

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК НА СКОРОСТЬ ИОНИЗАЦИИ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ ИОНОСФЕРЫ

В. С. Лобанова*, И. А. Ряховский, Ю. А. Корсунская, Ю. В. Поклад, А. И. Сапунова

Институт динамики геосфер имени академика М. А. Садовского Российской академии наук, Москва, Россия
**E-mail: lobanova_vs@mail.ru*

Солнечные вспышки приводят к резкому возрастанию электронной концентрации в ионосфере, что, в свою очередь, значительно влияет на распространение радиоволн, в частности, приводит к искажениям и потерям сигналов систем связи и навигации. В настоящей работе исследуется влияние электромагнитного излучения Солнца во время солнечных вспышек на динамику состояния верхних слоев атмосферы Земли – применимость теоретических и экспериментальных методов ее оценки. В работе описан подход к оценке скорости образования электронов в верхних слоях атмосферы с помощью данных моделей ионизирующего излучения Солнца (FISM2), концентрации нейтральных компонент атмосферы (NRLMSISE) и электронной концентрации (IRI-2020). Оценки проведены на примере двух вспышек X класса, зарегистрированных 06.09.2017 г. для трех основных компонент атмосферы: молекулярного и атомарного кислорода и молекулярного азота. В ходе работы была оценена оптическая толщина ионосферы, построены высотные профили эффективного коэффициента рекомбинации и скорости ионизации. Результаты верифицированы с использованием данных глобальной навигационной спутниковой системы (GPS) о полном электронном содержании (ПЭС), собранных в среднеширотной геофизической обсерватории «Михнево». С помощью исторических данных оценено приращение вертикального ПЭС, вызванного вспышками на Солнце. Показана хорошая согласованность теоретических и экспериментальных оценок: совместное использование эмпирических моделей FISM2 и NRLMSISE позволило качественно предсказать временную динамику приращения скорости ионизации на фронте солнечных вспышек. Полученные результаты могут быть применены при разработке и коррекции работы технических систем, в частности, систем навигации и связи.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 122032900175-6). Данные были получены с использованием уникальной научной установки «Среднеширотный комплекс геофизических наблюдений «Михнево» (ИДГ РАН).

ASSESSING THE IMPACT OF SOLAR FLARES ON THE IONIZATION RATE IN THE UPPER ATMOSPHERE

V. S. Lobanova*, I. A. Ryakhovsky, Yu. A. Korsunskaya, Yu. V. Poklad, A. I. Sapunova

Sadovsky Institute of Geospheres Dynamics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
**E-mail: lobanova_vs@mail.ru*

Solar flares cause a sharp increase in the electron density in the ionosphere, which, in turn, significantly affects the propagation of radio waves, in particular, leading to distortions and losses of communication and navigation signals. This paper examines the influence of solar electromagnetic radiation during solar flares on the dynamics of the Earth's upper atmosphere, in particular the applicability of theoretical and experimental methods for its assessment. The paper describes an approach to estimating the rate of electron production in the upper atmosphere using data from the ionizing radiation model of the Sun (FISM2), the concentration of neutral components in the atmosphere (NRLMSISE), and the electron density (IRI-2020). The assessments are based on two class X flares recorded on September 6, 2017, for three main atmospheric components: molecular and atomic oxygen and molecular nitrogen. In the course of the study, the optical thickness of the ionosphere was estimated, and altitude profiles of the effective recombination coefficient and ionization rate were constructed. The results were verified using Global Positioning System (GPS) total electron content (TEC) data collected at the Mikhnevo mid-latitude geophysical observatory. Using historical data, the vertical

TEC increment caused by solar flares was estimated. Good agreement between theoretical and experimental estimates was demonstrated: the combined use of the FISM2 and NRLMSISE empirical models allowed for a qualitative prediction of the temporal dynamics of ionization rate increments at the solar flare front. The obtained results can be applied in the development and adjustment of technical systems, particularly navigation and communication systems.