

Определение высоты подъема солнечного вещества в протуберанцах: анализ наблюдений

Болтовский Лев Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью данной статьи является, описание методики расчета высоты солнечных протуберанцев. В ходе данной работы использованы поисковые, аналитические и вычислительные методы исследования, позволившие рассчитать солнечного вещества при помощи фотоснимка. В результате была описана методика расчётов, получена высота подъема.

Ключевые слова: Телескоп, протуберанцы, Солнце

Determining the height of solar matter rise in prominences: analyzing observations

Boltovskiy Lev Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this paper is to describe the methodology for calculating the height of solar prominences. In the course of this work search, analytical and computational methods of research were used, which allowed us to calculate solar matter with the help of photographic images. As a result, the calculation methodology was described, and the height of the rise was obtained.

Keywords: Telescope, prominences, Sun

1. Введение

1.1 Актуальность исследования

Тема является важной, поскольку солнечные протуберанцы играют ключевую роль в понимании динамики солнечной активности и процессов, происходящих в солнечной атмосфере. Эти структуры связаны с крупномасштабными магнитными полями и могут быть источниками корональных выбросов массы (СМЕ), способных влиять на космическую погоду и вызывать магнитные бури на Земле. Исследование высоты подъема вещества в протуберанцах позволяет глубже понять механизмы их формирования, эволюции и взаимодействия с окружающей плазмой, что важно для прогноза солнечной активности и минимизации её воздействия на технологические системы.

Кроме того, благодаря развитию наблюдательной астрономии и использованию современных солнечных телескопов, появилась возможность более точно отслеживать движение вещества в протуберанцах и анализировать полученные данные с высокой пространственной и временной точностью. Актуальность темы обусловлена необходимостью интерпретации большого объема новых наблюдательных данных, а также повышенным интересом к вопросам солнечно-земных связей. Анализ наблюдений позволяет не только уточнить параметры подъема вещества, но и выявить закономерности, которые могут лечь в основу более точных моделей солнечной активности.

1.2 Обзор исследований

В статье Ю. А. Купрякова [1] приведены результаты анализа наблюдений эруптивного протуберанца на спектрографах MFS и HSFA2 обсерватории Ондржейов в линиях водорода, гелия и кальция. Сопоставление положения лент с распределением фотосферного магнитного поля показывает, что замедление расхождения лент происходит при их попадании в область сильного продольного поля, а также приведены примеры таких событий и продемонстрирована кинематика вспышечных лент в исследовании Б. П. Филиппова [2]. В работе В. А. Пархомова [3] рассмотрена цепочка явлений от Солнца до Земли, позволяющая исследовать механизм геоэффективности эруптивных протуберанцев, которые распространяются от Солнца внутри корональных выбросов массы. Обнаружена асимметрия в темпе формирования нановспышек в южном и северном полушариях Солнца: темп формирования нановспышек в южном полушарии был на 34–42% больше, чем в северном в статье С. А. Богачева [4]. Излагается новая концепция глобальных комплексов активности на Солнце, заключающаяся в объединении в рамках единого понятия объектов глобальных и локальных полей в исследовании В. Н. Обриджкова [5].

1.3 Цель исследования

Целью данной статьи является, описание методики расчета высоты солнечных протуберанцев.

2. Методы исследования

Протуберанец (рис. 1) — это структурно организованное скопление плазмы в солнечной короне, обладающее пониженной температурой по сравнению с окружающей короной, поддерживаемое и стабилизируемое конфигурацией магнитного поля. Протуберанцы наблюдаются в линии Н-альфа как яркие структуры на фоне диска Солнца (филаменты) или как вытянутые дугообразные выбросы на краю солнечного лимба.



Рисунок 1 – Астрофотография протуберанца

Динамика протуберанцев — это совокупность процессов формирования, эволюции, движения и исчезновения этих структур в солнечной атмосфере. Протуберанцы являются магнитно-активными объектами и демонстрируют сложное поведение, зависящее от взаимодействия плазмы с магнитным полем.

Используя телескоп SkyWatcher ESPRIT 80 ED, оснащённый солнечным фильтром, удалось получить фото Солнца с видимой динамикой протуберанцев (рис. 2).



Рисунок 2 – Солнечный протуберанец

Линейный масштаб снимка:

$$k = \frac{D}{d}$$

Где:

d – линейный диаметр Солнца на фотоснимке.

D – реальный линейный диаметр, равный $1,4 \cdot 10^9$ м

Для оценки примем, что основание протуберанца проецируется на видимую границу солнечного диска. В этом случае его реальная высота H будет превышать высоту h , измеренную на фотографии, в k раз.

$$H = k \cdot h = \frac{D_{[м]}}{d_{[см]}} \cdot h_{[см]}$$

На фотографии представленно три протуберанца, поэтому для простоты пронумеруем каждый из них (рис. 3)

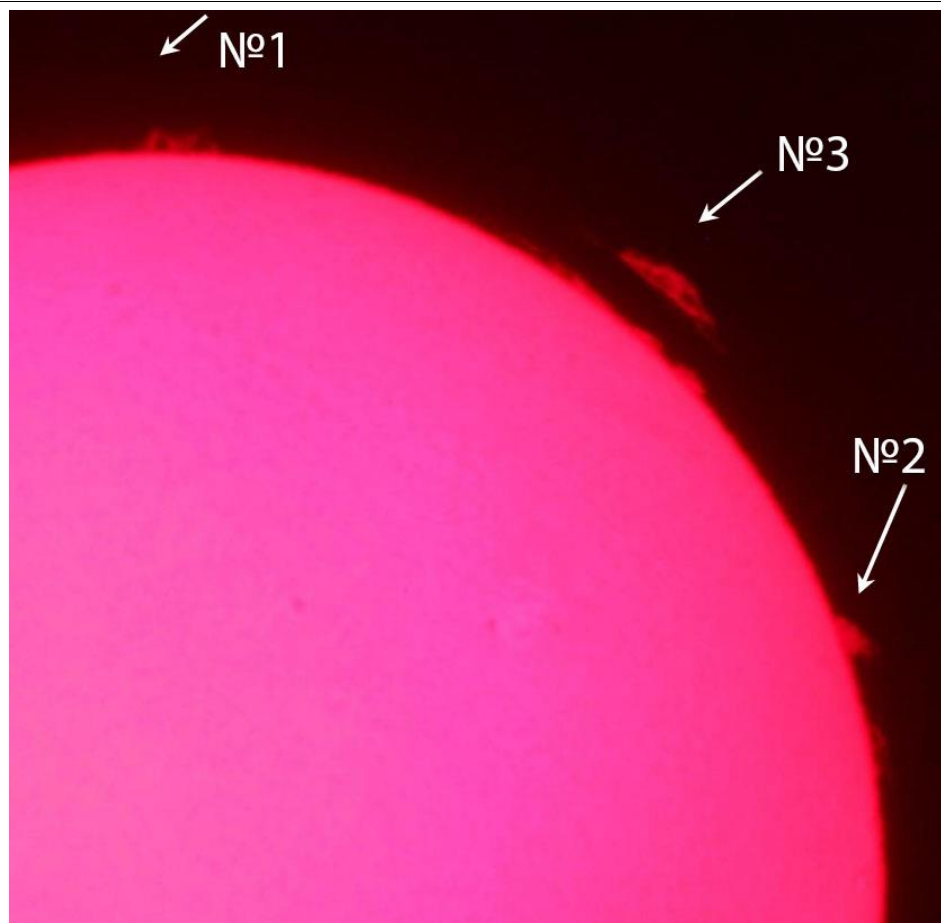


Рисунок 3 – Нумерация протуберанцев

Для первого протуберанца получаем приблизительную высоту $H_1 \approx 2,3 \times 10^7 \text{ м}$, что эквивалентно примерно 1,8 диаметрам Земли.

Высота второго протуберанца составляет $H_2 \approx 3,4 \times 10^7 \text{ м}$, что соответствует примерно 2,6 земных диаметров.

Высота выброса солнечного вещества оценивается как $H_3 \approx 4,9 \times 10^7 \text{ м}$ — около 3.8 диаметров Земли.

3. Выводы

В результате была описана методика расчётов, вычислена высота для каждого протуберанца.

Библиографический список

1. Купряков Ю. А. и др. Моделирование спектральных наблюдений эруптивного протуберанца // Геомагнетизм и аэрономия. 2024. Т. 64. №. 1. С. 23–28.
2. Филиппов Б. П. Кинематика вспышечных лент при эрупции солнечных протуберанцев // Геомагнетизм и аэрономия. 2024. Т. 64. №. 4. С. 456–464.
3. Пархомов В. А., Еселевич В. Г., Еселевич М. В. Геоэффективность эруптивного протуберанца // System Analysis and Mathematical Modeling. – 2022. Т. 4. №. 2. С. 123–151.

4. Богачев С. А. Распределение нановспышек в минимуме солнечной активности // Геомагнетизм и аэрономия. 2023. Т. 63. №. 4. С. 488–495.
5. Обридко В. Н., Шельтинг Б. Д. Глобальные комплексы солнечной активности // Астрономический журнал. 2013. Т. 90. №. 10. С. 857.