

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АТМОСФЕРНО-ИОНОСФЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫХ СВЯЗЕЙ

**И. А. Ряховский*, Ю. В. Поклад, Б. Г. Гаврилов, С. З. Беккер, В. М. Ермак,
А. И. Сапунова, В. С. Лобанова, Г. А. Лесников**

Институт динамики геосфер имени академика М. А. Садовского Российской академии наук, Москва, Россия
**E-mail: ryakhovskiy88@gmail.com*

Процессы электромагнитного и корпускулярного воздействия Солнца на состояние и динамику верхних геосфер активно исследуются в современной науке. Это необходимо как для развития фундаментальных представлений о механизмах таких воздействий, так и для разработки практических мер по снижению их негативного влияния на критически важные системы – технологические, управляющие, энергетические, навигационные и связные. Особую актуальность эти исследования приобретают в условиях роста солнечной активности, когда выбросы корональной массы и вспышки на Солнце могут вызывать сильные геомагнитные бури, нарушающие работу спутниковых систем, линий электропередач и средств радиосвязи.

Наиболее информативным методом изучения этих явлений признаны радиофизические методы, поскольку состояние ионосферы существенно влияет на распространение электромагнитных сигналов. Изменения электронной концентрации, появление неоднородностей и волновых структур в ионосфере приводят к искажениям радиосигналов, что позволяет использовать их как инструмент диагностики геофизических процессов.

Для реализации таких исследований в ИДГ РАН применяется уникальный радиофизический комплекс, включающий средства измерения: геомагнитных и геоэлектрических полей; параметров радиосигналов КНЧ/ОНЧ–диапазона; сигналов глобальных навигационных спутниковых систем. Многолетние радиофизические наблюдения позволили нам разработать уникальные методики восстановления высотного профиля электронной концентрации и определения коэффициентов ионизации и рекомбинации в D- и E-областях ионосферы. Полученные экспериментальные данные послужили основой для верификации плазмохимических моделей Института и позволили выявить закономерности взаимосвязанных процессов возмущений в верхней и нижней ионосфере.

Перспективными направлениями работы института являются совершенствование методов обработки и анализа экспериментальных данных, создание собственных измерительных средств на отечественной элементной базе и разработка высокоэффективной и надёжной регистрирующей аппаратуры для перспективных геофизических измерительных сетей на территории РФ – в интересах фундаментальных и прикладных научных исследований.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 122032900175-6).

EXPERIMENTAL RADIOPHYSICAL STUDIES OF ATMOSPHERIC-IONOSPHERIC EFFECTS OF SOLAR-TERRESTRIAL CONNECTIONS

**I. A. Ryakhovsky*, Yu. V. Poklad, B. G. Gavrilov, S. Z. Bekker, V. M. Ermak,
A. I. Sapunova, V. S. Lobanova, G. A. Lesnikov**

Sadovsky Institute of Geospheres Dynamics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

** E-mail: ryakhovskiy88@gmail.com*

The processes of electromagnetic and corpuscular influence of the Sun on the state and dynamics of the upper geospheres are being actively studied in modern science. This is necessary both for developing fundamental understanding of the mechanisms of such influences and for devising practical measures to mitigate their

negative impact on critically important systems – technological, control, energy, navigation, and communication systems. These studies become particularly relevant during periods of increasing solar activity, when coronal mass ejections and solar flares can cause severe geomagnetic storms that disrupt the operation of satellite systems, power lines, and radio communication facilities.

Radiophysical methods are recognized as the most informative approach for studying these phenomena, since the state of the ionosphere significantly affects the propagation of electromagnetic signals. Changes in electron concentration, the appearance of inhomogeneities and wave structures in the ionosphere lead to distortions of radio signals, which allows them to be used as a tool for diagnosing geophysical processes.

To conduct such research, the Institute of Geosphere Dynamics of the Russian Academy of Sciences (IDG RAS) employs a unique radiophysical complex comprising instrumentation for measuring: geomagnetic and geoelectric fields; parameters of VLF/ELF range radio signals; signals from global navigation satellite systems. Long-term radiophysical observations have enabled us to develop unique methods for reconstructing the altitude profile of electron concentration and determining ionization and recombination coefficient in the D and E regions of the ionosphere. The obtained experimental data have served as a basis for verifying the institute's plasma-chemical models and have allowed us to identify patterns of interrelated perturbation processes in the upper and lower ionosphere.

Promising directions for the institute's work include improving methods for processing and analyzing experimental data, developing our own measurement tools using domestic electronic components, and creating highly efficient and reliable recording equipment for advanced geophysical measurement networks across the Russian Federation – in the interests of fundamental and applied scientific research.