ПРОЯВЛЕНИЯ ФЛУКТУАЦИОННОГО ДИНАМО В 23-М И 24-М ЦИКЛАХ

Жукова А.В.¹, Соколов Д.Д.², Абраменко В.И.¹, Хлыстова А.И.³

¹Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым, Россия

²Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия

³Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

FLUCTUATION DYNAMO'S MANIFESTATION IN THE 23th AND THE 24th CYCLES

Zhukova A.V.¹, Sokoloff D.D.², Abramenko V.I.¹, Khlystova A.I.³

¹Crimean Astrophysical Observatory of RAS, Nauchny, Crimea, Russia

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³Institute of Solar-Terrestrial Physics of SB RAS, Irkutsk, Russia

We studied active regions (ARs) with violations from the global mean-field dynamo theory regularities time variations during the period 1989–2018. According to our magnetomorphological classification, all ARs were distributed into three categories: A-type - regular bipolar ARs; U-type – unipolar spots; B-type – irregular ARs which have at least one violation from the dynamo theory regularities. ARs, violating Hale polarity law (anti-Hale), Joy's law (anti-Joy) and having the leading spot less than the main following spot (anti-leader), were singled out to separate subsets of irregular ARs. Our analysis showed the following: a) The relative number of anti-Hale ARs is increased in 1995 and 2007, in solar minima, which is consistent with previous studies and can be explained by the fluctuation dynamo action; b) The local pick in the time profile of the anti-Hale ARs relative areas in the minimum of 2007 not found to be as well pronounced as that one for the anti-Hale ARs relative number, which allows to assume smaller size of anti-Hale ARs flux tubes in comparison with the regular ARs; c) The observed extension of the non-Joy and anti-leader ARs relative numbers with cycle's progress can be due to the propagation of the dynamo wave and accompanying suppression of α -effect.

DOI: 10.31725/0552-5829-2019-177-178

Существование регулярных активных областей (АО), подчиняющихся установленным эмпирическим закономерностям (закону полярностей Хейла, закону Джоя и др.), обосновано еще в пионерских моделях магнитного цикла. Однако появление нерегулярных АО, нарушающих эмпирические закономерности, не может быть объяснено действием глобального динамо среднего поля. Их возникновение можно объяснять существованием флуктуаций и наличием мелко-масштабных трубок магнитного поля. Генерируемое динамо-процессом магнитное поле имеет три составляющие: зависящее от цикла среднее поле B ; произведенные в результате фрагментации B флуктуации b (также зависящие от цикла); произведенные независимо от B и не связанные с циклом флуктуации h , обусловленные действием флуктуационного динамо. Флуктуационное динамо h -типа может работать в ши-

роком диапазоне пространственных размеров, в т.ч. на масштабах АО. Очевидно, что проявления его проявления следует искать в минимумах циклов, во время наименьшего воздействия глобального динамо.

Предшествующие работы по циклическим вариациям АО с нарушением закона полярностей Хейла (анти-Хейлов) показало, что процент таких АО среди всех групп пятен резко увеличивается в годы, приходящиеся на минимумы циклов, что связывается с действием флуктуационного динамо, чья производительность не зависит от цикла.

Период наших исследований с 1989 по 2018 гг. охватывает окончание 22-го и два последующих полных 11-летних цикла солнечной активности, включая два минимума. Распределение АО по категориям осуществлялось в соответствии с предложенной ранее магнито-морфологической классификацией следующим образом: А – регулярные биполярные АО; U – одиночные пятна; В – биполярные области с нарушениями хотя бы одной из закономерностей теории динамо – закона полярностей Хейла (HN), закона о широтной зависимости угла наклона магнитной оси биполярных АО Джоя (анти-Джой, JN); с лидирующим пятном, большим, чем основное хвостовое пятно (анти-лидеры, LN).

Для визуального просмотра АО использовались ежедневные данные полного диска Солнца инструментов MDI/SOHO и HMI/SDO (магнитogramмы и изображения в белом свете) и доступные на сайтах <https://helioviewer.org/> и <https://solarmonitor.org/index.php> данные инструментов EIT/SOHO и AIA/SDO (в линиях УФ). Использовались также фотогелиографические данные DPD (<http://fenyi.solarobs.csfk.mta.hu/DPD/index.html>). Результаты просмотра АО сравнивались с данными каталогов обсерваторий Маунт Вилсон (ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SUNSPOT_REGIONS/Mt_Wilson) и КрАО (<http://crao.ru/images/sun/catalog/>). Суммарная площадь пятен АО в максимуме развития была взята из каталога Greenwich – USAF/NOAA (<https://solarscience.msfc.nasa.gov/greenwch.shtml>).

Полученные данные говорят о том, что флуктуационное динамо проявляется на масштабах АО в минимумах цикла, в моменты наименьшего влияния глобального динамо: относительное количество анти-Хейлов возрастает от нескольких единиц до ~8%. Сглаженный максимум для относительных площадей анти-Хейлов (2007 г.) позволяет предположить меньший, по сравнению с регулярными АО, размер магнитных трубок анти-Хейлов. Увеличение по мере развития цикла и смещения от высоких широт к экватору относительного количества АО с нарушением закона Джоя и правила о соотношении площадей лидирующего/хвостового пятен свидетельствует о подавлении альфа-эффекта по мере распространения нарастающей динамо-волны.

Авторы благодарны РФФИ: Д.С. и А.Х. – по гранту 18-02-00085; В.А. – по гранту 17-02-00049; А.Х. – по гранту 19-52-45002. Работа А.Х. выполнена в рамках базового финансирования программы ФНИ П.16.