

ПРЕДСКАЗАНИЕ В ФИЗИКЕ СОЛНЦА: КАК МЫ ЭТО ДЕЛАЕМ И ЧТО У НАС ПОЛУЧАЕТСЯ

Макаренко Н.Г.

ГАО РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

ng-makar@mail.ru

Предсказывают же и демоны: иногда, потому что видят то, что происходит вдали, иногда же потому, что догадываются (Иоанн Дамаскин. Точное изложение православной веры.

Доклад является кратким экскурсом в современную технику прогноза наблюдаемых проявлений Солнечной Активности по временным рядам и цифровым изображениям. Современные методы нелинейного предсказания по скалярным временным рядам опираются на реконструкцию геометрии аттрактора «объясняющей», но неизвестной нам системы, типичными проекциями фазовой траектории которой, и является временному ряд. Явная модель отсутствует, но Вера в нее необходима. Ее содержит «Кредо Идеального Экспериментатора» [1], которое является апокрифом *эмбедологии* [2]. Динамика реконструкция описывается непрерывным, отображением, о котором известно лишь, что оно непрерывно, и возможно дифференцируемо. Для предсказания, его следует аппроксимировать по обучающей выборке истории ряда. Это уже искусство, и основными трудностями являются недостаточная длина инструментальных рядов, шум в отсчетах и скрытые параметры отображения. Эти обстоятельства не позволяют получить надежные оценки горизонта предсказуемости по рядам чисел Вольфа; сделанные попытки указывают, что динамическая память вряд ли превышает один цикл. Методы прекурсоров [3] плохо формализованы, а так называемые «правила» могут быть следствием закона малых чисел [4]. Прогноз вспышек по магнитограммам, без *предписанных* признаков, выполняется обычно на сверточных нейронных сетях (CNN), создающих алфавит примитивов из самого изображения. Однако, глубокие CNN имеют ряд особенностей, например, плохую воспроизводимость. Альтернатива основана на «арифметизации» магнитограмм [5]. Число дескрипторов варьируется от 10 до 170. Стандартом считают 18 SHARP параметров, но даже это значение велико для нелинейных предикторов, из-за эффекта концентрации меры. Результаты эпигнозов, в целом, не превышают прогноз «по зоопарку», т.е. по типам АО. Более того, оказалось, что топологические дескрипторы (числа Бетти), дают примерно те же результаты [6]. Возможно, упомянутые дескрипторы относятся лишь к *анамнезу* некоторого динамического режима, который не обязательно заканчивается вспышкой. Само же событие определяет некоторый медиатор, который мы не умеем пока описать, даже на уровне физических вычислений.

1. Афраймович В. С., Рейман А. М. Размерность и энтропия в многомерных системах //Нелинейные волны. Динамика и эволюция. 1989.
2. Sauer T., et al. Embedology //Journal of statistical Physics. 1991. V. 65, 579
3. Petrovay K. Solar cycle prediction //Living Reviews in Solar Physics. 2020. V. 17. №. 1, 2.
4. Tversky A., et al. Belief in the law of small numbers //Psych. Bull. 1971.V. 76. p. 105.
5. Алексеев В. В., и др. Графодинамика активных областей Солнца: комплексы Морса–Смейла и мультимасштабные графы магнитограмм //ПАЖ. 2020. Т. 46. 520.
6. Deshmukh V. et al. Machine Learning Approaches to Solar-Flare Forecasting: Is Complex Better? //arXiv preprint arXiv:2202.08776. 2022.