

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

**«УТВЕРЖДАЮ»  
ДИРЕКТОР АФШ**

\_\_\_\_\_ Санников С.С.

«18» июля 2018 г.

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**

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

**Общие положения**

1. В программе V 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. Курс «Релятивистская астрофизика»**

1. Специальная теория относительности. Преобразования Лоренца, преобразование скоростей, абберация света.

2. Релятивистский эффект Доплера: прямой и поперечный эффекты. Релятивистские джеты, доплеровское поярчание, сверхсветовое движение.

3. Общая теория относительности. Красное смещение, орбиты, преломление света в гравитационном поле.

4. Звездная эволюция. Взрывы сверхновых, образование нейтронных звезд и черных дыр.

*Практикум:*

а) релятивистское движение;

б) релятивистский взгляд на куб;

с) Определение скорости и наклона двустороннего релятивистского джета;

д) расстояние до GRS 1915+105.

*Компьютерный практикум:* «Определение возраста остатка вспышки сверхновой по данным Chandra».

5. Вырожденный газ, нейтронизация при коллапсе, основные характеристики нейтронных звезд. Введение в ядерные взаимодействия.

6. Жизнь одиночных нейтронных звезд: радиопульсары и их открытие, период вращения и его производная, магнитное поле и возраст пульсара.

## *Практикум по общей теории относительности (задачи 1.5 и 1.7)*

7. Рентгеновские двойные. Формирование аккреционных дисков и их основные свойства. Сохранение момента импульса. Энергетические потери и эффективность аккреции.

8. Рентгеновские двойные. Рентгеновские пульсары. Циклотронная линия. Радиус магнитосферы. Раскрутка пульсара. Измерение магнитного поля.

*Практикум:* «Аккреционный диск, рентгеновские пульсары».

*Компьютерный практикум:* «Измерение периода рентгеновского пульсара. Измерение темпа раскрутки пульсара».

9. Наблюдательные проявления черных дыр. Черные дыры звездных масс. Сверхмассивные черные дыры. Орбиты звезд вокруг Sgr A\*. Масса черной дыры Sgr A\*.

10. Методы наблюдений в рентгеновской и гамма-астрономии.

*Практикум:* квазары, аккреция.

*Компьютерный практикум:* Измерение магнитного поля рентгеновского пульсара по положению циклотронной линии в его спектре.

## **II. Курс физики**

### **1. Механика:**

Момент импульса и закон сохранения момента импульса. Элементы динамики твёрдого тела: момент инерции, момент силы.

### **2. Атомная физика:**

Масштабы микромира: молекулы, атомы, атомные ядра, нуклоны, кварки. Строение вещества. Представление об элементарных частицах. Антиматерия. Дефект масс.

### **3. Электродинамика:**

Стационарное магнитное поле. Магнитный диполь и его силовые линии. Квадрупольное магнитное и электрическое поле.

### **4. Квантовая физика:**

Связь между энергией и частотой фотона, его импульсом и волновым вектором.

## **III. Курс математики**

1. Повторение понятия производной. Дифференцирование функций типа  $t$  и  $e$ . Неопределённые интегралы от тех же функций как обратная операция.

2. Решение простейших дифференциальных уравнений методом проб и ошибок, т.е. пробуя подставлять их в степенные и экспоненциальные функции.

3. Продолжение основ линейной алгебры. Вектора в многомерных пространствах. Скалярное произведение.

4. Линейные преобразования и линейные операторы. Преобразование поворота и его свойства.

5. Криволинейные системы координат: полярная, сферическая, цилиндрическая.

6. Метрика в пространстве. Представление о тензорах. Метрический тензор.

7. Представление об искривлённом пространстве постоянной кривизны. Величина кривизны.

## **IV. Практический курс английского языка**

1. Практические занятия «Разговорный и письменный английский язык в науке».

2. Навыки чтения научных статей.

## **V. Практический курс психологии**

1. Формирование кейса эффективных техник и стратегий для самоподдержки в различных жизненных контекстах.

2. Групповой разбор персональных запросов.

#### **VI. Научно-популярные лекции**

1. «Как начать выступление и его закончить».

2. «Биология и астрофизика»

3. «Внеземная жизнь»

#### **VII. Семинары по разбору задач из заочных контрольных работ по физике и математике**

#### **VIII. Вечерние наблюдения**

#### **IX. Научно-образовательная конференция и серия «вопросов и ответов»**

#### **X. Клубные занятия по выбору**

#### **XI. Экскурсии по городу Турку**

#### **XII. Интеллектуальная игра «Что? Где? Когда?»**