

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК**КОНФЕРЕНЦИИ И СИМПОЗИУМЫ****НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК****(24 июня 1992 г.)**

24 июня 1992 г. в Институте физических проблем им. П.Л. Капицы РАН Состоялась научная сессия Отделения общей физики и астрономии РАН. На сессии были заслушаны доклады:

1. В.Н. Ораевский, В.Н. Обридко, В.В. Фомичев. Проблемы солнечно-земной физики: внеатмосферные и наземные наблюдения и эксперименты.

2. В.В. Денисенко, Н.В. Еркаев, С.С. Замай, А.В. Китаев, А.В. Мезенцев, И.Т. Матвеенков, В.Г. Пивоваров. Математическое моделирование крупномасштабных процессов в магнитосфере Земли.

3. Г.Я. Смольков. Новое в микроволновом излучении солнечных активных областей.

Далее публикуется краткое содержание двух докладов.

В.В. Денисенко, Н.В. Еркаев, С.С. Замай, А.В. Китаев, А.В. Мезенцев, И.Т. Матвеенков, В.Г. Пивоваров. Математическое моделирование крупномасштабных процессов в магнитосфере Земли. Взаимодействие солнечного ветра с магнитным полем Земли является предметом обширных экспериментальных и теоретических исследований на протяжении уже более 30 лет. Постоянный интерес к этой проблеме объясняется влиянием процессов, происходящих в околоземном космическом пространстве, на состояние ионосферы и атмосферы Земли. Кроме того, околоземное космическое пространство является интересным объектом приложения исследований в области физики плазмы, механики и электродинамики, стимулирующим развитие теории и экспериментальных методов. Хотя в настоящее время картина взаимодействия солнечного ветра с геомагнитным полем в общих чертах известна, многие и весьма существенные детали механизма формирования магнитосферы Земли и физических процессов, протекающих внут-

ри магнитосферы, до конца не ясны. Трудности создания физической теории магнитосферы Земли объясняются сложностью и многоплановостью проблемы, поэтому нет оснований надеяться, что все причинно-следственные связи явлений в этой области можно будет понять на качественном уровне, непосредственно основываясь на данных измерений ИСЗ. В такой ситуации продуктивным методом теоретических исследований является метод математического моделирования.

Магнитосферные явления можно подразделить на два класса по их характерному пространственному масштабу. В первом случае это крупномасштабные течения, в которых плазма проявляет свойства сплошной среды, и во втором случае — мелкомасштабные специфические плазменные процессы, протекающие на фоне первых. Методы теоретического исследования этих явлений различны, как различны и результаты, которые могут быть получены в таких исследованиях. Метод сплошной среды позволяет изучать глобальные характеристики взаимодействия солнечного ветра с геомагнитным полем, но его недостатком является то, что часто невозможно формально обосновать применимость метода. В этом случае адекватность физической модели может быть проверена сравнением теоретических результатов с данными наблюдений. Методы физики плазмы более точно соответствуют свойствам исследуемого объекта, но в силу значительных математических трудностей далеко не могут быть использованы для описания крупномасштабных глобальных процессов. Другими словами, эти два подхода дополняют друг друга.

Авторы сосредоточили свои усилия на моделировании крупномасштабных характеристик взаимодействия солнечного ветра с геомагнитным полем. При этом из глобальной задачи вычленились отдельные явления и создавались их математические модели. Так как одной из центральных проблем физики

магнитосферы является проблема генерации электрических полей в магнитосфере и их перенос в ионосферу Земли, основное внимание было уделено созданию математических моделей цепочки явлений от генерации электрических полей на магнитопаузе и в плазменном слое до распределения электрических полей и токов в ионосфере [1,2].

Первой в этой цепочке стоит магнитогазодинамическая модель обтекания магнитосферы солнечным ветром и связанная с ней проблема пересоединения магнитных полей (ММП) [3—5]. Имеют место два возможных режима пересоединения ММП с геомагнитным полем в зависимости от соотношения безразмерных параметров, характеризующих течение солнечного ветра. При достаточно большой величине поперечной компоненты ММП в солнечном ветре реализуется механизм нелинейного пересоединения ММП с геомагнитным полем. Рассмотрена теория этого процесса. В противоположном случае малой поперечной компоненты ММП осуществляется пересоединение диффузионного типа. Обсуждается этот вопрос, как и процесс генерации электрического поля, на диффузионной магнитопаузе [6,7].

Наряду с магнитопаузой источником магнитосферного электрического поля является плазменный слой. Модель вязкого течения в плазменном слое как электрического генератора описана в [8÷10].

Генерируемые на магнитопаузе электрические поля в силу высокой продольной проводимости магнитосферной плазмы переносятся вдоль магнитных силовых линий до уровня ионосферы. Распределение магнитного поля в магнитосфере определяется в результате численного решения задачи магнитостатики. Алгоритм представлен в [11,12].

В рассматриваемых явлениях ионосфера выступает как пассивный проводник, в котором диссипирует электрическая энергия магнитосферных генераторов. Двумерная модель ионосферного глобального проводника описана в [13,14].

После определения токов в ионосфере необходим расчет создаваемых ими магнитных возмущений на поверхности Земли, поскольку именно по магнитным вариациям накоплен наиболее обширный и систематический экспериментальный материал. Эта задача решается в приближении магнитостатики. Некоторые результаты представлены в [10—12].

Наряду с построением единой математической модели крупномасштабных магнитосферных процессов, представленные модели используются и изолированно. При этом входные параметры задаются в соответствии с имеющимися эмпирическими или теоретическими моделями. Полученные на этом пути результаты, позволяющие объяснить отдельные яв-

ления в магнитосфере, кратко представлены при описании каждой модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] *Denisenko V.V., Erkaev N.V., Zamay S.S., Kitaev A.V., Mezentshev A.V., Matveenko I.T., Pivovarov V.G.* Mathematical model of physical processes responsible for generation of magnetospheric electric fields and their penetration into the Earth's magnetosphere // *Proceedings of an International Workshop on Cluster Dayside Polar Cusp* / Ed. C.I. Barren. — ESA Publication Division, September 1991. — Pp. 211—216.
2. *Pivovarov V.G.* The Polar Geophysical Institute program of the theoretical and experimental investigation on cusp // *Proceedings of an international Workshop on Cluster Dayside Polar Cusp* // Ed. C.I. Barren. — ESA Publication Division, September 1991. — Pp. 19—22.
3. *Пивоваров В.Г., Еркаев Н.В.* Взаимодействие солнечного ветра с магнитосферой Земли. — Новосибирск: Наука, 1978.
4. *Еркаев Н.В.* Обтекание солнечным ветром магнитосферы Земли. — Москва, 1989.
5. *Еркаев Н.В., Мезенцев А.В.* Обтекание магнитосферы в области магнитного барьера // *Магнитосферные исследования*. 1987. № 9. С. 17—35.
6. *Китаев А.В.* Генерация электрического поля в магнитном пограничном слое магнитосферы Земли // *Магнитосферные исследования*. 1988. № 11. С. 18—31.
7. *Китаев А.В., Матвеев И.Т.* Электрическое поле в дневном каспе при малой величине ММП // *Геомагн. и аэронавигация*. 1988. Т. 28, № 3. С. 380—383.
8. *Пивоваров В.Г.* Генерация электрических полей в магнитосфере. — Апатиты, 1991.
9. *Пивоваров В.Г.* Эффекты вязкого взаимодействия солнечного ветра с плазменным слоем хвоста // *Геомагн. и аэронавигация*. 1981. Т. 21. С. 876—879.
10. *Матвеев И.Т., Пивоваров В.Г.* Расчет геомагнитных возмущений, вызываемых ионосферными токами // *Геомагн. и аэронавигация*. 1981. Т. 21, № 2. С. 382—385.
- [11] *Матвеев И.Т.* возможные эффекты удаленных источников поля в *у-вариациях* // *Геомагн. и аэронавигация*. 1983. Т. 23, № 2. С. 336—338.
12. *Матвеев И.Т.* Оценка погрешностей, допускаемых при замене продольных токов вертикальными // *Геомагн. и аэронавигация*. 1980. Т. 20, № 2. С. 352—354.
13. *Денисенко В.В.* Вариационные методы для эллиптических краевых задач, описывающих процессы переноса с несимметричными тензорными коэффициентами // *ПМТФ*. 1989. № 3(175). С. 69.
14. *Денисенко В.В., Замай С.С.* Вклад магнитосферных источников в электрические поля и токи, наблюдаемые в экваториальной ионосфере в спокойных геомагнитных условиях // *Магнитосферные исследования*. 1990. № 14. С. 5—23.
15. *Денисенко В.В., Замай С.С.* Моделирование электрических полей и токов в низкоширотной ионосфере во время восстановительной фазы суббури // *Магнитосферные исследования*. 1989. № 13. С. 48—64.

Г.Я. Смольков. Новое в микроволновом излучении солнечных активных областей. В процессе поэтапного ввода в действие и освоения Сибирского солнечного радиотелескопа (ССРТ) [1,2] достигнуто угловое разрешение до 17" с одномерным сканированием Солнца в течение каждого дня (этот режим выгоден регистрацией на фоне интенсивного излучения спокойного Солнца одновременно всех проявлений его активности) и со-