

Физика Солнца

Лектор: д.ф.-м.н., Богачев Сергей Александрович

(Лаборатория рентгеновской астрономии Солнца ФИАН)

| | |
|----------------------------|--|
| Код курса: | |
| Статус: | обязательный |
| Аудитория: | специальный |
| Специализация: | Физика Солнца |
| Семестр: | 8 |
| Трудоёмкость: | 2 з.е. |
| Лекций: | 32 часа |
| Семинаров: | 0 часов |
| Практ. занятий: | 4 часа |
| Отчётность: | Зачет/экзамен |
| Начальные компетенции: | С-ОНК-1, С-ОНК-5, С-ОНК-6 |
| Приобретаемые компетенции: | С-СК-3, С-ПК-1, С-ПК-2, С-ПК-4, С-ИК-3 |

Аннотация курса

Физика Солнца – одно из основных направлений современной астрофизики, предметом которого является изучение Солнца как звезды, а также исследование многообразных проявлений активности, вероятно характерных и для других звезд, но недоступных для наблюдения нигде кроме Солнца. В лекционном курсе содержатся базовые знания о внутреннем строении Солнца, физике его атмосферы, механизмах и наблюдательных проявлениях солнечной активности, а также о приборах и методах, используемых в современной физике Солнца. Отдельное внимание уделяется механизмам воздействия Солнца на гелиосферу и на магнитосферы планет, а также роли Солнца как фактора космической погоды.

Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен приобрести основные знания о строении Солнца, механизмах и проявлениях солнечной активности, а также об основных физических процессах в системе солнечно-земных связей.

Образовательные технологии

Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс содержит широкий набор общих знаний по физике Солнца и по этой причине может являться подготовительным перед изучением более узкоспециализированных солнечных дисциплин, таких как «Гелиосейсмология», «Гидродинамика Солнца» и других.

Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Данный курс рекомендуется как предшествующий по отношению к узкоспециализированным дисциплинам и практикам по физике Солнца, таким как «Гелиосейсмология», «Гидродинамика Солнца» и другим.

Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

Эллисон М.А. Солнце и его влияние на Землю. М.: Изд-во физ.-мат. лит-ры, 1959.

Гибсон Э. Спокойное Солнце. М.: Мир, 1977

Прист Э.Р. Солнечная магнитогидродинамика. М.: Мир, 1985

Зирин Г., Солнечная атмосфера. М., 1969

Сомов Б.В. Космическая электродинамика и физика Солнца. М.: Изд-во МГУ, 1993.

Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

Нет

Основные научные статьи, обеспечивающие курс

Нет

Программное обеспе-

Сайт лаборатории рентгеновской астрономии Солнца ФИАН:

чение и ресурсы в интернете

<http://www.tesis.lebedev.ru/>

Сайт солнечной обсерватории НАСА SDO: www.nasa.gov/sdo

Контроль успеваемости Промежуточная аттестация проводится на 7-9 неделе в форме проверочной работы с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса. Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях.

Фонды оценочных средств Контрольные вопросы для текущей аттестации, задачи для контрольных работ промежуточной аттестации; вопросы к экзаменам.

Структура и содержание дисциплины

| Раздел | Неделя |
|--|--------|
| Расстояние до Солнца, размер и масса Солнца. Внутреннее строение Солнца. Строение солнечной атмосферы. Цвет и температура Солнца. Солнце как звезда: спектральный класс, класс светимости, положение на диаграмме Герцшпрунга—Рассела. Положение Солнца в Галактике. Возраст Солнца. Эволюция Солнца после главной последовательности. | 1 |
| Источник солнечной энергии. Состояние плазмы в ядре Солнца. Протон-протонный цикл. Солнечные нейтрино. Перенос энергии от ядра Солнца к поверхности. Зона лучистого переноса. Конвективная зона. Солнечная постоянная. Потемнение фотосферы Солнца к краю. Грануляция и супергрануляция Солнца. | 2 |
| Солнечные пятна. История наблюдений солнечных пятен. Число Вольфа. Цикл солнечной активности. Распределение солнечных пятен по широте. Диаграмма «бабочка». Период вращения Солнца. Дифференциальное вращение Солнца. | 3 |
| Хромосфера Солнца. Наблюдения хромосферы с Земли. Флоккулы. Темные волокна. Солнечные протуберанцы. Эруптивные протуберанцы. Хромосферные спиккулы. Хромосферные вспышки. Хромосферная сетка. | 4 |
| Солнечная корона. Наблюдения короны Солнца с Земли. К, F и L – компоненты оптической короны. Затмения Солнца. Полные, частные и кольцеобразные затмения. Частота затмений. Драконический период (сарос). Температура и плотность плазмы в короне. Переходная область между короной и хромосферой. Область температурного минимума. Нагрев короны Солнца. | 5 |
| Магнитное поле Солнца. Структура крупномасштабного магнитного поля. Солнечное динамо. Тороидальное и полоидальное магнитное поле. Меридиональная циркуляция. Альфа-эффект. Тахолин. Смена знака магнитного поля (переполусовка). | 6 |
| Состояние плазмы в короне Солнца. Система уравнений магнитной гидродинамики. Закон Ома для корональной плазмы. Приближение сильного магнитного поля. Магнитная вязкость и число Рейнольдса. Вмороженность магнитного поля в плазму. | 7 |
| Солнечная активность и ее основные проявления: солнечные вспышки, выбросы вещества, ускорение частиц. Активные области в атмосфере Солнца. Проявления вспышек в оптическом, УФ и рентгеновском диапазонах. Рентгеновская шкала солнечных вспышек. Белые вспышки. Крупнейшие вспышки в истории наблюдений. | 8 |
| Основные источники энергии солнечной активности. Потенциальная и непотенциальная компоненты магнитного поля. «Свободная» магнитная энергия. Электрические поля и токи в короне Солнца. Особые точки и поверхности магнитного поля. Магнитное пересоединение. | 9 |
| Основные понятия о спектре Солнца. Непрерывный оптический спектр Солнца. Фраунгоферов спектр. Непрерывное излучение и эмиссионный спектр короны. Запрещенные линии в короне Солнца. Жесткое рентгеновское и гамма-излучение Солнца. Радиокорона. Распространение радиоволн. Поляризация солнечного излучения. Химический состав Солнца. | 10 |
| Основные понятия о солнечном ветре. Состав солнечного ветра. Ускорение солнечного ветра. Спокойный и быстрый солнечный ветер. Ударные волны в солнечном ветре. Корональные дыры и их связь с солнечным ветром. Давление солнечного ветра и излучения Солнца. Солнечный парус. | 11 |
| Структура межпланетного магнитного поля. Спираль Паркера. Гелиосфера. Гелиопауза. Гелиосферный токовый слой. Исследование гелиосферы аппаратами «Вояджер». Основные понятия о распространении корональных выбросов массы и заряженных частиц в межпланет- | 12 |

| | |
|---|----|
| ной среде. Солнечные и галактические космические лучи. Форбуш-эффект. | |
| Воздействие солнечной активности на магнитосферы планет. Основные понятия о магнитном поле Земли. Строение земной магнитосферы. Радиационные пояса. Магнитные бури. Полярные сияния. Основные индексы геомагнитной активности. Шкала магнитных бурь. Воздействие солнечных вспышек на атмосферу и ионосферу Земли. Влияние Солнца на климат. Маундеровский минимум. Гелиобиология. | 13 |
| Основные инструменты для исследования Солнца. Горизонтальные и башенные солнечные телескопы. Внеатомные коронографы. Методы измерений магнитного поля и лучевых скоростей Солнца. Основные понятия о приемниках излучения: ПЗС матрицы, сцинтилляционные детекторы, кристаллические детекторы, болометры. Рентгеновская оптика: зеркала наклонного падения, зеркала с многослойным покрытием. | 14 |
| Внеатмосферные исследования Солнца. Начало космической эры: ракеты Р-1а, спутник ИСЗ-2, первые фотографии Солнца из космоса. Космические обсерватории НАСА «OSO». Космическая станция Skylab. Солнечные обсерватории SMM и Hinotori. Обсерватория Yohkoh. Действующие солнечные обсерватории: SOHO, STEREO, Hinode, SDO. Программа КОРОНАС. Перспективные космические солнечные обсерватории. | 15 |