

АФШ-6

«Астрономия из космоса»

10-21 апреля 2023 г.,

*Исследовательская станция «Петница» (Istraživačka stanica Petnica)
в партнёрстве с обсерваторией Белграда
и Департаментом астрономии математического
факультета Университета Белграда*

Даты:

Заезд студентов: 10 апреля

Занятия: 11-20 апреля

Отъезд студентов: 21 апреля

Астрофизика

1. Внеатмосферные исследования космических лучей: история и современное состояние

(А. Егоров)

Первая часть лекции посвящена краткой истории открытия и изучения феномена космических лучей (КЛ). Описываются основные методики регистрации и измерения характеристик КЛ. Далее делается обзор основных наблюдательных результатов, накопленных к текущему моменту. Отдельная секция лекция повествует о теоретических моделях генерации и распространения КЛ, а также о наблюдательных проверках моделей. Широко рассматриваются актуальные проблемы современных моделей КЛ. Также уделяется значительное внимание поискам новой физики: антиматерия в КЛ может содержать детектируемые компоненты, обусловленные аннигиляцией частиц тёмной материи в Галактике. Финальная часть лекции посвящена обзору перспектив дальнейших исследований как в аспекте решения актуальных теоретических задач; так и в аспекте подготовки новых значимых космических миссий для дальнейших измерений КЛ, таких как HERD, GAPS, AMS-100.

2. Астрономические наблюдения в рентгеновском диапазоне длин волн (С. Цыганков)

Рентгеновская астрономия является одним из наиболее молодых разделов астрономии, появившемся только благодаря выходу человечества в космос около 60-ти лет назад. Эта область науки исследует космические объекты, вещество в которых находится в наиболее экстремальных условиях (сверхвысокие температуры, сверхсильные магнитные поля, огромные плотности и скорости, и т.п.). Таким образом, изучая космические источники рентгеновского излучения, мы расширяем границы физических условий и параметров вещества, доступных ученым для исследования. В лекции будет приведен обзор методов регистрации рентгеновских фотонов, формирования изображения, а также анализа спектральных данных.

3. Наблюдение за близкой Вселенной: астрометрия, фотометрия и спектроскопия «близких» объектов

(И. Милич)

В этой лекции мы обсудим физику формирования спектров звезд и планет. Мы увидим, как мы можем связать фотометрические и спектроскопические (и спектрополяриметрические) наблюдения этих объектов с лежащими в их основе физическими параметрами. Мы познакомимся с основными физическими принципами инструментов, которые используются для проведения этих наблюдений, и посмотрим, как они реализованы и используются в некоторых важных космических миссиях (SDO, KEPLER, GAIA), а также в некоторых из крупнейших в мире телескопов (VLT, KECK, DKIST). Лекция будет сопровождаться набором вопросов для проверки понимания студента и простым упражнением, в котором мы будем измерять поля скоростей в атмосфере Солнца по смещению спектральных линий, используя общедоступную базу данных космического телескопа the Hinode Space Telescope.

4. Астрономия из космоса: почему и как?

(М. Стоянович)

Космическая астрономия является важным аспектом астрономических исследований во всем мире. За последние два десятилетия было запущено много различных спутников и спутниковых созвездий, что доказало, что космические телескопы - это будущее научных усилий в области астрономических и астрофизических исследований. В этой короткой лекции мы расскажем об одной из лучших астрометрических космических миссий — GAIA. Этот телескоп все еще работает и производит ценные

данные, а недавно был опубликован третий выпуск данных (DR3). Все данные этой миссии полностью открыты и бесплатны для использования. Сначала будет представлен обзор всех доступных данных. Во второй части лекции мы будем загружать данные прямо с сайта архива Gaia, где будет использоваться язык Gaia ADQL. ADQL будет кратко представлен с множеством примеров, чтобы учащиеся могли позже использовать его самостоятельно. Затем мы нанесем данные на график и покажем некоторые исторически важные астрономические отношения, а также некоторые другие, которые могут пробудить воображение студентов, чтобы продолжить работу с данными GAIA.

5. Исследования Солнечной системы космическими аппаратами

(Н. Тодорович)

Наша Солнечная система содержит бесконечное количество траекторий. Наиболее простыми среди них являются так называемые кеплеровы орбиты, возникающие вследствие гравитационного взаимодействия двух массивных тел. По таким орбитам (с эллиптическими формами) движутся планеты. С другой стороны, малые небесные тела, такие как астероиды, кометы или космические аппараты, протягивают более сложные траектории, которые в основном изучаются в отдельной области астрономии — небесной механике.

В этой лекции мы дадим некоторое представление об орбитальном движении в целом, представим различные наборы систем координат, используемых в орбитальной динамике, и объясним, как орбиты эволюционируют во времени. Мы поговорим о реальных астероидах и о том, как мы их группируем на основе их траекторий. Также будут обсуждаться современные подходы к небесной механике, основанные на массовых численных симуляциях и использовании некоторых из наиболее важных общедоступных баз данных по малым телам. Мы покажем, как наносить на карту и визуализировать эти большие неизведанные пространства, облегчая наше понимание локальной вселенной. Во второй части лекции мы поговорим о космических полетах, их научных целях, облетах и посадках.

6. Гамма-астрономия: открытия последних 10 лет

(Г. Оганесян)

В 2008 году на орбиту Земли был запущен космический гамма-телескоп, названный в честь знаменитого физика Энрико Ферми. Телескоп Ферми обнаруживает излучение в гамма-лучах от Мегаэлектронволта до сотен

Гигаэлектронвольтов. Это позволяет изучить физику самых экстремальных процессов со всего неба, включая мощнейшие взрывы звезд от далеких галактик, слияния компактных замагниченных объектов, остатки взрывов сверхновых, излучение от пульсаров, высокоэнергетическое излучение от системы со сверхмассивными черными дырами и многие другие объекты. За время работы инструмента Ферми, было обнаружено несколько критически важных и очень редких источников. В 2017 году нам удалось обнаружить короткий всплеск гамма-излучения после слияния двух нейтронных звезд. А совсем недавно, в октябре 2022 года мы увидели самый яркий гамма-всплеск, настолько яркий, что он оставил осязаемое воздействие на атмосферу нашей Земли. В своем докладе я поговорю о преимуществах внеземной гамма-астрономии и о новых открытиях, которые навсегда поменяли научное сообщество. Я также поговорю о будущем гамма-астрономии и о новых задачах, которые нам нужно решать следующие десятилетия.

7. Солнечно-земные связи — вид из космоса

(Л. Пустильник)

Прорыв в наблюдении Солнца и солнечного ветра, обусловленный наблюдениями с космическими солнечными телескопами, и прямое зондирование межпланетной среды позволили увидеть солнце в рентгене и ультрафиолете с резким улучшением пространственного и временного разрешения в десятки и сотни раз. Эти наблюдения продемонстрировали динамическую природу равновесия магнитных полей в солнечной атмосфере и заставили по-новому подойти к рассмотрению процесса накопления и разрядки магнитной энергии в солнечных вспышках и ее распространению посредством солнечного ветра к Земле, а также возбуждению земной магнитосферы, как проявлению солнечно-земных связей

8. Обсерватория Спектр-РГ: от идеи к открытиям

(А. Лутовинов)

Обсерватория Спектр-РГ, в состав которой входят два рентгеновских телескопа косого падения, в том числе, первый российский зеркальный рентгеновский телескоп ART-XC им. М.Н.Павлинского, успешно работает на орбите с июля 2019 года. В лекции будет рассказано об идее обсерватории, ее устройстве, принципе работы основных инструментов, а также представлен краткий обзор полученных обсерваторией результатов. Особое внимание будет уделено конструкции и техническим характеристикам телескопов обсерватории и их возможностям проводить обзоры обширных областей звездного неба, а также наиболее интересных

объектов на нем. В совокупности с проводимыми одновременно многоволновыми наблюдениями другими наземными и космическими инструментами это уже позволило получить множество интересных результатов и сделать ряд замечательных открытий.

9. Новая физика на рубеже веков: Квантовая физика микромира

(А. Варламов)

В этой лекции будет рассказана история рождения новой физики на рубеже XIX и XX веков. Нам предстоит путешествие в удивительный мир, недоступный непосвященным: Мир, обычно открытый только тем, кто не боится сложнейших уравнений и самых необычных математических методов. Не пытайтесь понять все сразу, ведь тайны квантового мира, как закоулки дантовского Ада, бесчисленны и еще ждут своих исследователей. Скорее всего, некоторые из них не до конца поняты и вашим гидом.

10. Методы обработки периодических данных

(А. Бирюков)

На лекции будет проведён обзор основных методов анализа наблюдательных данных с целью обнаружения периодичности: Фурье анализ (и спектры), алгоритм быстрого Фурье-преобразования, свёртка, дисперсионный анализ, диаграммы Ломба-Скаргла, представление о статистике хи-квадрат и статистике Кэш.

11. Планетные посадочные миссии

(С. Язев)

Лекция посвящена автоматическим космическим аппаратам, выполнявшим исследовательские миссии на поверхности Луны, Венеры и Марса. Сделан краткий обзор полученных результатов в области экспериментальной планетологии.

12. Внеатмосферные астрономические обсерватории

(С. Язев)

Лекция посвящена солнечным космическим обсерваториям (проекты SKYLAB, SOHO, STEREO, SDO, Parker, Solar Orbiter, ASO-S). Сделан обзор, посвященный реализации проекта космического телескопа JWST.

Физика, 4 занятия по 1.5 ч

(С. Колякина)

1. Экспериментальный практикум. Исследование дифракции немонахроматического света на периодических структурах;
2. Лекция с примерами решения задач. Конденсаторы в цепях переменного и постоянного тока;
3. Практикум решения задач на применение и анализ физических процессов, используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. (Формат ЕГЭ 2023);
4. Практикум решения расчетных и качественных задач с явно и неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул нескольких разделов физики в одной задаче. (Статика, гидростатика, электричество и магнетизм). (Формат ЕГЭ 2023)

Математика, 4 занятия по 1.5 ч.

(Д. Мамий)

1. Основные приемы и методы решения задач с параметрами. Задачи с параметрами в ЕГЭ последних лет.
2. Одномерная динамика отображений. Квадратичное отображение. Вещественный и комплексный случаи. Множества Жюлиа и Мандельброта.
3. Одномерные и двумерные динамические системы, определяемые обыкновенными дифференциальными уравнениями. Фазовое пространство
4. Элементы хаотической динамики.

Практическая работа

1. Ускорение вращения аккрецирующего рентгеновского пульсара

(С. Цыганков)

В отличие от радиопулсаров, излучающих за счёт энергии вращения замагниченной нейтронной звезды (НЗ) и увеличивающих свой период со временем, рентгеновские пульсары, излучающие за счёт аккреции, ускоряют и замедляют своё вращение из-за взаимодействия с веществом. Таким образом, важным инструментом в исследовании взаимодействия магнитосферы НЗ с плазмой является наблюдение зависимости частоты собственного вращения от светимости пульсара. Корреляция между темпом изменения периода пульсаций и рентгеновской светимостью во время вспышек установлена к настоящему моменту у целого ряда транзиентных

источников. Лабораторная работа основана на наблюдениях рентгеновского пульсара GX 304-1 обсерваторией RXTE (NASA) во время вспышки в 2008 г. Студенты научатся находить периодичность в кривых блеска рентгеновских источников и использовать эти результаты для определения физических параметров НЗ.

2. Решение и разбор задач по релятивистской астрофизике

(А. Бирюков)

На семинаре будут разобраны и обсуждены задачи, предлагавшиеся для самостоятельного решения на V Астрофизической школе (Ереван) и на межшкольный период 2022/2023.

Английский язык

(Н. Чекалева)

Разговорный и письменный английский язык в науке. Практические занятия.

Практика личностного роста

(Н. Верховданова)

Серия «вопросов и ответов»

Экскурсия в обсерваторию Белграда