



УДК 551.510.533

**Евтушенко Андрей Александрович**, доцент, к.ф.-м.н.,  
Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗМУЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО БАЛАНСА АТМОСФЕРЫ ПРИ ИНИЦИАЦИИ СПРАЙТА В ДНЕВНЫХ УСЛОВИЯХ

*Аннотация:* В работе приводятся результаты расчетов влияния спрайтов в дневных условиях на химический состав атмосферы с использованием самосогласованной аксиально-симметричной плазмохимической модели.

*Ключевые слова:* высотные разряды, спрайты, химический состав мезосферы.

Активное исследование высотных разрядов продолжается уже более 30 лет и к настоящему моменту достигнуто общее понимание физических процессов во время разрядов различных типов, накоплено большое число экспериментальных данных. В то же время вопросы о тонкой структуре разрядов, динамике электрического поля, конкретных условиях инициации высотных разрядов, влияние на химический состав и проводимость атмосферы остаются не до конца решенными. Объектом исследования в данной работе является один из наиболее объемных разрядов на Земле – спрайт. Достаточно подробно рассмотрено влияние спрайтов в ночных условиях на химический состав мезосферы, но само существование спрайтов в дневных условиях все еще под вопросом, так же как и их физические параметры.

Для моделирования спрайтов в ночных условиях ранее была разработана самосогласованная плазмохимическая аксиально-симметричная модель ночного спрайта [1]. Для дневных спрайтов модель была модернизирована: добавлен блок фотохимических реакций, удалено несколько ионов и соответствующих реакций, заданы новые начальные концентрации химических компонент. Рассматриваемая в статье самосогласованная плазмохимическая радиально-симметричная модель дневного спрайта описывает динамику 58 химических компонент: 25 нейтральных компонент, в том числе 9 в возбужденном состоянии, 22 положительных и 10 отрицательных ионов, в том числе 12 ионов-связок, и электроны. Модель содержит 262 химических реакции, взятые с незначительными уточнениями из разработанной ранее модели [2]. Фотохимический блок из 28 реакций взят из работы [3]. Таким образом, решается система из 58 обыкновенных дифференциальных уравнений 1 порядка (определяется химической кинетикой для каждой компоненты) и уравнение для электрического поля.

Проведенные численные расчеты показывают, что для инициации дневного спрайта нужен дипольный момент некомпенсированного электрического заряда в облаке после разряда около 3500 Кл·км, что примерно в 6-7 раз выше, чем для спрайтов в ночных условиях и хорошо соотносится с данными косвенных наблюдений [4]. Развитие дневного спрайта происходит на высоте 50-65 км, что на 20 км ниже, чем для спрайтов в ночных условиях и связано с возрастающей на 1-2 порядка проводимостью на высотах мезосферы и невозможностью проникновения туда внешнего электрического поля от некомпенсированного заряда в облаке. Концентрации электронов и основных ионов

возрастают в несколько десятков раз, что приводит к росту проводимости до двух порядков. Характерное время релаксации возмущения химического состава зависит от высоты и составляет несколько десятков и даже сотен секунд.

**Список литературы:**

1. Evtushenko A. A., Kuterin F. A. Self-Consistent Model of a Night Sprite // Radiophysics and Quantum Electronics – 2017 - Vol. 59 - No. 12 – P. 962-971.
2. Evtushenko A. A., Kuterin F.A., Mareev E.A. A model of sprite influence on the chemical balance of mesosphere // J. Atmos. Sol.-Terr. Phys. – 2013 – V. 102 - P. 298-310.
3. Winkler H., Notholt J. The chemistry of daytime sprite streamers – a model study // Atmos. Chem. Phys. – 2014 – V. 14, P. 3545–3556.
4. Stanley M., Brook M., Krehbiel P., Cummer S. Detection of daytime sprites via a unique sprite ELF signature // Geophys. Res. Lett. – 2000 - V. 27 - No. 6. – P. 871–874.

**MODELING THE PERTURBATION OF THE ATMOSPHERE CHEMICAL BALANCE CAUSED BY SPRITE INITIATION IN A DAY-TIME CONDITIONS**

Andrey A. Evtushenko

*The paper presents the results of calculations of the influence of sprites in daytime conditions on the chemical composition of the atmosphere using a self-consistent axially symmetric plasma-chemical model.*

*Keywords: high-altitude discharges, sprites, the chemical composition of the mesosphere.*