

## ЗАТУХАНИЕ УНИПОЛЯРНЫХ АКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ НА СОЛНЦЕ

**А.А. Плотников, А.С. Куценко, В.И. Абраменко**

Крымская астрофизическая обсерватория, п. Научный, Крым, Россия  
plotnikov.andrey.alex@yandex.ru

### DECAY OF UNIPOLAR SOLAR ACTIVE REGIONS

**A.A. Plotnikov, A.S. Kutsenko, V.I. Abramenko**

Crimean Astrophysical Observatory, Nauchny, Crimean, Russia  
plotnikov.andrey.alex@yandex.ru

**Аннотация.** Приводятся результаты вычисления скорости затухания беззнакового магнитного потока для 641 активной и 198 эфемерных областей, наблюдавшихся с 2010 по 2017 г. Показана степенная зависимость между максимальным значением магнитного потока и скоростью затухания. Отмечен подвид активных областей, демонстрирующих значительно более медленное затухание, чем ожидаемое из степенной зависимости.

**Ключевые слова:** активные области, солнечные пятна, магнитный поток.

**Abstract.** We present results on the total unsigned magnetic flux decay rate, derived for 641 active and 198 ephemeral regions, observed between 2010 and 2017. The power-law dependence between peak magnetic flux and the decay rate is shown. A cluster of abnormally slow decaying active regions was spotted.

**Keywords:** active regions, sunspots, magnetic flux.

Одним из самых заметных проявлений солнечной активности можно назвать возникновение солнечных активных областей — зон усиленного магнитного поля, препятствующего конвективному переносу тепла из недр Солнца к его поверхности, что приводит к появлению солнечных пятен — участков с меньшей температурой и, как следствие, меньшим световым излучением. Солнечные пятна не являются статичными, постоянно происходит образование новых и исчезновение старых. Продолжительность существования активной области может варьировать от нескольких суток до нескольких месяцев.

Отдельный интерес в физике Солнца представляет изучение всплытия и затухания активных областей как процессов перераспределения магнитной энергии, а также механизмов, управляющих этими процессами.

Одним из подходов к изучению данных процессов может быть статистический анализ большой выборки.

Современные инструменты позволяют проводить магнитометрические исследования солнечной активности. В частности, полный беззнаковый магнитный поток может быть выбран численным параметром, характеризующим развитие активной области:

$$\Phi = \int_S |B_r| dS,$$

где  $B_r$  соответствует радиальной (направленной по нормали к поверхности) компоненте магнитного поля, а  $S$  — площади активной области. Использование абсолютного значения гарантирует, что компоненты разных полярностей, присутствующие в активной области, не будут гасить эффект друг друга.

В работе использовались данные о 641 активной и 198 эфемерных областях, полученные с помощью SDO/HMI (Solar Dynamics Observatory/Helioseismic and Magnetic Imager) с 2010 по 2017 г.

Для каждой области был получен профиль беззнакового магнитного потока в зависимости от времени. Алгоритмически из профиля выделялся участок, соот-



зависимость между максимальной величиной магнитного потока и скоростью затухания. Один маркер соответствует одной активной области. Серыми маркерами обозначены униполярные активные области, черными — области всех остальных морфологических типов. Прямая линия соответствует линейной аппроксимации между логарифмами значений

затухания. В качестве скорости затухания принимался наклон линейной аппроксимации этого участка, а в качестве максимальной величины магнитного потока — максимальное значение профиля.

В работе получены следующие результаты:

1. Большая часть активных областей подчиняется степенной зависимости между максимальной величиной магнитного потока и скоростью затухания (см. рисунок). Показатель степени равен 0.64.

2. Отмечена подгруппа активных областей, значительно отклоняющихся от степенной зависимости. Скорость затухания для таких областей оказывается значительно меньше ожидаемой из степенного закона. Морфологическое разделение показывает, что все активные области в этой подгруппе являются униполярными (имеющими пятно только одной магнитной полярности).

3. Величина максимального магнитного потока в этой подгруппе варьирует в узком диапазоне  $(2 \div 8) \cdot 10^{21}$  Мкс. В то же время для униполярных активных областей величина может различаться в 50 раз.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 18-12-00131).