ДИСКРЕТНЫЙ И НЕПРЕРЫВНЫЙ ВРЕМЕННЫЕ СПЕКТРЫ СОЛНЕЧНОЙ И ЗВЕЗДНОЙ АКТИВНОСТИ

**Бондарь Н.И.¹, Кацова М.М.², Пипин В.В.³, Степанов Р.А.⁴,
Соколов Д.Д.^{5,6,7}, Усоскин И.Г.⁸, Фрик П.Г.⁴**

¹Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым, Россия

²ГАИШ, МГУ, Москва, Россия

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

⁴Институт механики сплошных сред УрО РАН, Пермь, Россия

⁵Физический факультет МГУ, Москва, Россия

⁶ИЗМИРАН, Москва, Троицк, Россия

⁷Московский центр фундаментальной и прикладной математики, Москва, Россия

⁸Университет Оулу, Оулу, Финляндия

DISCRETE AND CONTINUOUS SPECTRA FOR SOLAR AND STELLAR ACTIVITY

**Bondar' N.I.¹, Katsova M.M.², Pipin V.V.³, Stepanov R.A.⁴,
Sokoloff D.D.^{5,6,7}, Usoskin I.G.⁸, Frick P.G.⁴**

¹Crimean Astrophysical Observatory RAS, Nauchny, Crimea, Russia

²Sternberg State Astronomical Institute, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³Institute of solar-terrestrial physics SB RAS, Irkutsk, Russia

⁴Institute of Continuous Media Mechanics, Perm, Russia

⁵Department of Physics, Moscow State University, Moscow, Russia

⁶IZMIRAN, Moscow, Troitsk, Russia

⁷Moscow Center of Fundamental and Applied Mathematics, Moscow, Russia

⁸University of Oulu, Oulu, Finland

Observational data concerning solar and stellar activity are presented usually in terms of activity cycles. Analyses of solar activity data [1, 2] supported by corresponding analysis of magnetic activity data of the star V833 shows however that the wording activity cycle includes however two physically different phenomena. First one is represented by conventional solar 11-year cycle. Data accumulation results in a more and more pronounced peak in the integral wavelet spectrum which corresponds to this cycle. The phenomena of second type can be considered as elements of continuous temporal spectrum. We believe that the wording cycle is adequate for the phenomena of the first type only. Importance of this distinction for stellar and solar dynamo modeling is discussed.

DOI: 10.31725/0552-5829-2020-23-24

Наблюдательные данные о солнечной и звездной магнитной активности обычно описываются как набор циклов активности. Однако анализ наблюдательных данных о солнечной активности [1], поддержанный аналогичным анализом [2] данных о магнитной активности звезды V833 Tau, для которой имеются данные фотометрических наблюдений более чем за столетие, показывают, что под названием циклов активности скрываются

два хотя и родственных, но различных физических явления. Одно из них представляет собой хорошо известный 11-летний (с учетом полярности являющийся 22-летним) цикл солнечной активности. При накоплении наблюдательных данных о солнечной активности и построении интегрального спектра вариаций этой активности методами вейвлет-анализа часть спектра, соответствующая этому временному масштабу, становится все более выраженной и формирует максимум спектра, который можно сравнить со спектральной линией в оптическом спектре излучения какой-либо звезды.

Другой тип вариаций активности представлен в результатах вейвлет-анализа в виде спектральных деталей, которые от цикла активности к циклу существенно меняют свою интенсивность и положение в спектре. По мере накопления наблюдательных данных эти спектральные детали заполняют непрерывный спектр, в котором формируется участок со степенным наклоном спектра. Такие степенные участки характерны для флуктуаций в различных турбулентных и конвективных системах. Эти участки спектра можно сравнить, конечно, принимая во внимание огромное различие во временных масштабах, с континуумом в излучении различных небесных тел.

Конечно, флуктуации, отвечающие непрерывному спектру, являются реальными в том смысле, что они не являются артефактом наблюдений активности. Однако, по нашему мнению, солнечным или звездным циклом лучше называть лишь вариации активности, принадлежащие к дискретному спектру, т.е. к спектральным линиям.

Ставшее общепринятым теоретическое объяснение дискретных составляющих спектров активности состоит в их отождествлении с собственными значениями уравнений звездного или солнечного динамо. Так же, как и спектральные линии излучения, эти спектральные линии имеют конечную ширину, которая отражает флуктуации управляющих параметров солнечного или звездного динамо или иные явления того же порядка. Поэтому каждая спектральная линия требует специального теоретического объяснения. Построение моделей динамо, объясняющих многочисленные характерные времена, предлагавшиеся при интерпретации данных о солнечной и звездной активности, является сложной проблемой. Напротив, понимание этих вариаций как элементов непрерывного спектра не требует специальных физических механизмов для каждого элемента спектра.

Работа частично поддержана грантами РФФИ (8518-02-00085, 19-02-00191) и Финской Академии № 321882 (ESPERA).

Литература

1. *P. Frick, D. Sokoloff, R. Stepanov, et al.* Spectral characteristic of mid-term quasi-periodicities in sunspots data // MNRAS, 491, 4, 5572-5578, 2020.
2. *Stepanov R., Bondar' N.I., Katsova M.M., et al.* Wavelet analysis of the long-term activity of V833 Tau // MNRAS, 495, Issue 4, pp.3788-3794, 2020.