Физическое моделирование плазменных явлений в активных космических экспериментах

к.ф.-м.н. **Михаил Евгеньевич Гущин**

Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова РАН, Н. Новгород

Активные эксперименты представляют собой возбуждение в околоземном космическом пространстве электромагнитных полей с помощью бортовых антенн космических аппаратов (КА) и специализированных наземных радиоустановок, а также инжекции потоков заряженных частиц, нейтрального вещества и плазмы с борта КА. Такие эксперименты, проводимые в верхних слоях атмосферы, ионосфере и магнитосфере Земли, дают бесценную информацию о состоянии геофизической среды и ее реакции на внешние воздействия. Физика активных экспериментов богата нелинейными явлениями, включая самовоздействие мощных высокочастотных полей, возбуждение собственных резонансов плазмы, генерацию искусственной ионосферной турбулентности, возникновение самосогласованных плазменно-токовых структур и пр.

Конечно, околоземное пространство само по себе является своеобразной «природной лабораторией», в которой можно изучать вышеперечисленные явления. С другой стороны, активные эксперименты дороги, проводятся в сложных (и не всегда контролируемых) условиях, а интерпретация их результатов зачастую становится самостоятельной физической задачей и занимает десятилетия. Поэтому возникает потребность в моделировании тех явлений, которые могут наблюдаться при постановке активных экспериментов – и расчетно-теоретически, и лабораторно.

Лекция посвящена актуальным задачам лабораторного моделирования активных экспериментов в ионосфере и магнитосфере Земли на специализированных крупномасштабных установках, крупнейшей из которых в России является стенд «Крот» (ИПФ РАН). В основу такого моделирования положены критерии подобия лабораторной и космической плазмы. Лабораторные эксперименты позволяют, в принципе, оптимизировать параметры планируемых экспериментов в космосе, дать прогноз результатов проводимых исследований, а также существенно расширить валидационный базис создаваемых моделей. Рассматриваются зарубежные и отечественные активные эксперименты последних лет, включая инжекции плазмы с борта МКС, радиочастотную модификацию ионосферы с борта КА (новая группировка низкоорбитальных спутников «Ионосфера-М») и с помощью наземных средств, в первую очередь – нагревного стенда «Сура» (НИРФИ ННГУ им. Н.И. Лобачевского).

Выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 24-12-00459).