как вверх в корону, так и горизонтально вдоль поверхностных слоев солнечной

атмосферы. Излучение солнечных вспышек оказывает особо сильное воздействие на верхние слои земной атмосферы и ионосферу и приводит к возникновению целого комплекса геофизических явлений.

Наиболее грандиозными образованьями в солнечной атмосфере являются **протуберанцы** – сравнительно плотные облака газов, возникающие в солнечной короне или выбрасываемые в нее из хромосферы. Типичный протуберанец имеет вид гигантской светящейся арки, опирающейся на хромосферу и образованной струями и потоками более плотного и холодного, чем окружающая корона, вещества. Иногда это вещество удерживается прогнувшимися под его тяжестью силовыми линиями магнитного поля, а иногда медленно стекает вдоль магнитных силовых линий. Имеется множество различных типов протуберанцев. Некоторые из них, так называемые эруптивные протуберанцы, связаны с взрывоподобными выбросами вещества из хромосферы в корону.

Области на Солнце, в которых наблюдаются проявления солнечной активности, называются центрами солнечной активности.

Общая активность Солнца, характеризуемая количеством и силой проявления центров солнечной активности, периодически изменяется. Существует множество различных удобных способов количественно оценивать уровень солнечной активности. Обычно пользуются наиболее простым и раньше всех введенным **индексом** солнечной активности – числами Вольфа W. Числа Вольфа пропорциональны сумме полного числа пятен, наблюдаемых в данный момент на Солнце (f), и удесятеренного числа групп, которые они образуют (g). Таким образом, $W=k(f+10g)$, где k – коэффициент, учитывающий качество инструмента и производимых с его помощью наблюдений. Эпоху, когда количество центров активности наибольшее, считают максимумом солнечной активности, а когда их совсем нет или почти совсем нет – минимумом. Максимумы и минимумы чередуются в среднем с периодом 11 лет. Это составляет так называемый одиннадцатилетний цикл солнечной активности.

Солнечная цикличность — периодические изменения солнечной активности. Наиболее известен и лучше всего изучен солнечный цикл с длительностью около 11 лет («цикл Швабе»). Иногда, в узком смысле, под *солнечным циклом* понимают именно 11-летний цикл солнечной активности.

Выделяют также удвоенный цикл Швабе длиной около 22 лет (так называемый «цикл Хейла»), имея в виду, что состояние глобального магнитного поля Солнца возвращается к исходному через два полных 11-летних цикла.

В поведении солнечной активности имеются также гораздо менее выраженные циклы большей длительности: например, «цикл Гляйсберга» с периодом около одного века, а также сверхдлинные циклы длиной в несколько тысяч лет.

Практическая часть

Расчет показателя солнечной активности.

Ежесуточные наблюдения за солнечной и связанной с нею геомагнитной активностью позволяет определять наибольшие и наименьшие значения исследуемых величин. Наблюдать динамические (периодические и непериодические) колебательные процессы, продолжительность которых соизмерима с длительностью суток и декад. Суточные наблюдения представляют наибольший интерес с точки зрения анализа зависимости состояния человека, от солнечной и геомагнитной активности.

Международное число Вольфа (относительное число солнечных пятен, цюрихское число, Wolf number) — названо в честь швейцарского астронома Рудольфа Вольфа, является широко используемым численным показателем количества пятен на Солнце. Число Вольфа для суток вычисляеться по формуле: $W=k(f+10g)$, где: W — число Вольфа, f — количество наблюдаемых пятен, g — количество наблюдаемых групп пятен, k — нормировочный коэффициент.

В практической части данной работы взята солнечная активность в период с 2006 по 2015 года с базы наблюдаемых данных www.SolarMonitor.org. Рассчитаны числа Вольфа за 1, 11, 21 число каждого месяца за все рассматриваемые года. Взяты фотографии с www.SolarMonitor.org. подсчитано количество пятен как одиночных, так и в группах, количество групп пятен на всей поверхности солнца в белом свете.

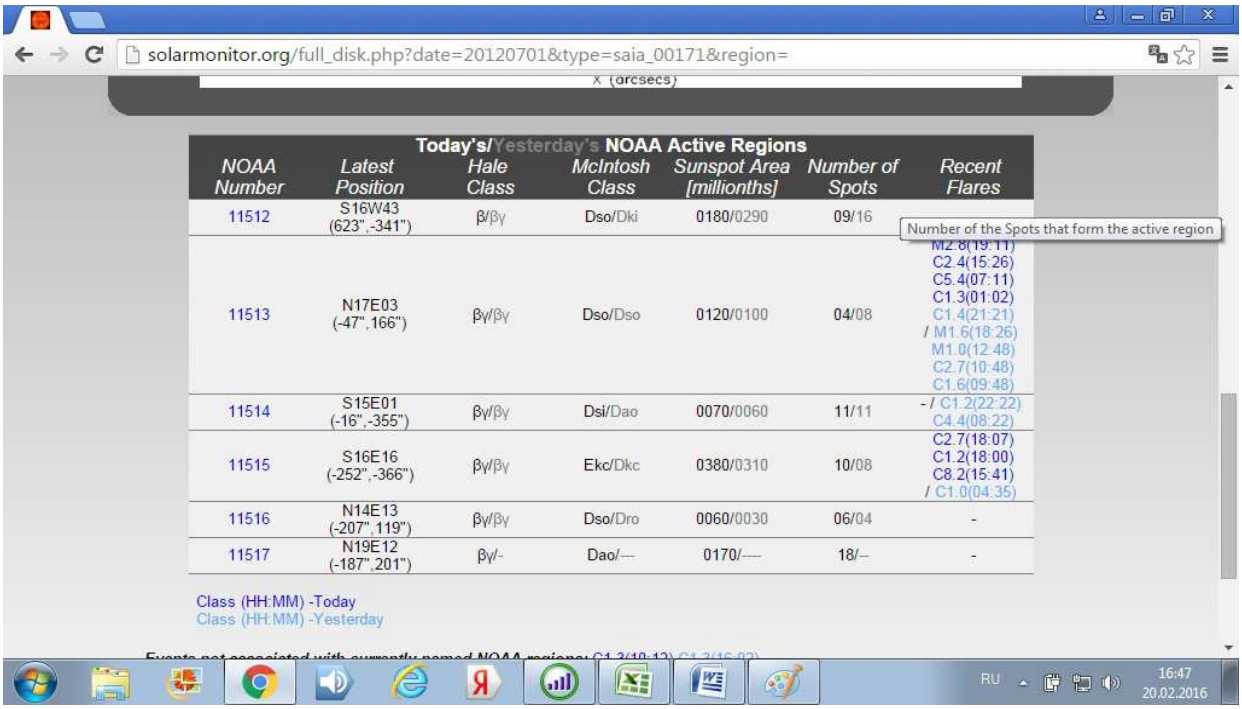


Рис. Таблица солнечной активности, в которой указаны номер группы пятен, количество пятен в группе, количество и номер вспышек.

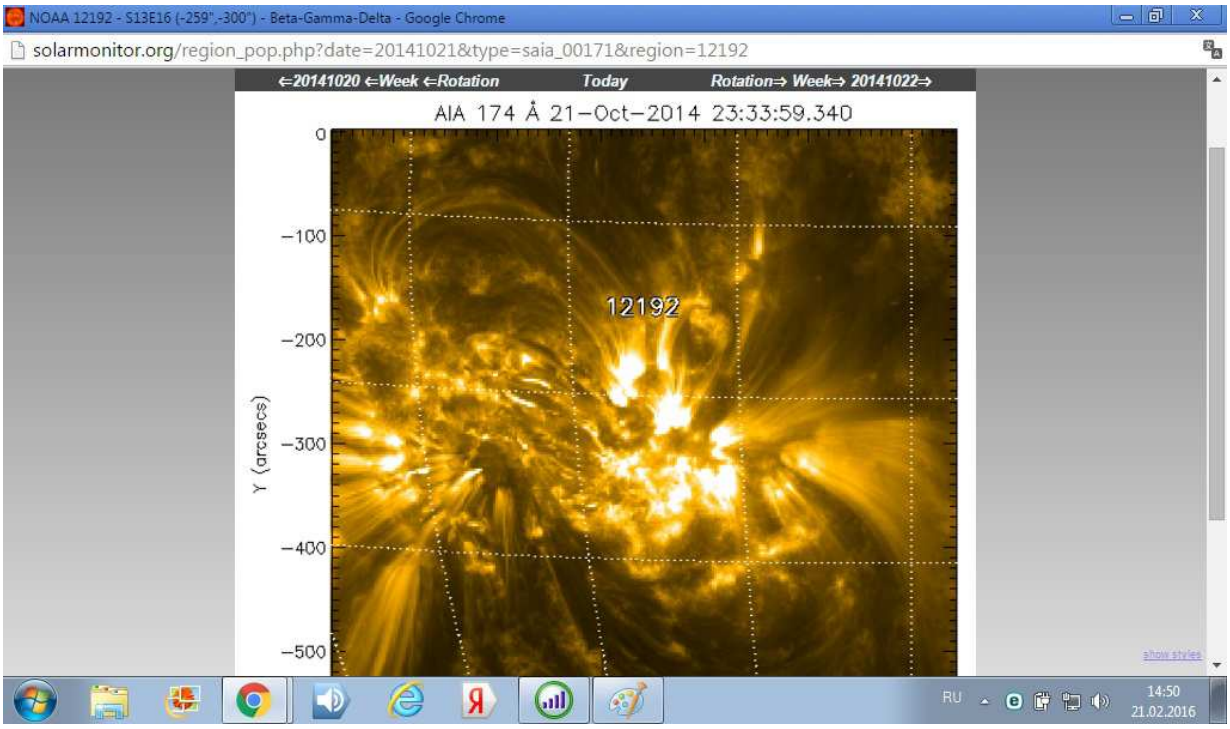
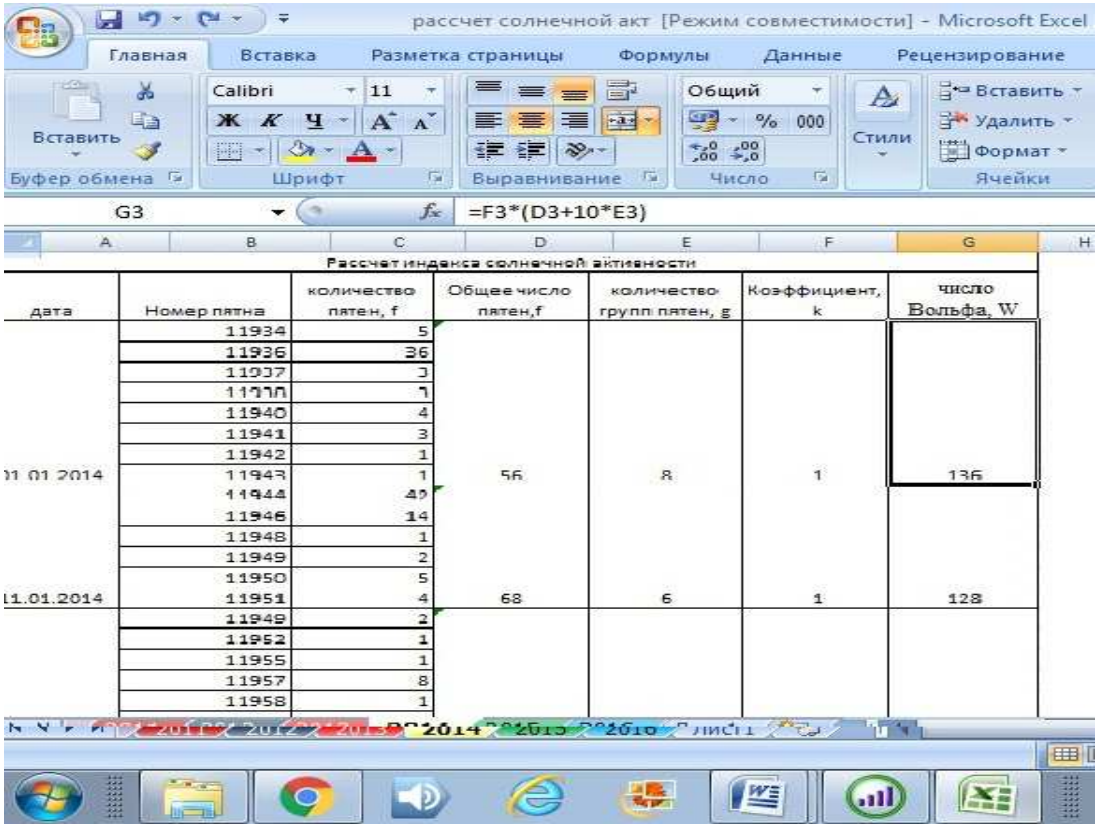


Рис. В одной группе 43 пятна(21 октября 2014 года).

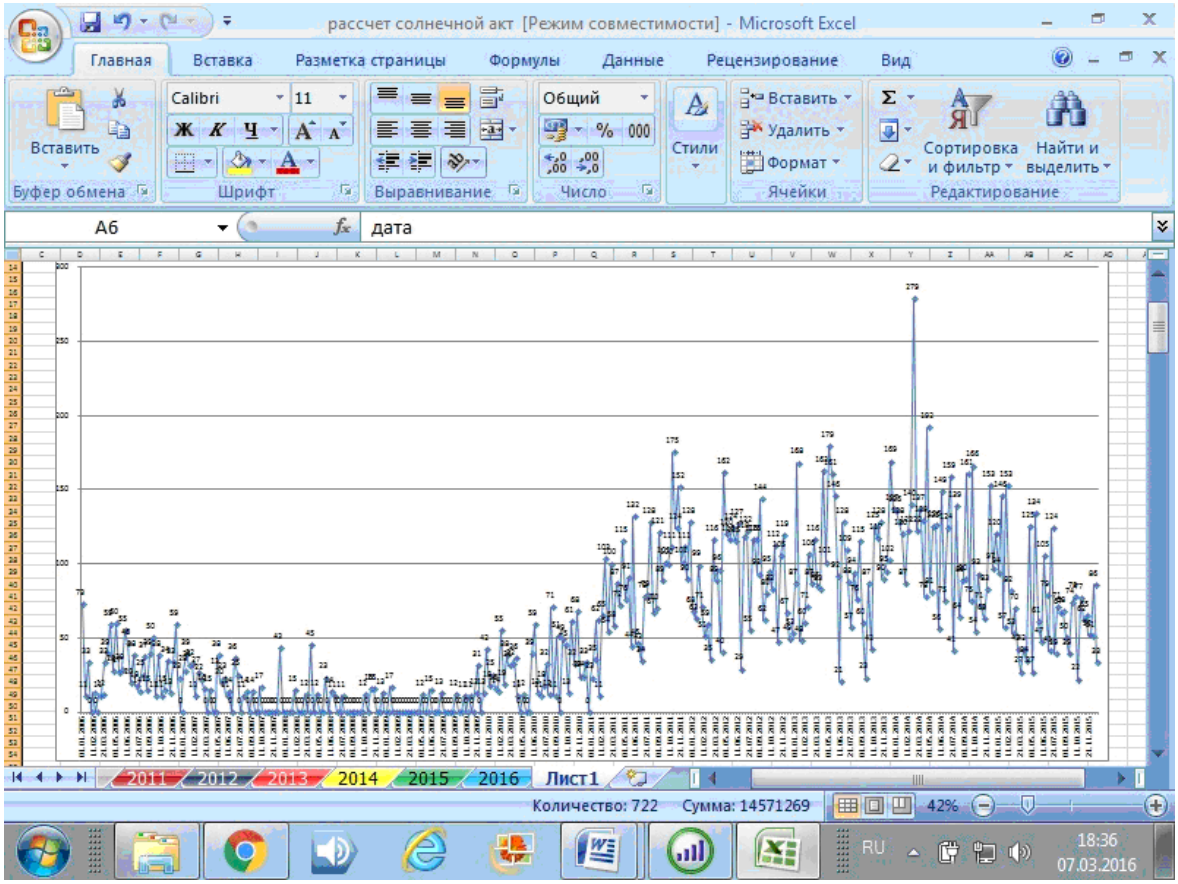
Построена таблица для расчета чисел Вольфа в рассматриваемый период с 2006- 2015 гг. в программе Excel.

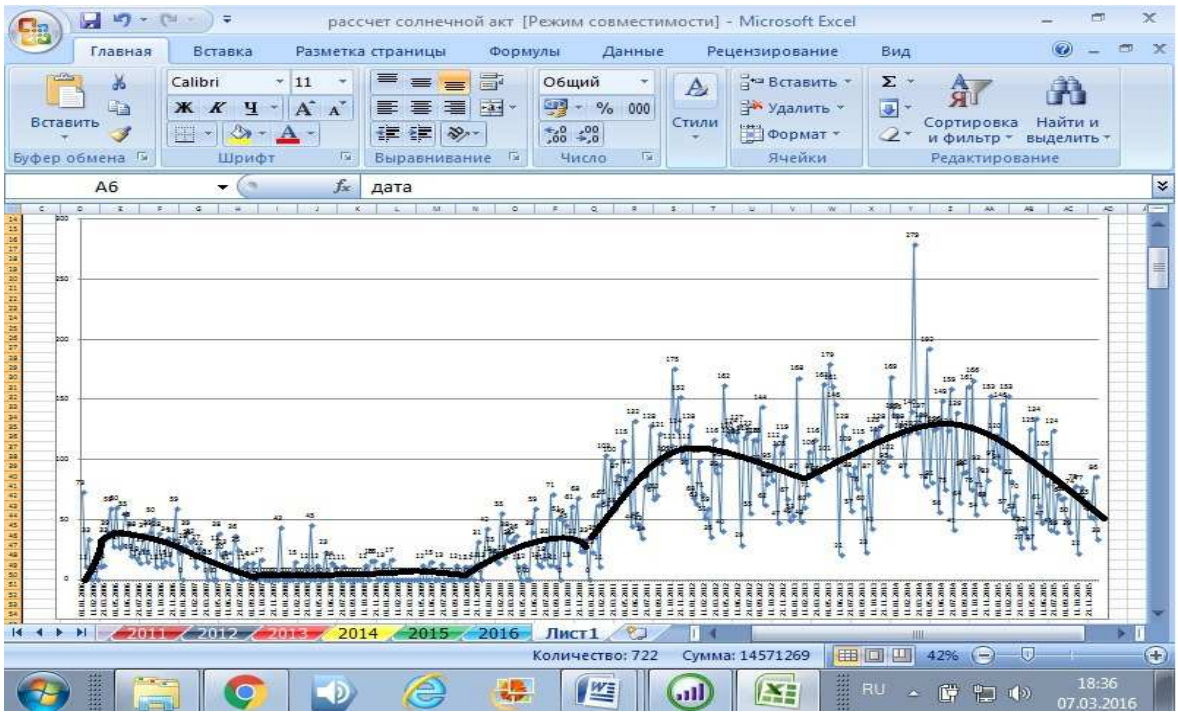


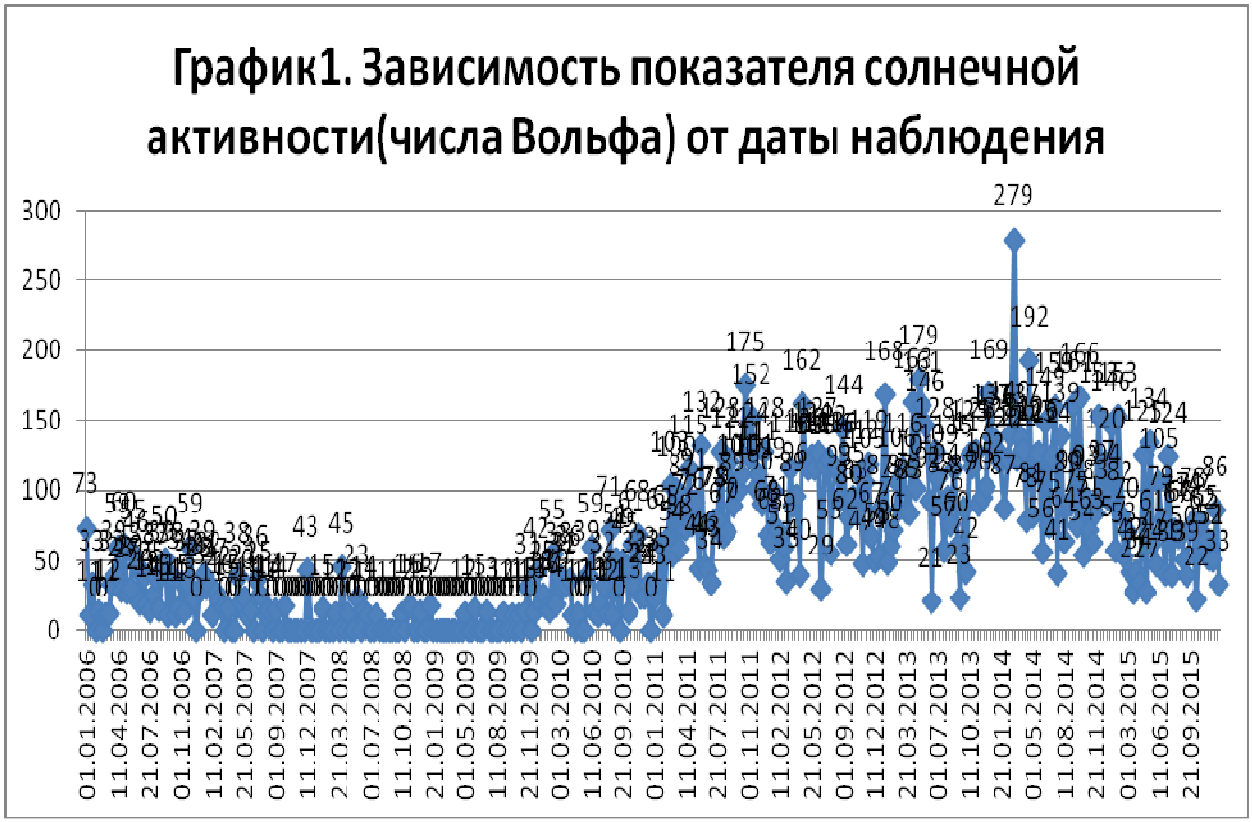
дата	Номер пятна	количество пятен, f	Общее число пятен,f	количество групп пятен, g	Коэффициент, k	число Вольфа, W
	11934	5				
	11936	36				
	11937	3				
	11938	7				
	11940	4				
	11941	3				
	11942	1				
11.01.2014	11943	1	56	8	1	136
	11944	49				
	11946	14				
	11948	1				
	11949	2				
	11950	5				
11.01.2014	11951	4	68	6	1	128
	11949	2				
	11952	1				
	11955	1				
	11957	8				
	11958	1				

Рис. Таблица расчета солнечной активности.

Построен график зависимости даты исследования (каждые 1,11, 21 число в период с 2006 по 2015 г.) от показателя солнечной активности (числа ВольфаW).







Получили, что минимум солнечной активности приходится на 2009 год число Вольфа W=190 и максимум солнечной активности на 2014 год W=4124.

Заключение

В ходе работы изучены процессы солнечной активности, построен график индекса солнечной активности за последние десять лет, на котором отчетливо видно окончание предыдущего 23-го цикла солнечной активности, затем, после минимума активности виден текущий завершающийся цикл. На графике так же можно увидеть необычную особенность 24-го цикла солнечной активности - двойной максимум.

В рамках данной работы были выполнены следующие задачи:

- Проведен обзор литературы строения Солнца, солнечной активности.
- Освоен язык технических расчетов в программе Excel.
- Проведено исследование поведения солнечной активности от даты исследования с использованием Международной базы данных SolarMotion.org.

Литература

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/
2. В.Н. Ишков, Э.В Кононович. «Солнечная активность», http://crydee.sai.msu.ru/
3. Ю.В. Витинский «Солнечная активность» - Москва: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983 - с. 192 - Строение Солнца.
4. А.В. Засов, Э.В. Кононович, «Солнечные вспышки», www.astronet.ru
5. Л.И. Мирошниченко, «Солнечно-земные связи вспышки», www.astronet.ru
6. Б.М. Владимирский, Н.А. Темурьянц, В.С. Мартынюк. Космическая погода и наша жизнь. Век 2, 2004 г.
7. В.П. Вязицын. Природа пятен // Курс астрофизики и звездной астрономии том, № 3. М.: «Мир» - 1964 г.
8. И.П. Дружинин, Н.В. Хомянова. «Солнечная активность и переломы хода природных процессов на Земле». М.: «Наука» - 1969 г.
9. https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнце
10. С.В. Житомирский, Е.Г. Итальянская, И.К. Лапина, Энциклопедия «Астрономия», М.: «Росмэн» - 2006 г.