

**Программа Школы АПО по астрономии для 9-11 классов  
2021-2022 учебный год**

*Курс нацелен на подготовку к муниципальному, региональному и заключительному этапам Всероссийской олимпиады школьников по астрономии, перечневым олимпиадам по астрономии, на углубленное изучение отдельных разделов физики и математики. В курсе изучается общая теория гравитации, небесной сферы и начала астрофизики и космологии. В процессе прохождения курса обучающиеся освоят навыки решения теоретических и практических задач, научатся анализировать фотографий звёздного неба и различные графики.*

Номер занятия	Тема занятия	Описание занятия
<b>Лекции</b>		
1	Солнечная система	Состав Солнечной системы. Краткая характеристика орбит планет. Сведения о спутниках планет Солнечной системы. Транснептуновые объекты.
2	История астрономии	Самые древние астрономические открытия. Греческая астрономия. Открытия эпохи Возрождения. Развитие небесной механики и астрофизики. Современные открытия.
3	Относительное движение планет	Конфигурации планет. Понятия элонгации, соединения, противостояния, квадратуры. Синодический и сидерический периоды.
4	Законы Кеплера	I, II, III законы Кеплера. Понятие эллипса и его основных точек. Гомановская орбита.
5	Закон всемирного тяготения	Закон всемирного тяготения. Ускорение свободного падения. Центр масс. I и II космические скорости.
6	Точки Лагранжа	Задача о трех телах. Вывод точек Лагранжа. Понятие устойчивости орбиты.

7	Космонавтика	Формула Циолковского. Полет космического аппарата. История космонавтики с момента ее возникновения до наших дней.
8	Ракетостроение	Основные типы ракет. Принцип действия. История ракетостроения. Основные программы и компании по созданию и запуску ракет.
9	Движение звезд	Причины движения. Лучевая и тангенциальная составляющие. Полная скорость движения.
10	Горизонтальная и экваториальная системы координат	Основные точки и линии на небесной сфере. Горизонтальная система координат: высота и азимут. I и II экваториальные системы координат. Кульминация звезд.
11	Время и календарь	Истинное солнечное время. Местное время. Всемирное время. Поясное время. Гражданское время. Звездное время. Григорианский и юлианский календари.
12	Время восхода и захода звезд	Вычисление примерного времени восхода и захода звезд в определенном месте в определенную дату. Время прохождения верхней и нижней кульминации.
13	Движение Солнца и Луны по небу	Эклиптика. Годичное и суточное движение Солнца по небу. Наклон орбиты Луны. Движение Луны по небу. Фазы Луны.
14	Stellarium	Симулятор звездного неба Stellarium. Основные функции. Исследование звездного неба. Наблюдение редких астрономических явлений.
15	Излучение	Общие понятия из астрофизики: поток, светимость, яркость. Звездные величины. Формула Погсона. Поверхностная яркость.

16	Отражение	Геометрическое и сферическое альbedo. Отражение света от спутников и планет. Видимая звездная величина спутников и планет.
17	Фазы затмения	Солнечные и лунные затмения. Падение яркости. Продолжительность. Условия наблюдения.
18	Свет	Корпускулярно-волновой дуализм. Формула Планка. Абсолютно черное тело. Формула Вина.
19	Спектр звезд и галактик. Линии поглощения	Спектр. Принцип работы спектрометра. Что можно получить из анализа спектров объектов? Помехи в определении спектров.
20	Телескопы	Оптические телескопы. Радиотелескопы. Фотоаппараты. Основные характеристики: увеличение, разрешающая способность, предельная звездная величина.
21	Звезды	Типы звезд. Распространенности и особенности обнаружения двойных звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Эволюция звезд. Строение звезд.
22	Черные дыры. Галактики	Возможность существования черных дыр. Основные характеристики и типы черных дыр. Типы галактик. Последовательность Хаббла. Строение и эволюция галактик.
23	Объекты Мессье	Астрономические каталоги. Примеры сортировки объектов. Каталог Мессье. Основные примеры объектов Мессье.
24	Специальная и общая теории относительности	Специальная теория относительности. Общая теория относительности. Преобразования Лоренца. Примеры задач.

25	Вселенная. Эволюция Вселенной	Большой взрыв. Барионная асимметрия Вселенной. Основные стадии эволюции. Бозон Хиггса. Зависимость размеров, температуры и постоянной Хаббла от времени существования Вселенной.
26	Эффект Доплера. Закон Хаббла	Эффект Доплера. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Постоянная Хаббла. Время жизни и видимые границы Вселенной.
<b>Семинары</b>		
1	Солнечная система в цифрах	Характерные размеры объектов Вселенной. Градация малых тел Солнечной системы. Основной химический состав планет земной группы и планет гигантов.
2	Астрономические приборы	Основные инструменты астрономов с древнейших времен до наших дней. Простые опыты по изучению строения мира.
3	Конфигурации	Отработка задач на синодические периоды. Определение расстояний до планет по фотографиям. Угловые размеры.
4	Законы Кеплера	Решение задач с использованием I, II, III законов Кеплера.
5	Теорема Гаусса для гравитационного поля	Теорема Гаусса для гравитационного поля. Задача о движении через центр Земли. Зависимость ускорения свободного падения внутри массивных объектов.
6	Гравитационные маневры	Задача о полете астероида с прицельным параметром. Задача о броске под углом к горизонту с космической скоростью.
7	Формула Циолковского	Задача о полете ракеты с заданной массой груза. Примеры расчетов околоземных и межпланетарных полетов.

8	Гравитация (часть 1)	Отработка задач по теме «Гравитация» из ВсОШ и перечневых олимпиад прошлых лет.
9	Гравитация (часть 2)	Отработка задач по теме «Гравитация» из ВсОШ и перечневых олимпиад прошлых лет.
10	Карта звездного неба	Изучение основных созвездий, участков неба и отдельных звезд. Использование карты звездного неба и наклонного круга.
11	Время и календарь	Сложные задачи на время и календари. Определение времени восхода и захода Солнца и планет в дни равноденствий.
12	Восход и заход	Нахождение времени восхода и захода звезд, планет, Солнца в определенные даты и в заданном месте.
13	Сферическая тригонометрия	Теорема синусов на сферической системе координат. Теорема косинусов. Уточненные формулы для вычисления времени восхода и захода звезд.
14	Небесная сфера	Отработка задач по теме «Небесная сфера» из ВсОШ и перечневых олимпиад.
15	Звездные величины	Сложение звезд, находящихся на расстоянии меньше разрешающей способности. Фон неба.
16	Видимая звездная величина планет	Вычисление видимой звездной величины планет в различных конфигурациях. Графики зависимостей.

17	Видимая звездная величина с учетом фазы	Вычисление видимой звездной величины планет в различных конфигурациях. Видимая звездная величина солнечных и лунных затмений. Наложение звезд.
18	Давление света	Сила света. Давление света. Задача о солнечном парусе.
19	Астрофизика (часть 1)	Отработка задач по астрофизике из ВсОШ и перечневых олимпиад прошлых лет.
20	Астрофизика (часть 2)	Отработка задач по астрофизике из ВсОШ и перечневых олимпиад прошлых лет.
21	Астрофизика (часть 3)	Отработка задач по астрофизике из ВсОШ и перечневых олимпиад прошлых лет.
22	Экзопланеты	Нахождение планет вне Солнечной системы: способы, известные примеры. Вычисление условий для существования жизни.
23	Параметры черных дыр	Радиус Шварцшильда черной дыры. Последняя устойчивая орбита. Средняя плотность черной дыры. Испарение Хокинга и время жизни черных дыр. Примеры вычислений.
24	Термоядерный синтез	Принцип термоядерных реакций. Основы квантовой физики. Квантовое туннелирование.
25	Темная энергия и вещество	Темная энергия как возможная причина расширения Вселенной. Как обнаружили темную материю. Решение задачи о вращении галактики. Состав Вселенной.
26	Итоги	Подведение итогов курса. Сложные задачи на заключительном этапе ВсОШ. Траектории поступления в университет. Ответы на вопросы.

Факультативы		
1	Важнейшие доказательства	Как убедиться в том, что Земля шарообразная? На факультативе докажем, что она – эллипсоид, а точнее – геоид. Разберём доказательства движения Земли, Солнца и галактик.
2	Космонавты	Кто может стать космонавтом? Основные критерии по отбору. Как перебраться на другую планету? Обсудим эти вопросы на занятии.
3	Бытовая астрономия	Почему в круге 360 градусов, в неделе 7 дней, а в году 12 месяцев? Ответим на все вопросы и узнаем, как сильно астрономия связана с нашей повседневной жизнью.
4	Астрономия в кино	Разберем конкретные моменты из фильмов и сериалов о космосе и попробуем разобраться в том, где в них правда, а где художественный вымысел.
5	The Internet	Как работает? Зачем нужен? И как связана причина создания интернета с бозоном Хиггса и первой секундой существования Вселенной?
6	Поиск внеземной жизни	Основные способы поиска планет, пригодных для проживания человека. Откуда взялся образ «зеленого человечка»? Современные программы по поиску внеземной жизни.