

УДК 629.783

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА БОРТОВЫЕ СИСТЕМЫ АКТИВНЫХ СПУТНИКОВ

Студент Глеба Е. М., аспирант Баранова В. С.

Кандидат физ.-мат. наук Спиридонов А. А., д-р физ.-мат. наук Ушаков Д. В.,

д-р физ.-мат. наук Саечников В. А.

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Космическая погода представляет собой комплекс явлений, происходящих в околоземном космическом пространстве, которые могут влиять на работу спутников. К ним относятся: солнечные вспышки, выбросы корональной массы, геомагнитные бури и радиационные пояса. Влияние космической погоды может проявляться в виде аномалий телеметрии, сбоев в работе бортовых систем и даже полной потери спутника [1].

В этой работе предлагается комплексный подход к оценке влияния космической погоды на бортовые системы активных спутников. Подход основан на: **анализе данных телеметрии** – с помощью сети наземных станций SatNOGS можно получать данные телеметрии с различных спутников; **модели машинного обучения** – модель Polaris ML использует алгоритм XGBoost для анализа взаимосвязей между параметрами телеметрии. XGBoost реализует Метод Ньютона-Рафсона в пространстве функций, в отличие от градиентного бустинга, который работает как градиентный спуск в пространстве функций, в функции потерь используется ряд Тейлора второго порядка для связи с методом Ньютона-Рафсона [2].

На рис. 1, *а* представлен результат корреляционного анализа количества перезагрузок основного процессора спутника GRIFEX от следующих индексов солнечной активности за период 03.03.2016–22.02.2024: среднемесячные значения пятен S.I.D.C., SWPC/SWO и f10.7 см радиоизлучение. Пример визуализации оценки взаимосвязей и влияния одного телеметрического параметра на другой показан на рис. 1, *б* в виде 3D-графа связности.

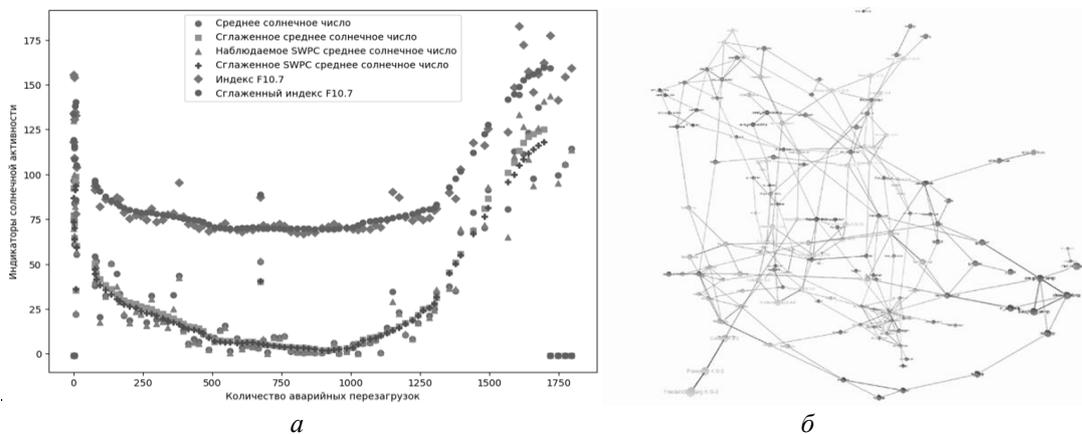


Рис. 1. Результаты измерений и пример графа: *а* – корреляция количества принудительных перезагрузок с набором параметров активности Солнца для спутника GRIFEX; *б* – пример графа, построенного для спутника GRIFEX

### Литература

1. Green, J. C. Impact of space weather on the satellite industry / J. C. Green, J. Likar, Shprints Yuri // *Advancing Earth and space science*. – 2017. – № 15. – С. 804–818.
2. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://xgboost.readthedocs.io/en/latest/>. – Дата доступа: 07.03.2024.