

XV научная конференция школьников
"Человек и космос"

Учебно-исследовательская работа.

**СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЗЕМЛЮ В
АГУСТЕ- СЕНТЯБРЕ 2025 ГОДА.**

Выполнил: Щеглов Андрей, ученик 4 «в» класса
МБОУ г. Иркутска СОШ № 19
Руководитель: Д-р физ.-мат. наук, профессор
С.А. Язев

г. Иркутск
2025 г.

Оглавление

Введение.....	3
Теоретическая часть.....	5
2.1 Что такое Солнце и почему оно светит.....	5
2.2 Солнечная активность	8
3. Анализ солнечной активности в августе-сентябре 2025 года	13
3.1 Индекс солнечной активности	13
3.3 Солнечная вспышка	14
3.4 Вращение Солнца.....	15
Заключение	16
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ	18
Приложение	19

Введение

Солнце - повелитель Солнечной системы, одаривающий нас светом и теплом. От каменных планет, обращающихся по тесным орбитам, до громоздких планет – гигантов – все скреплено мощью Солнца.

Сила Солнца была осознана еще в доисторические времена: многие древние культуры во всем мире поклонялись ему как Богу. Даже без какого-либо научного обоснования было ясно, что Солнце жизненно важно для существования жизни на Земле. По этой причине люди воздвигали памятники, пирамиды и курганы, которые не только славили Солнце, но и отмечали события солнечного календаря, такие как солнцестояние.

Часто в заголовках новостей можно прочесть: «сегодня повышенная солнечная активность». Широко распространено мнение, что солнечная активность – это характеристика общего потока энергии, излучаемой Солнцем. А что на самом деле подразумевают под собой слова «повышенная» или «пониженная» солнечная активность?

Актуальность:

Солнце является самым важным жизнеобеспечивающим объектом планетарной системы. Оно является сложной физической структурой, существующие модели, описывающие происходящие на Солнце процессы, во многом носят теоретический характер. Изучение Солнца позволит не только прогнозировать физические явления, такие как вспышки, магнитные бури на Земле, но и расширит понимание особенностей других звезд.

Цель исследования:

Установить закономерность между вспышкой на Солнце и последующей за ней магнитной бурей.

Объект исследования: Солнце

Предмет исследования: Солнечная активность

Задачи:

1. Изучить специальную литературу;
2. Проанализировать данные наблюдений солнечной активности, выполненных космической обсерваторией SDO;
3. Произвести расчеты индекса солнечной активности;
4. Произвести расчет скорости движения вещества от Солнца к Земле;

Методы исследования:

1. Исследование и анализ литературы и информационных ресурсов.
2. Исследование реальных данных наблюдений солнечной активности.

Теоретическая часть

2.1 Что такое Солнце и почему оно светит

Согласно классификации звезд, Солнце – желтый карлик. Нам на Земле кажется, что Солнце бывает разного цвета – от белого и желтого до оранжевого и красного, но это объясняется наличием земной атмосферы и зависит от высоты Солнца в небе. При наблюдении из космоса, без фильтра атмосферы, оно кажется почти белым.

Желтые карлики составляют около 10% всех звезд, поэтому в нашей Галактике - а в ней около 400 млрд. звезд – должно быть примерно 40 млрд. звезд, подобных Солнцу. Продолжительность жизни звезд такого типа примерно 10 млрд. лет – с момента, когда в их ядре начинаются реакции термоядерного синтеза из водорода, и до момента, когда там заканчивается термоядерное топливо. Наше Солнце образовалось почти 5 млрд. лет назад из сжимающегося молекулярного облака, сейчас наше светило примерно в середине жизненного цикла желтого карлика. По истечении этого периода оно пройдет этап быстрого расширения и станет красным гигантом. Диаметр Солнца увеличится по меньшей мере в 200 раз по сравнению с нынешним, и оно поглотит Меркурий и Венеру. Возможно, что Земля избежит этой участи, но к тому времени планета будет непригодна для жизни из-за усиления светимости Солнца и температуры.

Масса Солнца составляет 330000 масс Земли и превышает 99% массы всей Солнечной системы, включающей все планеты Солнечной системы, их спутники, астероиды и метеороиды, кометы, пыль, газ. 74% массы Солнца приходится на водород, и 24 % массы - на гелий. На Солнце присутствуют ядра атомов других химических элементов, но их общая доля не превышает 2 % от массы Солнца. Вещество, из которого состоит Солнце, находится в газообразном состоянии: на видимой поверхности Солнца, ниже которой оно становится непрозрачным, температура достигает 6000 К. Теоретически предполагается, что температура в центре достигает порядка 15 млн К.

Благодаря своей высокой температуре Солнце испускает в окружающее пространство огромное количество энергии в виде электромагнитного излучения.

Солнце вращается вокруг своей оси, совершая один оборот почти на 26 земных суток. Поскольку Земля вращается вокруг Солнца в том же направлении, для земного наблюдателя Солнце совершает оборот за 27 суток.

У ученых были разные мнения, почему Солнце светит. В XIX в. было предположение, что Солнце разогрето падением метеоритов, позднее появилась версия, что Солнце сжимается под воздействием собственной сильной гравитации. Существовало и мнение, что оно разогревается за счет радиоактивности. Но в середине XX в. немецкий физик Ганс Бете разработал теорию ядерного синтеза, и она оказалась верной.

Солнце излучает тепло и свет, являющиеся результатом выделения энергии при термоядерном синтезе в ядре звезды. Термоядерный синтез – это процесс, в результате которого атомные ядра объединяются в новое атомное ядро с выделением энергии.

Тепло отводится из ядра Солнца путем излучения. Это означает, что продукт солнечного синтеза, гелий остаётся в месте его образования. Непосредственным источником тепла для Солнечной системы служит электромагнитное излучение Солнца.

Внутреннее строение Солнца, согласно современной теории, выглядит так: в центре расположено ядро. Давление в ядре более чем в 100 млрд раз превышает атмосферное давление на поверхности Земли. Каждую секунду примерно 5 млн тонн водорода превращается в гелий, при этом около 7% этой величины преобразуется в энергию.

Над ядром находится зона лучистого переноса. Ее температура и плотность ниже, чем в ядре, поэтому термоядерных реакций здесь уже нет. Через эту зону излучение, поглощаясь и переизлучаясь, постепенно просачивается вверх, к поверхности Солнца.

Следующий «слой» называется конвективная зона: тепло поступающее снизу заставляет потоки водородно-гелиевой плазмы разогреваться, расширяться и всплывать к поверхности, здесь плазма остывает, отдавая свою энергию космическому пространству. Процессы в этом «слое» напоминают кипение воды в кастрюле, где дно – это ядро.

Видимый с Земли слой называется фотосфера, глубина этого слоя приблизительно 400 км.

Условно считается, что огромная непрозрачная масса газа, из которого состоит Солнце – это само Солнце, а прозрачный для электромагнитного излучения газ, окружающий Солнце – это солнечная атмосфера.

Обычно атмосфера Солнца незаметна из-за яркости самого светила. Но во время затмений видно, что плазма простирается в «ореоле» далеко за пределы фотосферы. Атмосфера делится на четыре части: фотосферу, хромосферу, переходную область и корону.

2.2 Наблюдения за Солнцем

На сегодняшний день, придается большое значение наблюдениям за солнечной погодой. Сейчас на территории Иркутской области происходит строительство масштабного гелиофизического комплекса Российской академии наук, аналогов которому нет в мире.

Сеть обсерваторий Иркутского Института солнечно-земной физики (ИСЗФ) СО РАН включает семь объектов в Иркутской области, Бурятии и Красноярском крае:

Байкальская астрофизическая обсерватория в Листвянке. Занимается мониторингом Солнца, имеет 5 телескопов для исследований разной направленности.

Саянская солнечная обсерватория в Мондах на границе с Монголией. Задача — понять и описать механизмы работы Солнца. В распоряжении

обсерватории есть 5 инструментов для наблюдения за Солнцем и космическим пространством.

Геофизическая обсерватория в посёлке Торы Тункинской долины. Здесь исследуют верхние слои атмосферы.

Радиоастрофизическая обсерватория в урочище Бадары Тункинской долины. Здесь изучают разные слои короны Солнца, солнечные вспышки и корональные выбросы масс.

Комплексная магнитно-ионосферная обсерватория. Включает две обсерватории: Байкальская магнитотеллурическая обсерватория в посёлке Узур на острове Ольхон и магнитная обсерватория «Иркутск» в посёлке Патроны. Основные задачи — наблюдение переменного магнитного поля Земли и мониторинг интенсивности космических лучей.

Норильская комплексная магнитно-ионосферная станция в Красноярском крае. Задача — исследование ближнего космического пространства. Имеет ионосферную станцию, нейтронный монитор, магнитно-вариационную станцию (МВС).

Обсерватория радиофизической диагностики атмосферы недалеко от Усолья-Сибирского. С помощью радара проводятся исследования верхней атмосферы.

2.3 Солнечная активность

На Солнце происходят разнообразные процессы. На поверхности Солнца часто наблюдают темные пятна разного размера, которые появляются и исчезают. Первоначально предполагалось, что это бури в атмосфере, но теперь известно, что это более холодные участки внешней поверхности Солнца, где концентрируются очень сильные магнитные поля. На сегодняшний день известно, помимо пятен, множество других типов структур и явлений в солнечной атмосфере, которые возникают, изменяются и исчезают. К проявлениям солнечной активности относятся солнечные

пятна, факелы, протуберанцы, вспышки, выбросы коронального вещества, корональные дыры и другие.

Солнечные пятна выглядят как темные образования, возникающие, увеличивающиеся в размерах (иногда пятна на солнце превышают размеры Земли), затем уменьшающиеся и исчезающие. Продолжительность существования пятен бывает разной – от нескольких часов до одного-двух месяцев, чаще всего нескольких дней. Как правило, пятна появляются группами до нескольких десятков пятен в группе. В начале XX в. Американский астрофизик Джордж Хейл обнаружил, что в пятнах присутствуют сильные магнитные поля.

Вокруг солнечных пятен, как правило, располагаются обширные области, где гранулы выглядят более яркими, чем в «спокойной» фотосфере. Эти яркие участки получили название факелы. В факелах присутствует магнитное поле, но не такое сильное как в пятнах.

В хромосфере и нижней короне иногда наблюдаются облака плотной плазмы – протуберанцы. Их можно наблюдать на краю Солнца во время полных солнечных затмений либо через специальные телескопы в виде длинных темных волокон. Протуберанцы можно сравнить с магнитным каркасом в хромосфере, который поддерживает плазму и не дает ей под воздействием солнечной гравитации упасть на фотосферу.

В магнитных полях активной области накапливается огромная энергия, здесь текут очень сильные токи (потоки заряженных частиц, или плазмы). Иногда в активной области происходят взрывообразные выделения магнитной энергии (солнечные вспышки). Плазма нагревается до миллиона градусов и более, что приводит к сильнейшему свечению в рентгеновском, ультрафиолетовом и видимом диапазонах, возникает всплеск мощного радиоизлучения. Сильные магнитные поля ускоряют потоки протонов до огромных скоростей. Самые мощные вспышки часто, но не всегда, сопровождаются корональными выбросами вещества: Солнце исторгает огромное количество перегретой плазмы из своей короны в виде гигантского

пузыря. Такие выбросы содержат примерно 10 млрд тонн солнечного вещества.

Самые сильные воздействия солнечной активности на Землю связаны с мощными солнечными вспышками. Такие события могут сопровождаться выбросами больших энергичных потоков, вызывая сильную геомагнитную бурю. Заряженные частицы врываясь в верхние слои земной атмосферы, вызывают свечение – полярные сияния. Чем сильнее событие, тем дальше от полюсов простираются зоны свечения.

В середине XIX века был обнаружен феномен цикличности солнечной активности. Он выражается в том, что количество активных областей меняется со временем – то нарастает до высоких значений, когда на Солнце одновременно наблюдаются десятки активных областей, то уменьшается почти до нуля. Цикл составляет 11 лет.

Все проявления солнечной активности объясняются «игрой» магнитных полей на Солнце. Солнце состоит из плазмы, а плазма – это электрически заряженные частицы. Вращение Солнца вокруг своей оси приводит к появлению в его недрах сильных электрических токов, которые порождают магнитное поле. Наружные слои Солнца вращаются неравномерно друг относительно друга, вследствие чего силовые линии магнитного поля вытягиваются, скручиваются, образуя темные пятна на поверхности Солнца. Сильные магнитные поля активных областей обеспечивают энергией вспышки, выбросы коронального вещества.

На Землю непрерывно падает солнечное электромагнитное излучение – от рентгеновского до радиоволн. Благодаря этому, наша планета нагрета до среднегодовой температуры около 15 градусов Цельсия.

Когда Земля попадает в высокоскоростной поток солнечного ветра¹, «дующего» из солнечной корональной дыры, может произойти магнитная буря. Магнитной бурей называется изменение направления и напряженности

¹ это поток заряженных частиц, испускаемых из солнечной внешней атмосферной оболочки, короны.

магнитного поля Земли под влиянием прилетающих от Солнца заряженных частиц. Но наиболее сильные бури происходят в результате попадания выбросов коронального вещества в магнитосферу Земли.

2.4. Последствия солнечных вспышек

Самой известной экстремальной геомагнитной бурей, на сегодняшний день считающейся самой мощной, это Событие Кэррингтона 1859 года, названное именем ученого увидевшего ее и описавшего.

Возникла сильнейшая буря: полярные сияния видели даже в центральной части Южной Америки. Телеграфные системы, представлявшие тогда вершину технологий, работали с перебоями, искрились, и некоторые операторы даже получили поражения электрическим током.

Отмечают геомагнитную бурю 1972 года, которая известна, прежде всего, благодаря её эффектам на военную инфраструктуру. Она привела к детонации морских мин у побережья Вьетнама, сработавших от индуцированных токов. Именно это событие привело к пересмотру военных стандартов защиты электроники от космических факторов.

В 1989 году произошла геомагнитная буря, которая показала яркий пример уязвимости энергосетей. Сильные токи вывели из строя энергосистему в провинции Квебек, Канада. Несколько миллионов людей оказались без электричества на несколько часов.

Эта буря стала поворотным моментом в понимании того, что космическая погода — это реальная угроза для энергосетей.

Геомагнитные возмущения 2003 года вызвали массовые сбои в системах радиосвязи, GPS работал с большими погрешностями, произошло повреждение трансформатора в Южной Африке, несколько спутников перешли в аварийные режимы. Эти бури стали «учебником» по современной космической погоде: данные были максимально полными, и именно на их основе тестируются многие современные модели.

Одно из последних зафиксированных событий, это выход из строя ряда спутников компании SpaceX в 2024 году. После анализа массива данных, ученые из NASA рассказали, о том, что некоторые аппараты Starlink компании SpaceX преждевременно сходят с орбиты не из-за технических проблем, а из-за активности Солнца. По их мнению, наша звезда уже оказывает негативное влияние на спутниковую группировку и в будущем может нарушить космическую связь.

3. Анализ солнечной активности в августе-сентябре 2025 года

3.1 Индекс солнечной активности

Сегодня ученым известно, что причиной магнитных бурь и полярных сияний являются не сами пятна, но результаты мощных солнечных вспышек, которые происходят вблизи пятен.

В 1848 году Рудольф Вольф, основываясь на многолетних наблюдениях за Солнцем своего предшественника Генриха Швабе, и своих собственных, предложил для описания уровня солнечной активности индекс – относительное число солнечных пятен. Число Вольфа вычисляется следующим образом. На солнечном диске подсчитывается число наблюдаемых групп пятен g . После этого находится общее суммарное число f отдельных пятен во всех группах, включая самые маленькие пятна. В формуле 10 – это среднее количество отдельных пятен в группе.

$$W = 10g + f$$

По динамике чисел Вольфа, рассчитываемых по ежедневным наблюдениям пятен, изучается цикличность солнечной активности, строятся модели, прогнозируются будущие солнечные циклы.

Мной были проведен анализ данных наблюдений солнечной активности в течение августа 2025 года, и частично сентября 2025 года. Наблюдения были выполнены космическими обсерваториями SDO и GOES и приведены на сайте <https://xras.ru/>, созданном Институтом космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) и Институтом солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН (ИСЗФ СО РАН). Здесь я брал данные о пятнах на поверхности Солнца, заносил в сводную таблицу, считал для каждого дня число Вольфа по указанной выше формуле. Пример исходных данных представлен в Приложении 1. Таблица с расчетами числа Вольфа в Приложении 2.

Так, на представленном ниже графике (рисунок 1) отражено, как изменялся показатель солнечной активности в течение августа 2025 года. Мы

видим, что активность Солнца была на среднем уровне. До 07.08.25 этот показатель был ниже среднего, далее возрастал, но не сильно. Во второй половине месяца наметилось снижение. Не берем в расчет 23.08 и 24.08, данных за этот период на сайте нет, в связи со сбоем в работе сайта. И после 25.08.25 происходит возрастание показателей солнечной активности.

На этом фоне 31.08.25 происходит сильная солнечная вспышка уровня М 2.7, которая сопровождалась выбросом плазмы, что впоследствии привело к геомагнитным колебаниям на Земле, которые произошли 02.09.2025 года.

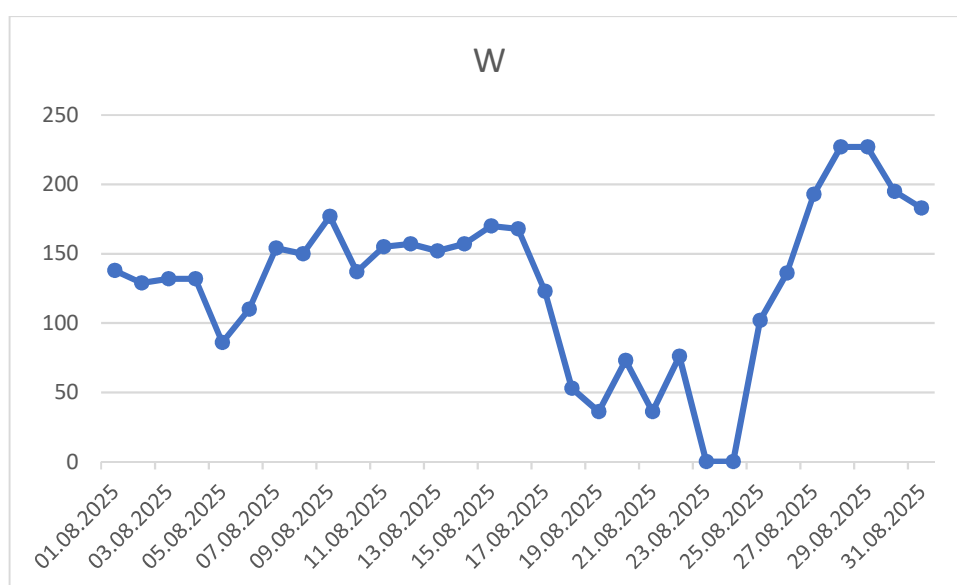


Рисунок 1. Изменения индекса солнечной активности в период с 1.08.25 по 31.08.25.

3.3 Солнечная вспышка

Я произвел расчет скорости движения плазмы, выброшенной в космос во время вспышки, до Земли, по формуле

$$V=S/T$$

где V – это скорость, S - расстояние от Солнца до Земли, и T – время.

Зная, что расстояние от Солнца до Земли составляет 150 млн. км, я высчитал интервал времени между вспышкой (31.08.25 – 04 ч. 02 мин.) и

временем начала магнитной бури (02.09.25 – 06 ч. 00 мин.). Он составил 49 ч. 58 минут 10 сек, или 179890 с.

Расчеты производились в программе Excel. Скорость движения вещества составила 834 км/с. Подобные скорости и ранее регистрировались на Солнце. Они характерны для высокоскоростных потоков плазмы (обычный солнечный ветер распространяется обычно со скоростью около 400 км/с).

Полученные мной данные в среднем соответствуют энциклопедическим данным о скорости движения облаков плазмы вещества от Солнца к Земле, что подтверждает, что именно эта вспышка стала причиной геомагнитных колебаний произошедшей 02.09.2025 г. на Земле.

Зная скорость движения вещества, можно спрогнозировать появление магнитной бури.

3.4 Вращение Солнца

В приложении 3 представлены фотографии Солнца в период, когда число Вольфа приближается к 200 (17.05.2025 г), что говорит о высоких показателях активности и наоборот едва перешагивает цифру 100 (20.08.2025 г.). На снимках видно, как различается видимая поверхность солнечного диска для примеров высокой и низкой активности.

По представленным на сайте фотографиям Солнца можно наглядно пронаблюдать, как наше светило вращается, пятна на его поверхности перемещаются по мере его движения вокруг своей оси, полный оборот происходит за 27 суток. В связи с этим можно видеть, как изменяется активность Солнца и предположить, что можно ожидать в будущем. В приложении 4 представлен ряд фотографий солнечного диска от 01.08.25 г. до 07.08.25 г., на которых мы видим, как группа пятен перемещается по видимой с Земли поверхности Солнца. Эта группа пятен видоизменяется по мере перемещения. Есть вероятность, что, зайдя на другую сторону Солнца они исчезнут совсем. Но если посмотрим снимки солнечного диска за

27.08.2025 г., мы можем обратить внимание, что активность сохраняется в этих же долготах. Можно предположить, что это та же самая группа пятен продолжает действовать на поверхности Солнца.

Можно подытожить, что в текущем периоде, индекс солнечной активности находится на среднем уровне, это соответствует середине ее одиннадцатилетнего цикла. Так же можно отметить, что она неравномерна относительно полушарий Солнца, меняется по мере вращения звезды вокруг своей оси. Это означает, что пятна концентрировались большей частью на одном полушарии Солнца, а в другом полушарии пятен было меньше. Если такая неравномерность сохранится, это может помочь составить прогноз солнечной активности на следующие месяцы.

И на основании собственных расчетов я убедился в том, что движение вещества от Солнца к Земле происходит в течение почти двух суток.

3.5 Оптимизация процесса мониторинга Солнечной активности

В процессе проведения расчетов, я пришел к выводу, что это трудоемко и требует больших временных затрат. Этот процесс можно оптимизировать, создав программу, которая смогла бы показывать космическую погоду в реальном времени и рассчитывать вероятность возникновения геомагнитных колебаний на Земле. Исходные данные для программы доступа на сайте НАТО - <https://www.swpc.noaa.gov/>

Заключение

Подводя итоги о проделанной работе, могу сказать, что в первую очередь открыл для себя много нового о Солнце. Многое стало для меня открытием, – особенности строения, история образования, особенности процессов, происходящих в глубине и на поверхности звезды.

Наблюдая за солнечной активностью, я узнал, что процессы на Солнце для Земли имеют широкий спектр действия и могут быть взаимосвязаны.

Я убедился, что вспышка, произошедшая 31.08.25 повлекла за собой геомагнитную бурю на Земле, что подтвердило гипотезу, выдвинутую в начале работы, о взаимосвязи вспышек на Солнце и магнитных бурь на Земле.

Научившись высчитывать скорость движения солнечного вещества к Земле, теперь имею возможность спрогнозировать магнитную бурю.

Очень многое до сих пор остается неизученным, нам еще многое предстоит узнать и открыть. Я обязательно продолжу анализ наблюдений и изучение центра нашей планетарной системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ

1. Астрономия и космос. Изд - во Росмэн, Москва, 2023, 98 с.
2. Колтун М. Солнце и человечество. – Москва : Изд-во: Детская литература, 1981. – 127 с.
3. Скотт З. Вселенная. – Москва : Изд-во: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2024. - 240 с.
4. Цветков В. Космос. Полная энциклопедия. – Москва : Изд-во Эксмодетство, 2020. -248 с.
5. Язев С.А. Лекции о Солнце. – Москва : Издательство АСТ, 2018. – 320 с.
6. Язев С.А. Солнце и жизнь Земли. – Калуга : Издательство Эйдос, 2023. – 36 с.
7. <https://xras.ru/> - сайт Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) совместно с Институтом солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН (ИСЗФ СО РАН)

Пример таблицы с исходными данными с сайта <https://xras.ru/>

Номер группы	Координаты на Солнце	Число пятен в группе	Классификация группы по модифицированной системе Цюриха	Площадь (в миллионных долях солнечной полусферы)	Протяженность группы (в градусах)	Кэррингтоновская долгота группы (в градусах дуги)	Магнитный тип группы
№ 4167	N10 W09	10	cai	40	5	167	beta
№ 4166	N24 W40	4	dso	30	5	198	beta
№ 4165	N12 E58	2	cso	80	6	100	beta
№ 4161	S12 E25	4	eso	110	11	133	beta
№ 4157	S21 W42	1	hax	40	2	200	alpha
№ 4155	S09 W38	16	cri	30	10	196	beta
№ 4154	S15 W50	3	hsx	40	3	208	alpha
№ 4153	S29 W61	7	eao	120	11	219	beta
№ 4149	N16 W95	1	hsx	70	1	253	alpha

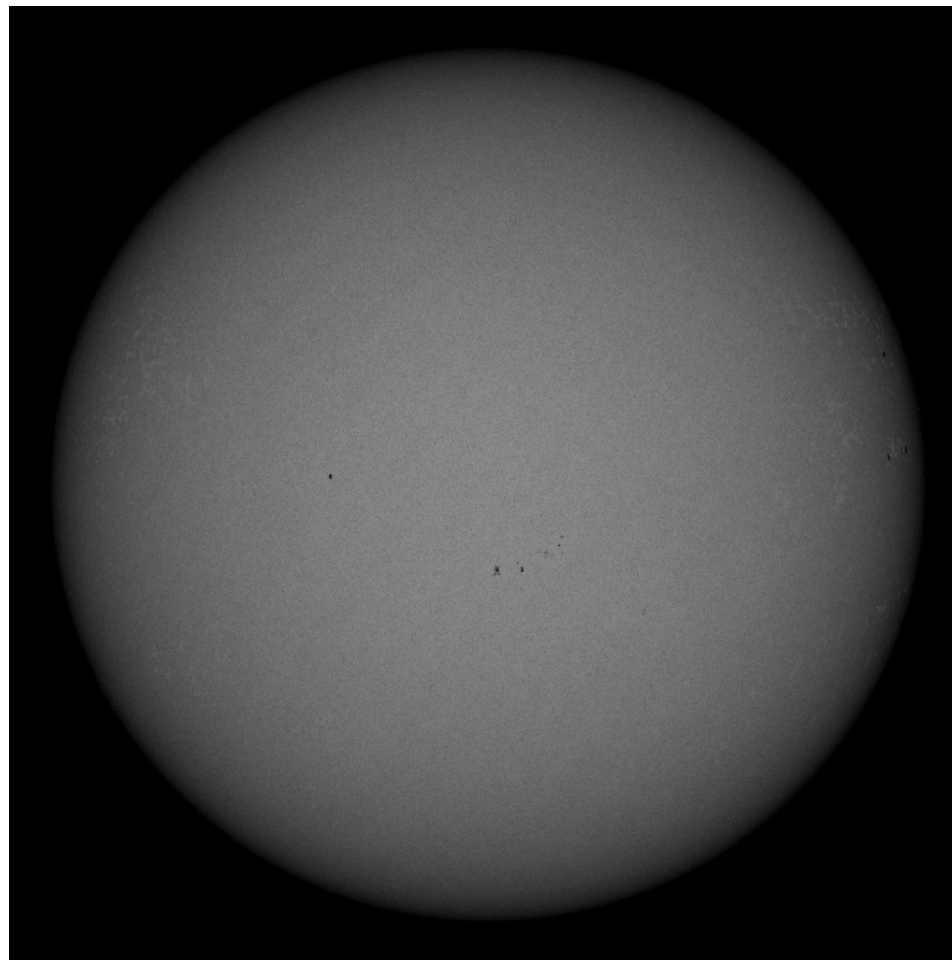
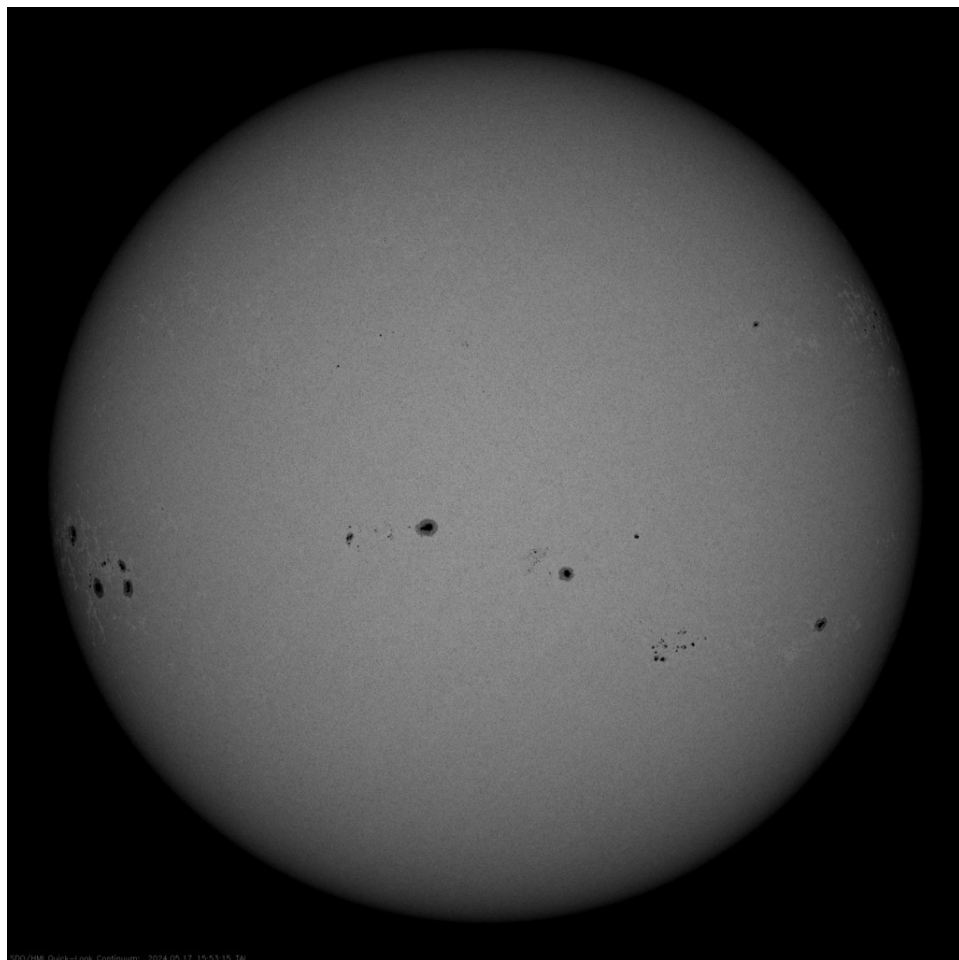
Таблица расчетов числа Вольфа за август 2025 года

ДАТА	G	F	W
01.08.2025	48	9	138
02.08.2025	49	8	129
03.08.2025	52	8	132
04.08.2025	52	8	132
05.08.2025	36	5	86
06.08.2025	60	5	110
07.08.2025	64	9	154
08.08.2025	60	9	150
09.08.2025	57	12	177
10.08.2025	37	10	137
11.08.2025	45	11	155
12.08.2025	47	11	157
13.08.2025	62	9	152
14.08.2025	57	10	157
15.08.2025	40	13	170
16.08.2025	38	13	168
17.08.2025	33	9	123
18.08.2025	13	4	53
19.08.2025	6	3	36
20.08.2025	13	6	73
21.08.2025	6	3	36
22.08.2025	16	6	76
23.08.2025			0
24.08.2025			0
25.08.2025	22	8	102
26.08.2025	46	9	136
27.08.2025	63	13	193
28.08.2025	87	14	227
29.08.2025	87	14	227
30.08.2025	85	11	195
31.08.2025	83	10	183

Изображения Солнца в период высокой активности и в период «спокойствия»

17.05.2024 г.

17.08.2025 г



Приложение 4.

Смещение пятен по плоскости солнечного

