

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт космических исследований Российской академии наук  
(ИКИ РАН)**

*УТВЕРЖДАЮ*

*Врио директора ИКИ РАН*

*Чулков И. В.*

---

*« 24 » апреля 2018 г.*

**Дополнительная программа кандидатского экзамена  
по направлению 03.06.01 Физика и астрономия  
по специальности 01.03.03 Физика Солнца**

**Рахмановой Людмилы Сергеевны**

*УТВЕРЖДЕНО*

*на Ученом совете ИКИ РАН*

*« 23 » апреля 2018 г.*

*Протокол № 2*

Москва 2018 г.

## **1. Солнечный ветер**

1. Глобальные модели солнечного ветра.
2. Межпланетное магнитное поле. Спираль Паркера. Магнитные облака в солнечном ветре. Секторная структура межпланетного магнитного поля вблизи плоскости эклиптики и гелиосферный токовый слой.
3. Химический состав солнечного ветра и солнечной короны. Типичные параметры солнечного ветра и крупномасштабные типы солнечного ветра.
4. Современные методы моделирования плазмы солнечного ветра. Магнитогидродинамические моделирования и моделирования типа "particle-in-cell".
5. Система солнечно-земных связей и эффекты космической погоды. Прогноз гелиогеофизической обстановки.

## **2. Взаимодействие солнечного ветра с магнитосферой Земли**

1. Обтекание солнечным ветром магнитосферы Земли. Околосемная ударная волна. Форшок. Магнитослой.
2. Структура и основные токовые системы магнитосферы. Магнитопауза и пограничные слои магнитосферы.
3. Моделирование положений магнитопаузы и околосемной ударной волны.
4. Волны и неустойчивости в плазме магнитослоя: теория и экспериментальные исследования.
5. Магнитосферные суббури. Магнитные бури. Формы проявления и фазы магнитосферной суббури. Высыпание энергичных частиц во внутреннюю магнитосферу.

## **3. Плазма в магнитном поле**

1. Плазма без магнитного поля. Плазменные колебания. Явления переноса в плазме. Гидродинамическое описание плазмы. Кинетическое уравнение для плазмы и кинетическая теория волн.
2. Движение частиц в магнитном поле. Адиабатические инварианты. Характерные частоты в замагниченной плазме. Резонансы.
3. Кинетическая теория плазмы в магнитном поле. Уравнение Власова. Кинетическая теория волн в плазме с магнитным полем.
4. Магнитогидродинамическое описание плазмы. Магнитная вязкость, магнитное число Рейнольдса. Вмороженность магнитного поля. Магнитогидродинамические разрывы и волны. Альвеновская и быстрая магнитозвуковая волны и вистлеры.
5. Неустойчивость плазмы в магнитном поле. Линейные колебания и волны в космической плазме. Нелинейные волны и солитоны.
6. Бесстолкновительные ударные волны. Ламинарные и турбулентные ударные волны. Критические числа Маха. Диссипация в бесстолкновительной ударной волне.

## **4. Мелкомасштабные и нестационарные процессы в околосемной космической плазме**

1. Турбулентность околосемной космической плазмы по данным локальных измерений
2. Турбулентность околосемной космической по данным радиопросвечивания
3. Теории турбулентности: теория Колмогорова и современные представления о турбулентности космической плазмы.
4. Турбулентность и волны.

5. Статистические модели турбулентности, самоподобие, мультифрактальность и перемежаемость.

## 5. Приборы и методы исследования солнечного ветра

1. Измерения электрических и магнитных полей. Зондовая методика. Магнитометры (феррозондовый, индукционный, квантовый).
2. Масс-спектрометрия в исследованиях космической плазмы. Анализ зарядового состава ионов. (можно разделить на масс-спектрометры и анализ зарядового состава, а отдельной группой пустить остальные типы анализаторов)
3. Анализаторы с тормозящим и отклоняющим полем. Цилиндры Фарадея. Электростатические анализаторы. Магнитные анализаторы.
4. Методы регистрации энергичных частиц.

## Основная литература:

1. А.Хундхаузен. Расширение короны и солнечный ветер. М., Мир, 1976
2. Г.Альвен, К.Г. Фельдхаммар. Космическая электродинамика, М., Мир, 1967
3. Солнечная и солнечно-земная физика. Иллюстрированный словарь терминов. М., Мир, 1980.
4. Сб. «Космическая магнитная гидродинамика», ред. Э. Прист, А.Худ, М., Мир, 1995.
5. Е. Паркер. Динамические процессы в межпланетной среде. М., Мир, 1965.
6. Л.А.Арцимович, Р.З.Сагдеев Физика плазмы для физиков // Атомиздат, Москва, 1979.
7. Плазменная гелиогеофизика. Ред. Л.М. Зеленый и И.С. Веселовский: Физматлит, С. 389-398. 2008.
8. Колмогоров А.Н. Локальная структура турбулентности в несжимаемой вязкой жидкости при очень больших числах Рейнольдса / Доклады Академии Наук СССР. Т. 30. № 4. С. 299. 1941
9. Bruno R., Carbone V. The solar wind as a turbulence laboratory // Living Reviews in Solar Physics. V. 10. doi:10.12942/lrsp-2013-2. 2013.
10. Lacombe C., Belmont G. Waves in the Earth's magnetosheath: Observations and interpretations // Adv. Space Res. V. 15. P. 329–340. 1995.
11. Schekochihin A. A., Cowley S. C., Dorland W., Hammett G. W., Howes G. G., Quataert E., Tatsuno T. Astrophysical gyrokinetics: kinetic and fluid turbulent cascades in magnetized weakly collisional plasmas // Astrophysical Journal Supplement Series. V. 182. P. 310-377. 2009.
12. Schwartz S.J., Burgess D., Moses J.J. Low-frequency waves in the Earth's magnetosheath: present status // Ann. Geophys. V. 14. P. 1134–1150. 1996
13. Горн Л.С., Хазанов Б.И. Спектрометрия ионизирующих излучений на космических аппаратах. М.: Атомиздат, 1979.
14. Горн Л.С., Хазанов Б.И. Позиционно-чувствительные детекторы. М.: Энергоиздат, 1982.
15. Методы исследования плазмы. Сб. ст. под ред. В. Лохте-Хольтгревен. М.:Мир,1971.
16. Сб. "Interball: Mission and Payload", CNES-IKI-RSA, 1995.

Составитель:

д.ф.-м.н.

Г.Н. Застенкер