

**II АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ШКОЛА ФОНДА НЕКОММЕРЧЕСКИХ ИНИЦИАТИВ
«ТРАЕКТОРИЯ» ДЛЯ СТАРШИХ ШКОЛЬНИКОВ**

**«УТВЕРЖДАЮ»
ДИРЕКТОР АФШ**

_____ Санников С.С.

«14» февраля 2017 г.

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

II Астрофизической научно-образовательной школы Фонда некоммерческих инициатив «Траектория» для старших школьников

Общие положения

1. В программе II Астрофизической научно-образовательной школы Фонда некоммерческих инициатив «Траектория» для старших школьников (АФШ) основное внимание уделяется астрофизике, астрономии, физике, математике.
2. Занятия проводятся в нескольких учебно-методических форматах: в виде лекций, практических занятий, наблюдений.
3. Лекции могут носить как учебный, так и общеобразовательный характер.
4. Практические занятия проводятся опытными педагогами.
5. Наблюдения осуществляются под руководством ведущих российских ученых-астрофизиков.
6. В процессе подготовки Школы в настоящей программе возможны изменения (в том числе вызванные неблагоприятными для проведения наблюдений погодными условиями), касающиеся лекций, практических занятий, наблюдений.

**I. Базовый курс «Физические основы астрономии»
(6 занятий (пар) в группах по 20 человек)**

Астрофизика 1. Механическое движение

Фундаментальность понятие движения в физике. Механическое движение как важный частный случай. Система координат и система отсчета. Закон движения. Преобразования координат и скоростей. Инерциальная система отсчета и преобразования Галилея. Действие и принцип наименьшего действия. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа. Симметрии и законы сохранения. Энергия и импульс в ИСО. Характер движения в разных астрофизических системах. Масштабы скоростей, расстояний, времен.

Астрофизика 2. Задача двух тел

Понятие гравитационного поля и гравитационного потенциала. Система двух тел: постановка задачи, уравнения движения и интегралы движения. Момент импульса. Траектории в задаче двух тел. Понятие эксцентриситета и его связь с фундаментальными параметрами. Законы Кеплера как следствие закона тяготения. Задача двух тел в солнечной системе. Сложность задачи многих тел. Устойчивость Солнечной системы.

Астрофизика 3. Системы большого числа частиц

Число Лошмидта и неэффективность классического подхода к описанию системы произвольного числа частиц. Детерминизм и случайность в физике. Непредсказуемость, как фундаментальное отличие «больших систем». Степени свободы. Основы

статистического описания. Газ, как система большого числа частиц. Микро и макросостояния. Статистический вес и энтропия. Тепловое равновесие и понятие о температуре. Равновесные системы. Каноническое распределение Гиббса. Распределение Максвелла по скоростям. Связь энергии и температуры. Уравнение состояния идеального газа.

Астрофизика 4. Основы электромагнетизма

Электрические явления и заряды. Закон кулона. Понятие поля. Электрическое поле. Электрический потенциал. Поле системы зарядов. Однородное поле. Магнитное поле и закон Био-Савара. Представление об уравнениях Максвелла. Электромагнитные волны. Свет как ЭМ-излучение. Основы волновой оптики: дифракция, интерференция и дисперсия. Волновой фронт. Принцип Гюйгенса-Френеля. Спектр. Принцип работы зеркал и линз. Электрические и магнитные поля в космосе: плазма, локальные и глобальные магнитные поля звезд.

Астрофизика 5. Излучение

Переходное излучение. Спектр атома. Рекомбинация и ионизация. Излучение ускоренного заряда. Линейчатый и непрерывный спектры. Внутренняя энергия и тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Ультрафиолетовая катастрофа и формула Планка.

Астрофизика 6. Элементы специальной теории относительности

Преобразования координат и их важность для физики. Преобразования Галилея. Инвариантность скорости света как экспериментальный факт. Опыты Физо, Александра. Неинвариантность законов электродинамики по отношению к преобразованиям Галилея.

Представление о замедлении времени, сокращении длин. Событие и пространство-время. 4-векторы и интервал. Преобразования Лоренца как поворот 4-мерного многообразия.

Элементы релятивистской динамики. Сложение скоростей. Собственное время. 4-скорость и 4-импульс. Энергия покоя. Возможность термоядерного синтеза.

II. Лекции по курсу «Астрофизика»

(3 лекции для всех учеников)

«Вращательные процессы в астрофизике» (вращение в астрофизических процессах: от планет и звезд до конвективных потоков. Орбиты планет и кратных звездных систем. Движение звезд в Галактике. Галактик во Вселенной. Неустойчивость и гравитационный коллапс. Динамическое время. Темная материя и ее наблюдательные основания).

«Параметры астрофизических больших систем» (параметры астрофизических больших систем (плотности, скорости, температуры, давления) – звезды, газовые облака разных типов. Галактика как газ частиц. Волны плотности в МЗС, звездах, галактиках. Неоднородности во Вселенной. Микроволновой фон. Темная энергия).

«Электромагнитный спектр излучения астрофизических объектов» (электромагнитный спектр излучения астрофизических объектов. Спектр звезды. Представление о нетепловом излучении. Элементы квантовой теории. Представление о релятивистской астрофизике: изучаемые объекты и их характеристики. Сверхсветовое движение).

III. Лекции-«исследования» (4 лекции для всех учеников)

- «Исследования в области небесной механики и исследований солнечной системы»
- «Исследования в области физики космических мазеров и областей звездообразования»
- «Исследования и поиск метеоритного вещества»
- «Исследования транзитных явлений и транзитов экзопланет»

IV. Ознакомительные лекции (4 лекции для всех учеников)

- «О кафедре астрономии, геодезии и мониторинга окружающей среды ИЕНиМ УрФУ»
- «О Коуровской астрономической обсерватории ИЕНиМ УрФУ»
- «О лаборатории EXTRA TERRA CONSORTIUM»
- «О лаборатории астроприборостроения Коуровской астрономической обсерватории ИЕНиМ УрФУ»

V. Дополнительные лекции-беседы (формат «вечернего кружка»)

Беседа 1. Научное знание и астрофизика как наука.

Что такое наука и научное знание? Основы научного метода. Теория и эксперимент. Математика как язык науки. Аксиоматический подход и его неполнота. Абстракции. Запись физических законов. Астрономия как часть физики. Физические величины. Конечная точность измерений. Физические модели и их изучение. Представление о парадигмах. Особенности астрономических исследований: наблюдения и их анализ. Физическая интерпретация. Построение картины мира.

Беседа 2. История тяготения: связь физики и астрономии

Формулировка закона всемирного тяготения. Характер движения с ускорением. Центробежное ускорение и сила. Представления о тяготении в древности. Системы мира Птолемея и Коперника. Опыты Галилея и начало современной физики. Работы Кеплера. Формирование представлений о законе тяготения. Вклад Гука и Ньютона. Подтверждение закона тяготения: комета Галлея, опыт Кавендиша, открытие Нептуна. Краткое описание современных представлений о тяготении (ОТО).

VI. Вечерние лаборатории по астрофизике:

- «Поверхностная фотометрия галактик»
- «Фотометрия и поиск переменных звезд»
- «Мастерская»
- «Решение кривых блеска переменных звезд»
- «Спектроскопия»
- «Рассеянные звездные скопления»

**УП. Курс «Математика»
(4 пары в группах по 20 человек)**

Математика 1. Векторы и компоненты векторов. Операции над векторами: сложение, скалярное и векторное умножения. Запись операций в терминах компонентов векторов. Умножение вектора на число.

Математика 2. Функция одной переменной. Представления об основных типах функций: линейной, квадратичной, экспоненциальной. Синус и косинус. Логарифм. Представление о функциях нескольких переменных. Производная функции – ее геометрический и физический смысл (как скорость изменение некой величины).

Математика 3. Производные суммы и произведения функций. Производная функции, умноженной на число. Производные простейших функций: степенной, экспоненциальной, тригонометрических. Дифференциальные уравнения и представление об интеграле.

Математика 4. Задачи комбинаторики. Масштабы «комбинаторных чисел». Случайность и детерминизм. Вероятность. Случайная величина. Распределение вероятностей и его характеристики. Представление о нормальном распределении.

**УПП. Курс «Физика»
(3 пары в группах по 20 человек)**

Физика 1. Молекулярно-кинетическая теория.

Физика 2. Теория колебаний. Движение по окружности.

Физика 3. Представление о волновых процессах. Уравнение бегущей волны: частота, длина волны и волновой вектор, амплитуда и фаза колебаний.

**IX. Самостоятельное решение задач по курсу «Физические основы астрономии»
(4 пары в группах по 5 человек)**

Школьники решают предложенные им задачи, пользуясь любыми ресурсами и обращаясь за помощью к вожатым.

**X. Семинары по разбору задач из заочных контрольных работ по астрономии,
физике, математике
(3 пары для каждой группы из 20 человек)**

**XI. Научно-популярные лекции
(2 лекции для всех учеников)**

«В поисках планеты X»
«Эволюция разума»

XII. Экскурсия по Коуровской обсерватории