**Учет процесса** **загрузки кинетической энергии солнечного ветра полярной магнитосферы в задаче классификации изолированных суббурь**

**Бархатов Н.А.1, Воробьев В.Г.2, Ревунов С.Е.1, Ягодкина О.И.2**

*1Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина*

*2Полярный геофизический институт*

В исследовании применена технология классификации изолированных событий суббурь на основе разработанного программно-вычислительного нейросетевого инструмента для прогноза электромагнитного состояния полярной магнитосферы. Ранее данный комплекс программ применялся для краткосрочного прогнозирования высокоширотной геомагнитной активности и классификации изолированных суббурь.

Основой настоящего нейросетевого классификационного исследования послужила работа, посвященная обнаружению классов изолированных суббурь при учете условий генерации и характеристик их фаз. Здесь применена обученная ранее нейросеть на использовании четырех классификационных признаков суббури: продолжительностей фазы зарождения (Р1), фазы развития (Р2), фазы восстановления (Р3) и всей суббури (Р4). Цель нового исследования заключается в уточнении обнаруженных ранее классов суббурь в случае применениям двух других признаков. Это поведение компоненты Bz межпланетного магнитного поля (ММП) с ее поворотом к югу, что определяет начало фазы зарождения суббури, и кумулятивный параметр ∑NV2, моделирующий медленную загрузку кинетической энергией солнечного ветра полярной магнитосферы, рассчитанный за два часа до фазы развития суббури [1].

Материалом для исследования послужили изолированные суббури, выбранные по вариациям минутных значений индекса AL за все зимние сезоны с 1995 г. по 2012 г. Отбор суббурь проводился визуально по суточным вариациям AL индекса. Дополнительным признаком появления суббури являлось наличие соответствующих вариаций в индексах магнитной активности SYM/H(D) или ASYM/H(D). Всего было отобрано 106 суббурь. Применяемая нейросеть реализует алгоритмы самообучения по прецедентам [2]. Результатом работы классификационной нейросети было формирование графических образов на основе набора классификационных признаков [P1 P2 P4 ∑NV2] или [P1 P2 P3 Bz]. Указанные комбинации параметров одинаково эффективно демонстрируют обнаружение классов изолированных суббурь.

Таким образом обнаруженные ранее классы были уточнены: класс 1 – продолжительное развитие и восстановление суббури с укороченной фазой зарождения; класс 2 - продолжительная фаза зарождения; класс 3 - равновеликие фазы; класс 4 - продолжительная фаза развития; класс 5 - короткая фаза восстановления. Причинно-следственные связи продолжительности суббуревых фаз с параметрами солнечного ветра и ММП обуславливают физические особенности [1] обнаруженной классификации.

*1. Бархатов Н.А., Воробьев В.Г., Ревунов С.Е., Ягодкина О.И. Проявление динамики параметров солнечного ветра на формирование суббуревой активности // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 57. №3. С. 273–279. 2017.*

*2. Barkhatov, N.A., Vorobjev, V.G., Revunov, S.E., Barkhatova, O.M., Revunova, E.A., and Yagodkina, O.I.,* Neural network classification of substorm geomagnetic activity caused by solar wind magnetic clouds // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, vol. 205, 2020. doi:10.1016/j.jastp.2020.105301.