

ПРИРОДА АСИММЕТРИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН ОТНОСИТЕЛЬНО СОЛНЕЧНОГО ЭКВАТОРА В КОНЦЕ МИНИМУМА МАУНДЕРА

Соколов Д.Д.^{1,2}

¹*Физический факультет Московского Государственного Университете, Москва, Россия*

²*ИЗМИРАН, Троицк, Москва, Россия*

NATURE OF ASYMMETRY IN SUNSPOT DISTRIBUTION IN RESPECT TO THE SOLAR EQUATOR AT THE END OF THE MAUNDER MINIMUM

Sokoloff D.D.^{1,2}

¹*Department of Physics, Moscow State University, Moscow, Russia*

²*IZMIRAN, Troitsk, Moscow, Russia*

<https://doi.org/10.31725/0552-5829-2023-297-298>

Archive sunspot data from the end of the Maunder minimum show that sunspot distribution in respect to the solar equator was that times very asymmetric. Sunspot was located mainly in the Southern solar hemisphere. Correspondingly, toroidal magnetic field is thought to be located mainly in the Southern hemisphere. Conventional explanation of the asymmetry is that solar dynamo produced so called mixed parity magnetic configuration. The aim of this talk is to present another option to explain the asymmetry. The point is that dynamo drivers are mean quantities taken over an ensemble of convective vortices. The number of vortices is large however not huge. Correspondingly, a noisy component of drivers arises. Amplitude of the dynamo driver noise in the time scales of the solar cycle can be as large as a dozen percent. This asymmetry produces an asymmetry in magnetic field distribution which appears to be sufficient to explain the observed asymmetry in sunspot distribution. Explanations suggested do not exclude the previous one however it looks more natural. Indeed, mixed parity solutions appear for quite specific dynamo driver distributions only while statistical noise is inevitable.

Сохранившиеся в архивах Парижской обсерватории наблюдения распределения солнечных пятен в конце минимума Маундера указывают на то, что это распределение было гораздо более асимметричным относительно солнечного экватора, чем это наблюдается в современных циклах солнечной активности. Солнечные пятна наблюдались в основном (хотя и не исключительно) в одном из полушарий Солнца. В этих архивных данных не сохранилось прямых указаний на то, какое из полушарий Солнца изображалось на зарисовках в верхней части рисунка, а какое – в нижней. Принято считать, что полушарие, в котором сосредоточены в эту эпоху пятна, расположенное в нижней части зарисовок, южное.

Естественно считать, что эта асимметрия распределения солнечных пятен связана с тем, что асимметрично относительно солнечного экватора и распределение магнитного поля Солнца. А именно, тороидальное маг-

нитное поле в рассматриваемую эпоху было сосредоточено лишь в южном полушарии Солнца.

Возникает вопрос о том, как эта асимметрия согласуется с представлениями о работе солнечного динамо. Принятое в настоящее время объяснение предложено в работе [1], опубликованной в то же время, когда обсуждаемая асимметрия и была обнаружена. Это объяснение основано на том факте, что механизм солнечного динамо, основанный на совместном действии дифференциального вращения и зеркально-асимметричной конвекции, при определенных условиях может давать магнитные конфигурации, асимметричные относительно солнечного экватора. В литературе такие конфигурации получили название решений со смешанной четностью. Итак, стандартное объяснение асимметрии распределения солнечных пятен в обсуждаемую эпоху состоит в гипотезе о том, что в это особое время в работе солнечного динамо симметричное распределение источников генерации давало решение со смешанной четностью. Доказать, что реализовалась именно эта возможность, нельзя, поскольку наши знания о специфике солнечной конвекции в конце минимума Маундера чрезвычайно ограничены.

В этом докладе предлагается другое возможное объяснение обсуждаемой асимметрии. Источники генерации магнитного поля Солнца, а именно степень дифференциальности вращения и степень зеркальной асимметрии, являются средними величинами, вычисляемыми по ансамблю конвективных вихрей. Число этих вихрей велико, но не огромно. Поэтому источники генерации магнитного поля отягощены заметными флуктуациями. В результате величина генераторов магнитного поля в одном полушарии Солнца несколько отличаются от величины генераторов магнитного поля в другом полушарии. Оказывается, что возникающая степень асимметрии источников генерации магнитного поля вполне достаточна для того, чтобы объяснить асимметрию магнитного поля, соответствующую асимметрии солнечных пятен.

Предлагаемое объяснение не исключает, а дополняет прежнее объяснение. Его непосредственная проверка невозможна по тем же причинам, что и проверка прежнего объяснения. Оно, однако, кажется более естественным. В самом деле, возникновение конфигураций со смешанной четностью происходит при некоторых специальных распределениях генераторов магнитного поля, в то время как флуктуации источников генерации магнитного поля возникают с неизбежностью.

Автор благодарен фонду «Базис» за поддержку работы в рамках гранта 21-1-1-4-1.

Литература

1. *Sokoloff D., Nesme-Ribes E.* The Maunder minimum: a mixed-parity dynamo mode? // *Astron. Astrophys.*, 288, 293–298, 1994.