

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

**«УТВЕРЖДАЮ»
ДИРЕКТОР АФШ**

_____ Санников С.С.

«05» марта 2019 г.

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

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

Общие положения

1. В программе VI 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 «Элементарные частицы и эволюция Вселенной»

Лекция 1: «(Элементарное) Введение в физику элементарных частиц».

Основные понятия физики элементарных частиц: что такое частицы, как они взаимодействуют (электромагнитным, слабым или сильным образом). Основные результаты в данной области, получаемые Национальной лабораторией им. Алиханяна.

Лекция 2: «Рождение вещества II: От водорода до урана и далее».

Введение в ядерную физику в контексте звездной эволюции. Область стабильности атомных ядер, различные ядерные модели, реакции и обилие различных элементов. Различные типы распада ядер. Ядерные реакции, происходившие в ранней Вселенной и далее; возникновение химических элементов, включая основные ядерные циклы в рамках звездной эволюции. Возникновение и синтез трансурановых элементов.

Лекция 3: «Элементарные частицы и компактные объекты I: Внутреннее строение нейтронных звезд».

Понятие сверхплотного вещества, его состав и уравнения состояния; методы его исследования в астрофизических наблюдениях в широком диапазоне длин волн, а также в наземных лабораторных экспериментах.

Лекция 4: «Элементарные частицы и компактные объекты II: Вращение и остывание нейтронных звезд».

Одна из базовых целей физики нейтронных звезд – выяснение их внутренней

структуры и свойств сверхплотной материи на основе наблюдений эволюции этих объектов. Различные модели уравнений состояния нейтронных звезд приводят к разным наблюдаемым последствиям. Случай, при котором возможны фазовые переходы первого рода адронной материи в кварковую плазма в ядре звезды.

II. Курс «Элементарные частицы и земная цивилизация»

Лекция 1: «Космические лучи – еще одно окно во Вселенную».

Вторичные космические лучи и их источники, первичные космические лучи (атмосферные ливни, их наблюдение). Физика галактических космических лучей; физика солнца и космическая погода, протоны сверхвысоких энергий от Солнца; «колени» в спектре энергий первичных лучей. Гамма-астрономия; нейтринная астрофизика; физика высоких энергий в атмосфере.

Лекция 2: «Космическая погода и ее влияние на Землю».

В настоящее время ближний космос (space) является местом размещения и функционирования более тысячи активно работающих спутников с научным оборудованием и аппаратурными комплексами. Без этого оборудования сегодня невозможно оперативное решение задач связи и навигации, информационного обмена через Интернет, диагностики состояния геосферы от земной поверхности до магнитопаузы, поддержание минимального уровня безопасности и многие другие вещи, воспринимаемое нами сейчас как обычные элементы повседневной жизни.

Это оборудование вместе с нашей планетой находится в космосе, который является весьма активной и даже агрессивной внешней средой, включающей в себя космические лучи из Галактики и из Солнца, солнечный ветер и выбросы корональных масс из Солнца, с одной стороны, и бомбардировку космическим градом (астероиды, кометы и их остатки) из внешней части Солнечной системы, с другой. К этим факторам угрозы в последние годы добавляется нарастающая опасность космического мусора, ограничивающая орбиты для возможного безопасного размещения орбитальных комплексов. Перечисленный набор факторов объединяется термином «космическая погода», введенным в начале 20-го века российским ученым Чижевским.

Лекция сосредоточена на солнечном компоненте космической погоды, современных представлениях о солнечной активности, солнечном цикле и его нестабильности, механизмах вспышек на Солнце и их радиационных ударов по ближнему космосу, возможных проявлениях последствий космических бурь на уровне земной поверхности: отключения глобальных электросетей, нарушения коммуникации и навигации, формирование погодных и климатических аномалий, сбои сельскохозяйственной активности, вызванные аномалиями в районах рискованного земледелия, и связанные с ними скачки цен на продовольствие, возрастание смертности от инфарктов и инсультов у метеочувствительной части человеческой популяции после сильных магнитных бурь.

Лекция 3: «Галактики с активными ядрами -- источники космических лучей».

Активные ядра галактик (AGN), их формирование и эволюция. Краткая история открытия AGN, разнообразие типов («AGN zoo»), принципы классификации, многоволновые данные гаммы радио, некоторое понимание их эволюции и космологической роли. Blazars, QSO, радиогалактики, IR галактики, сейферты, лайнеры и галактики звездообразования (sb). Оптическое представление и сравнение строк многоволновых данных. Представление структуры Вселенной на основе современных космологических исследований.

Лекция 9: «Галактики и каталог Маркаряна».

Галактики Маркаряна – одни из самых интересных внегалактических объектов Вселенной. Обнаружены в Первом Бюраканском Обзоре (FBS или Обзор Маркаряна); их ультрафиолетовые излучения (всего 1515 объектов). Обзоры Бюракана (FBS и SBS, Второе исследование Бюракана), их технические параметры и методы, выявленные объекты. Галактики Маркаряна – наиболее важные объекты, охватывающие множество типов AGN и испускающие сильное излучение во всем диапазоне электромагнитных волн. Каталоги Галактик Маркаряна; новые спектральные SDSS. Классификация по видам деятельности.

III. Курс «Лабораторные исследования субъядерных явлений»

Лекция 1: «Эксперимент NICA».

Ускорительный эксперимент NICA: концепция, цели, текущее состояние.

Лекция 2: «К юбилею периодической таблицы Менделеева».

2019 г. – юбилейный год создания периодической таблицы элементов.

Вопросы синтеза сверхтяжелых элементов, в том числе в ходе природных процессов, таких, как взрывы сверхновых и слияния релятивистских компактных объектов.

Лекция 3: «Радиоактивные изотопы и их приложения».

Структура атомного ядра. Ядерная энергия – «скрытое сокровище». Стабильные и радиоактивные ядра. Изотопы и их применение в медицине.

IV Дополнительная (вечерняя) программа по естественным наукам

Занятие 1: «Секвенирование бактериальной ДНК – эксперимент на столе».

Демонстрация технологии секвенирования ДНК на оборудовании Oxford Nanopore; как образец будет использована ДНК бактериальных плазмидов E.Coli. В начале воркшопа будет дано теоретическое введение о технологии работы нанопорного секвенсора, основывающегося на интеграции биологических нанопор в твердотельную мембрану, и будет проведена манипуляция секвенируемой молекулой с помощью химии и электрического потенциала. После подготовки реагентов и образца ДНК будет произведена загрузка образца в прибор и короткая сессия секвенирования, а также последующая демонстрация результата в виде полученного ДНК-кода, транслированного программой MinKNOW из сырых данных секвенсора. Эксперимент показывает, какие проблемы можно решить с помощью данного подхода (например, исследования антибиотической резистентности, обнаружение химических модификаций ДНК вследствие повреждений, и т.д.). Воркшоп демонстрирует прикладные возможности нанотехнологии в молекулярной биологии и позволяет обсудить, как неразрывно связаны физика, биология и химия протекающих при секвенировании процессов.

Занятие 2: «Физика и молекулярная биология – ненулевое пересечение».

Опыт перехода между науками: возможно ли, имея университетский диплом по специальности «фундаментальная физика», перейти в область молекулярной биологии и биофизики, и насколько много в этих областях науки пересечений. В точных науках много взаимосвязей и путей трансфера, и мультидисциплинарность исследований становится всё более трендовой. Рассказ о субъективной разнице в работе в теоретической физике и в эксперименте; советы, как не подвергаться излишнему стрессу и фрустрации в науке, обзор различий систем образования в МИФИ и НТУ (Сингапур), и плюсы и минусы обеих систем.

Занятие 3: «К 140-летию Альберта Эйнштейна».

14 марта 2019 г. исполнилось 140 лет Альберту Эйнштейну, гениальному физику, чьи

теоретические работы в области теории гравитации и квантовой механики изменили человеческую цивилизацию.

Этапы жизненного пути ученого; основные открытия в физике, результаты применения которых вошли в нашу обыденную жизнь и привели к созданию новых областей физики и математики.

Занятие 4: «Реликтовое микроволновое излучение и параметры элементарных частиц».

Изучение космического микроволнового фона – основное направление современной космологии, когда речь идет о параметрах, описывающих эволюцию Вселенной. Миллиарды пикселей многочастотных карт всего неба, построенных космическими обсерваториями, характеризующие их спектры мощности, позволяют определять ряд дополнительных параметров, связанных со свойствами элементарных частиц. Инфляционная эпоха, формирование первичных неоднородностей и аннигиляция вещества и антивещества, следующие из данных флуктуаций реликтового микроволнового фона, позволяют описывать физику ранней Вселенной и оценивать параметры частиц темной материи.

Особенности ранних эпох образования галактик и скоплений галактик дают возможность изучать нейтрино, а измерения эффектов Зельдовича-Сюняева и Грайзена-Зацепина-Кузьмина, обусловленных взаимодействием фотонов реликтового излучения и элементарных частиц, позволяют исследовать распределение видимой и темной материи в местном объеме.

V. Цикл практических занятий, посвященных разбору задач из заочных контрольных работ по физике и математике, проводившихся в рамках межшкольного взаимодействия АФШ

1. Разбор задач из заочных контрольных работ по физике и математике.
2. Работа над ошибками в решении задач.
3. Подготовка к ЕГЭ по физике и математике.

VI. Работа с научными руководителями по исследовательским проектам по астрофизике

ФИО ученика	Научный руководитель	Тема
Аверьянов Андрей	Бирюков А.В.	"Поиск квази-интеграла движения в гравитационном поле галактики"
Аникина Елена	Верходанов О.В.	"Отождествление радиогалактик по оптическим и радио- данным неба"
Базров Степан	Верходанов О.В.	"Отождествление радиогалактик по оптическим и радио- данным неба"
Басалаева Маргарита	Казанцев А.Н.	"Анализ долговременных вариаций амплитуд средних профилей пульсаров на 111 МГц"
Бурмистрова Анна	Бирюков А.В.	"Исследование связи реальных возрастов пульсаров с их характеристическими возрастaми"
Валеева Лейсан	Бирюков А.В.	"Третий интеграл в движении радиопульсаров "
Волков Александр	Бирюков А.В.	"Исследование связи реальных возрастов пульсаров с их характеристическими возрастaми"
Глыбовская Юлия	Бескин Г.М.	"Возможные параметры не/обитаемой планеты в период ее существования"

Горбачев Егор	Макаров Д.И.	"Определение массы близких групп галактик"
Запорожец Артём	Верходанов О.В.	"Поиск кандидатов в далекие радиогалактики по данным радио и оптических диапазонов"
Зюзько Иван	Казанцев А.Н.	"Исследование моментов прихода гигантских импульсов пульсаров"
Калинкин Анатолий		"Орион в свете новых данных"
Клопова-Сапоровская Ирина	Чашкина А.А.	"Определение магнитного поля нейтронной звезды 2S 1417-624"
Коломытцева Ольга	Марьева О.В.	"Туманности вокруг звезд Вольфа-Райе как индикатор их эволюционного статуса"
Ороновская Александра	Верходанов О.В.	"Поиск кандидатов в скопления галактик на картах микроволнового фонового излучения космической миссии Planck"
Переверзев Глеб	Бирюков А.В.	"Исследование связи реальных возрастов пульсаров с их характеристическими возрастными"
Пономарев Дмитрий	Бирюков А.В.	"Исследование связи реальных возрастов пульсаров с их характеристическими возрастными"
Сударик Иван	Крушинский В.В.	"Разработка и создание спектрографа"
Сысоев Данил	Бирюков А.В.	"Поиск квази-интеграла движения в гравитационном поле Галактики"
Танаев Владислав	Бирюков А.В.	"Поиск квази-интеграла движения в гравитационном потенциале Галактики"
Токарева Екатерина	Бирюков А.В.	"Оценки начальных параметров одиночных радиопульсаров"
Трескова Ангелина	Марьева О.В.	"Туманности вокруг звёзд Вольфа-Райе (WR) как индикатор их эволюционного статуса"
Тухта Владислав	Крушинский В.В.	"Определение параметров звездных скоплений по данным фотометрических и астрометрических каталогов Vizier"
Хадарцев Арсений	Марьева О.В.	"Туманности вокруг звёзд Вольфа-Райе (WR) как индикатор их эволюционного статуса"
Шведенко Кирилл	Макаров Д.И.	"Определение массы близких групп галактик"
Шилова Анастасия	Бирюков А.В.	"Поиск квази-интеграла движения в гравитационном поле Галактики"
Шорин Дмитрий	Верходанов О.В.	"Поиск кандидатов в скопления галактик на картах микроволнового фонового излучения космической миссии Planck"

VII. Практический курс английского языка

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

VIII. Практический курс психологии

1. «10 основных законов воспитания своего «внутреннего ребенка»;
2. «Что такое «знание» и «навык»: в чем разница»;
3. «Ментальные, физические, психологические навыки»;
4. «Почему важно обладать базовыми психологическими навыками»;
5. «Как выработать базовые психологические навыки (упражнения)».

IX Серия «вопросов и ответов»

X Круговые занятия по выбору

XI Экскурсия по Бюраканской астрофизической обсерватории им. В.А.

Амбарцумяна

Экскурсия в Nor Amberd Cosmic Ray Research Station