

# Моделирование разлета струи Al с учетом кинетики ионизации-рекомбинации

---

**Кузьмичева М.Ю.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институту динамики геосфер Российской академии наук, Москва, Россия

e-mail: kuzmichev.konstantin@gmail.com

Одним из возможных методов изучения физических процессов в ионосфере и магнитосфере являются активные геофизические ракетные эксперименты (АГРЭ), в ходе которых осуществляется воздействие на среду некоторого калиброванного источника возмущения. Для интерпретации регистрируемых явлений необходимо правильно оценивать параметры используемого источника, его эволюцию и взаимодействие с фоновой средой.

В эксперименте алюминиевая плазма с начальными размерами в несколько сантиметров и средней скоростью 30- 40 км/с разлетается на несколько километров. Традиционные модели состояния плазмы - приближение локального термодинамического равновесия (ЛТР), корональное равновесие (КР), описывающие стационарную плазму, оказываются неподходящими для моделирования состояния плазмы с быстро меняющимися параметрами. В этом случае при рассмотрении газодинамического движения необходимо учитывать отклонение концентраций ионов как в основных, так и в возбужденных состояниях от стационарных значений.

Моделирование разлета плазменной струи проводилось с помощью решения системы одномерных газодинамических уравнений, записанных в лагранжевых координатах для случая сферической симметрии. Сравнение результатов двумерных расчетов и одномерных показали, что для осевой части струи в одномерном расчете получаются значения газодинамических параметров, близкие к тем, что получены в двумерном расчете. Одновременно с газодинамическими уравнениями решалась система обычных дифференциальных уравнений для относительных заселенностей основных состояний ионов.

Представлены результаты моделирования неравновесной ионизации в алюминиевой плазме струи взрывного генератора, инжектируемой в ионосферу в ходе активных геофизических экспериментов. Показано достижение состояния “закалки” степени ионизации. Результаты неравновесного моделирования и оценки, основанные на них, были использованы для исследования других стадий разлета и других сценариев инъекции, чтобы определить ионизационное состояние плазмы и концентрацию электронов в ней.