

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ЭЛЕКТРОННО-ВОЗБУЖДЕННОГО МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА В СПРАЙТАХ И РАЗРЯДНОЙ КАМЕРЕ *)

¹Кириллов А.С., ^{1,2}Тарасенко В.Ф., ^{1,2}Виноградов Н.П., ^{1,3}Кириллов В.А.

¹Полярный геофизический институт, г. Анатиты, Россия, kirillov@pgia.ru

²Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

³Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, г. Москва, Россия

Спрайты – это мезосферные разряды, которые высвобождают и ускоряют большое количество электронов. Их появление формирует импульсы оптического излучения в различных спектральных областях и образование некоторых химических веществ.

Для изучения свойств спрайтов разработана модель электронной кинетики молекулярного азота для высот 40-90 км атмосферы Земли в условиях электрического разряда с продолжительностью импульса порядка нескольких микросекунд. Модель включает кинетику триплетных ($A^3\Sigma_u^+$, $B^3\Pi_g$, $W^3\Delta_u$, $B'^3\Sigma_u^-$, $C^3\Pi_u$) электронно-возбужденных состояний N_2 с учетом переноса энергии возбуждения при неупругих молекулярных столкновениях и спонтанных излучательных переходах [1,2]. Модель позволяет рассчитывать интенсивности свечения полос первой (излучательные переходы $B^3\Pi_g \rightarrow A^3\Sigma_u^+$) и второй (излучательные переходы $C^3\Pi_u \rightarrow B^3\Pi_g$) положительных систем N_2 как в смеси N_2-O_2 , как и в чистом азоте при электрических разрядах. Результаты моделирования спектров излучения азота в полосах первой и второй положительных систем сравниваются с результатами экспериментальных измерений при давлениях, соответствующим высотам над уровнем моря 40-90 км. Теоретически и экспериментально показано, что неупругие молекулярные столкновения с ростом плотности среды приводят к значительному уменьшению населенностей колебательных уровней состояния $B^3\Pi_g$ и уменьшению интенсивностей свечения полос первой положительной системы молекулярного азота N_2 .

Для экспериментальных исследований подготовлены две установки на основе разрядных камер из кварцевых трубок, имеющих внутренние диаметры 5 и 8 см. Во второй установке применены три секции, это обеспечивает возбуждение воздуха и азота низкого давления с различной длительностью импульсов тока разряда, в том числе микросекундной и миллисекундной. Также созданы генераторы, работающие при различных частотах следования импульсов. На данных установках проведены предварительные измерения спектров излучения для азота и воздуха для в диапазоне 250-1000 нм при давлениях, соответствующим высотам над уровнем моря 40-90 км [3,4].

Данное исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда за счет гранта № 25-22-00158.

Литература

- [1]. Kirillov A.S., Belakhovsky V.B. The kinetics of N_2 triplet electronic states in the upper and middle atmosphere during relativistic electron precipitation. *Geophysical Research Letters*, 2019, v.46, p.7734-7743.
- [2]. Kirillov A.S., Belakhovsky V.B. The kinetics of O_2 singlet electronic states in the upper and middle atmosphere during energetic electron precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmosphere*, 2021, v.126, e2020JD033177.
- [3]. Sorokin D.A., Tarasenko V.F., Baksht E.Kh., Vinogradov N.P. Analogs of columnar sprites initiated in low-pressure air and nitrogen. *Physics of Plasmas*, 2023, v.30, 083515.
- [4]. Tarasenko V.F., Baksht E. Kh., Vinogradov N. P., Sorokin D.A. Emission spectra of low-pressure air during a diffuse streamer discharge. *Optics & Spectroscopy*, 2022, v.130, p.1499-1507.

*) [DOI – тезисы на английском](#)