

УТВЕРЖДЕНО

решением экспертного совета регионального Центра выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи Московской области (в структуре автономной некоммерческой общеобразовательной организации «Областная гимназия им. Е.М. Примакова») от « 30 » апреля 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор АНОО
«Областная гимназия им. Е.М. Примакова»



ПРОФИЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Направление

Наука. Астрономия.

Название программы

Майская образовательная программа по астрономии (дистанционно).

Авторы программы

Кузнецов Михаил Владимирович – зам. руководителя сборной РФ на международной олимпиаде школьников по астрономии и астрофизике, ведущий программист Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга Московского государственного университета им М.В. Ломоносова, учитель астрономии МОУ «Гимназии №1 г.о. Жуковского».

Игнатъев Вячеслав Борисович – учитель астрономии МАОУ Физико-математический лицей №5 города Долгопрудный, член Региональной предметной методической комиссии по астрономии.

Целевая аудитория

Программа ориентирована на школьников 5-8 классов, проявивших интерес к изучению астрономии и продемонстрировавших высокую результативность на астрономических олимпиадах и интеллектуальных соревнованиях по астрономии, прошедших конкурсный отбор в соответствии с Положением.

Аннотация к программе

Образовательная программа ориентирована на развитие астрономических способностей обучающихся. Программа включает следующие части: олимпиадная астрономия (основная часть программы), популярные лекции по астрономии и связанным наукам.

Занятия проводятся с 11 мая по 20 мая 2021 года в региональном Центре выявления, поддержки и развития способностей и талантов детей и молодежи Московской области (в структуре АНОО «Областная гимназия им. Е.М. Примакова») в дистанционном формате.

В рамках основной части программы осуществляется углубленное изучение астрономии обучающимися 5-8 классов. Программа ориентирована на обучение различным разделам олимпиадной астрономии с учетом их уровня подготовленности: алгебра, геометрия, небесная механика, небесная сфера, практическая астрономия и астрофизика. Изучаемые темы предполагают хорошее знание школьных курсов физики, астрономии и математики.

Цель и задачи программы

Цель программы – дать участникам опыт решения актуальных задач по астрономии и астрофизике.

Задачи:

- познакомить школьников с устройством Вселенной;
- научить решать задачи по астрономии и астрофизике Всероссийской олимпиады школьников различного уровня сложности;
- повысить мотивацию к обучению школьников.

Содержательная характеристика программы

В рамках программы участники получают опыт по решению задач различных уровней ВсОШ по астрономии и других астрономических олимпиад.

Занятия, проводимые с обучающимися, делятся на категории:

1. Теоретические лекционные и семинарские занятия, где рассматриваются тематические задачи по избранным темам астрономии и астрофизики.

2. Игровые турниры и практикумы решения задач по отдельным темам астрономии и астрофизики. Где участники имеют возможность сдавать решение задачи несколько раз, чтобы получить правильное решение и скорректировать собственные ошибки.

Группа 1

Математика для астрономов: скорости, расстояния, измерение времени.

Звездная классификация: диапазоны масс, размеров, плотностей. Химический состав для типичной звезды. Светимость как мощность. Этапы эволюции и как происходит изменение этих характеристик. Классы светимости (обзорная лекция).

Небесная сфера: основные линии и точки. Ось мира, горизонт. Видимое суточное вращение. Движение Луны и планет. Эклиптика. Наблюдение фаз и конфигураций. Понятие синодического периода. Причины смены времен года. Годичное движение Солнца по эклиптике. Понятие небесного меридиана и точек его пересечения с эклиптикой.

Свойства космического пространства: понятия вакуума, невесомости. Характерные значения плотностей, расстояний, скоростей.

Обзор ночного неба: классификация объектов, ориентирование, наблюдения глазом и с оптическими приборами, понятие кульминаций, сезонные изменения, основные астеризмы

Звездная экзотика: нейтронные звезды, черные дыры, аккреционные диски и пр. (обзорная лекция)

Небесная сфера: системы координат, звездные карты. Расчет высоты светила в кульминации. Наблюдение в кульминации. Понятие часового угла.

Обзор Солнечной системы. Тяготение: понятие закона Всемирного тяготения, сила тяжести на поверхности, ускорение свободного падения на различных планетах и на различном расстоянии от центра тяготения. Первая космическая скорость – определение и характерные значения. Скорости

кругового движения спутников в зависимости от высоты орбиты. Вторая космическая скорость. Скорости в поле тяготения Земли, Солнца, галактики,

Движение планет: Модель круговых орбит. Скорости движения по орбите. Зависимость средней орбитальной скорости от радиуса орбиты. Скорости планет относительно Земли. Внутренние и внешние планеты.

Обзор Солнечной системы-2. Электромагнитные излучения: понятие шкалы ЭМВ, приемники и источники на земле и в космосе. Энергия и длина волны. Скорость света как общая константа для всех диапазонов. Конечность скорости свете и понятие горизонта событий. Невозможность видеть современное состояние удаленных объектов.

Двойные звезды: визуально-двойные, затменно-двойные. Кривая блеска затменно-двойной звезды. Параметры орбиты, определяемые из кривой блеска. Кратные системы. Наиболее известные кратные системы

Движение планет: Конфигурации для внутренних и для внешних планет. Построение схемы взаимного расположения планет по описанию. Решение задач на расчеты расстояния между планетами в заданных конфигурациях (теорема Пифагора).

Законы Кеплера: формы орбит, эксцентриситет, перигелийное и афелийное расстояние, большая полуось. Задачи на расчет этих параметров.

Обзор наблюдаемых объектов: туманности, скопления, галактики. Каталог Мессье.

Движение планет: решение задач. Законы Кеплера: соотношение периодов и больших полуосей, решение задач на необобщенный третий закон Кеплера. Тренировка умения выбирать тело для сравнения

Телескопы: история создания, основные модели и изобретатели. Обсерватории. Принцип работы одиночной линзы и сферического зеркала. Понятие фокуса. Сопоставление излучения, собираемого зрачком и объективом. Аберрации линз и зеркал. Современные технологии телескопостроения.

Геометрия для астрономов: угловые размеры светил, понятие параллакса. Понятие горизонтального и годичного параллакса. Определение парсека. Пропорции при вычислении длин в треугольниках (условия полного затмения-пропорции между расстояниями и размерами)

Наша Галактика: строение, классификация объектов, методы исследования, вращение, характерные размеры. Области звездообразования. Ближайшее окружение Солнца. Центр галактики.

Внегалактические объекты: другие галактики, классификации, характерные расстояния, ближайшее окружение, структура. Расширение Вселенной и явления с этим связанные.

Календарь: как люди узнали продолжительность года. Лунный и солнечный календарь. Проблема нецелого количества суток. Примеры календарей (например, Хаяма). Накопление ошибки. Сравнение точности календарей. Юлианский и григорианский календарь. Система високосных дней. Пересчет дат. Расчет дней недели.

Механика космического полета: равномерное прямолинейное движение при отсутствии сил, движение по инерции. Сила как причина изменения скорости. Изменение скорости по величине и по направлению. Круговое движение как движение под действием силы. Связь радиуса орбиты и силы тяготения. Маневры на орбите- как догнать спутник на орбите. Относительные скорости двух тел, движущихся в поле тяготения.

Солнечная активность: открытие явления, явления на поверхности Солнца, число Вольфа, сравнение активного и спокойного Солнца, связанные циклические процессы на поверхности. Объяснения физики явлений.

Экзопланеты: история открытия, методы обнаружения, наиболее эффективные представители, сравнение с солнечной системой

Сферическая астрономия: планеты в конфигурациях, видимость созвездий, наблюдения объектов Солнечной системы и созвездий в разные сезоны. Время видимости светил и часовой угол. Восходящие и невосходящие светила. Вид звездного неба на разных широтах и в разное время года. Звездные координаты и высота в полдень Солнца в различные времена года на разных широтах.

Дискуссия "Советы покорителям звёзд по изучению незнакомой планеты"

Подведение итогов: обсуждение непонятых мест, ответы на вопросы.

Группа 2

Законы Кеплера: формы орбит, эксцентриситет, перигелийное и афелийное расстояние, большая полуось. Задачи на расчет этих параметров.

Небесная сфера: основные линии и точки. Ось мира, горизонт. Видимое суточное вращение. Движение Луны и планет. Эклиптика. Наблюдение фаз и конфигураций. Понятие синодического периода. Причины смены времен года. Годичное движение Солнца по эклиптике. Понятие небесного меридиана и точек его пересечения с эклипстикой.

Звездная классификация: диапазоны масс, размеров, плотностей. Химический состав для типичной звезды. Светимость как мощность. Связь между звездными характеристиками. Этапы эволюции и как происходит изменение этих характеристик. Классы светимости. (обзорная лекция)

Обзор ночного неба: классификация объектов, ориентирование, наблюдения глазом и с оптическими приборами, понятие кульминаций, сезонные изменения, основные астеризмы

Звёздная экзотика: нейтронные звезды, черные дыры, аккреционные диски и пр. (обзорная лекция)

Обзор Солнечной системы-1

Тяготение: понятие закона Всемирного тяготения, сила тяжести на поверхности, ускорение свободного падения на различных планетах и на различном расстоянии от центра тяготения. Первая космическая скорость-определение и характерные значения. Скорости кругового движения спутников в зависимости от высоты орбиты. Вторая космическая скорость. Скорости в поле тяготения Земли, Солнца, галактики.,

Небесная сфера: системы координат, звездные карты. Расчет высоты светила в кульминации. Наблюдение в кульминации. Понятие часового угла.

Обзор Солнечной системы-2

Законы Кеплера: соотношение периодов и больших полуосей, решение задач на необобщенный третий закон Кеплера. Тренировка умения выбирать тело для сравнения.

Движение планет: Скорости движения по орбите. Зависимость средней орбитальной скорости от радиуса орбиты. Скорости планет относительно Земли. Внутренние и внешние планеты.

Обзор Солнечной системы-3

Законы Кеплера: обобщенный закон Кеплера. Расчет масс. Примеры применения. Быстрый анализ условия на выбор формулы.

Двойные звезды: визуально-двойные, затменно-двойные. Кривая блеска затменно-двойной звезды. Параметры орбиты, определяемые из кривой блеска. Представление о спектрально-двойных звездах и параметрах их орбит. Кратные системы.

Движение планет: Конфигурации для внутренних и для внешних планет. Построение схемы взаимного расположения планет по описанию. Решение задач на расчеты расстояния между планетами в заданных конфигурациях (теорема Пифагора и тригонометрия).

Законы Кеплера: скорости на кеплеровских орбитах, закон сохранения энергии

Обзор наблюдаемых объектов: туманности, скопления, галактики. Каталог Мессье.

Движение планет: решение задач

Геометрия для астрономов: угловые размеры светил, понятие параллакса. Приближение малых углов. Горизонтальный и годичный параллакс. Определение парсека.

Наша Галактика: строение, классификация объектов, методы исследования, вращение, характерные размеры. Области звездообразования. Ближайшее окружение Солнца. Центр галактики.

Телескопы: история создания, основные модели и изобретатели. Обсерватории. Принцип работы одиночной линзы и сферического зеркала. Понятие фокуса. Сопоставление излучения, собираемого зрачком и объективом. Аберрации линз и зеркал. Современные технологии телескопостроения. Вопрос о частично закрытой линзе-зеркале, составные зеркала, интерферометр как куски от одного зеркала.

Законы Кеплера: законы Кеплера как следствие закона Всемирного тяготения. Частные случаи применения законов Кеплера (перелеты между орбитами, двойные звезды и др.)

Внегалактические объекты: другие галактики, классификации, характерные расстояния, ближайшее окружение, структура. Расширение Вселенной и явления с этим связанные.

Календарь: как люди узнали продолжительность года. Лунный и солнечный календарь. Проблема нецелого количества суток. Примеры календарей (например, Хаяма). Накопление ошибки. Сравнение точности

календарей. Юлианский и григорианский календарь. Система високосных дней. Пересчет дат. Расчет дней недели.

Измерение времени: время, долгота, прямое восхождение, часовой угол.

Солнечная активность: открытие явления, явления на поверхности Солнца, число Вольфа, сравнение активного и спокойного Солнца, связанные циклические процессы на поверхности. Объяснения физики явлений.

Экзопланеты: история открытия, методы обнаружения, наиболее эффективные представители, сравнение с солнечной системой.

Группа 3

Звездная классификация: диапазоны масс, размеров, плотностей. Химический состав для типичной звезды. Светимость как мощность. Связь между звездными характеристиками. Этапы эволюции и как происходит изменение этих характеристик. Классы светимости.

Законы Кеплера: формы орбит, эксцентриситет, перигелийное и афелийное расстояние, большая полуось. Задачи на расчет этих параметров.

Сферическая астрономия: обобщение известного, повторение сведений о системах координат. Построение проекций небесной сферы на плоскость. Решение задач на кульминации.

Звёздная экзотика: нейтронные звезды, черные дыры, аккреционные диски и пр. (обзорная лекция)

Обзор Солнечной системы-1

Обзор ночного неба: классификация объектов, ориентирование, наблюдения глазом и с оптическими приборами, понятие кульминаций, сезонные изменения, основные астеризмы

Обзор Солнечной системы-2

Тяготение: понятие закона Всемирного тяготения, сила тяжести на поверхности, ускорение свободного падения на различных планетах и на различном расстоянии от центра тяготения. Зависимость от плотности планеты. Первая космическая скорость- определение и характерные значения. Скорости кругового движения спутников в зависимости от высоты орбиты. Вторая космическая скорость. Скорости в поле тяготения Земли, Солнца, галактики.

Сферическая астрономия: задачи на кульминации, решаемые через системы уравнения или неравенства.

Обзор Солнечной системы-3

Законы Кеплера: соотношение периодов и больших полуосей, решение задач на необобщенный третий закон Кеплера. Тренировка умения выбирать тело для сравнения.

Сферическая астрономия: условия наблюдения планет, Солнца и Луны, часовой угол и время видимости.

Движение планет: решение задач на совместное применение тем "Синодический период", "Третий закон Кеплера" и "Конфигурации планет".

Законы Кеплера: обобщенный закон Кеплера. Расчет масс. Примеры применения. Быстрый анализ условия на выбор формулы.

Двойные звезды: визуально-двойные, затменно-двойные. Кривая блеска затменно-двойной звезды. Параметры орбиты, определяемые из кривой блеска. Представление о спектрально-двойных звездах и параметрах их орбит. Кратные системы

Движение планет: решение задач.

Законы Кеплера: скорости на кеплеровских орбитах, закон сохранения энергии

Обзор наблюдаемых объектов: туманности, скопления, галактики. Каталог Мессье.

Наша Галактика: строение, классификация объектов, методы исследования, вращение, характерные размеры. Области звездообразования. Ближайшее окружение Солнца. Центр галактики.

Телескопы: Принцип работы одиночной линзы и сферического зеркала. Понятие фокуса. Сопоставление излучения, собираемого зрачком и объективом. Аберрации линз и зеркал. Современные технологии телескопостроения. Вопрос о частично закрытой линзе-зеркале, составные зеркала, интерферометр как куски от одного зеркала. Оптическая схема рефракторов Кеплера и Галилея, рефлектора. Задачи на расчет характеристик телескопов.

Сферическая астрономия: азимут и время восхода-захода. Расчет времени видимости светила.

Календарь: как люди узнали продолжительность года. Лунный и солнечный календарь. Проблема нецелого количества суток. Примеры календарей (например, Хаяма). Накопление ошибки. Сравнение точности календарей. Юлианский и григорианский календарь. Система високосных дней. Пересчет дат. Расчет дней недели.

Законы Кеплера: законы Кеплера как следствие закона Всемирного тяготения. Частные случаи применения законов Кеплера (перелеты между орбитами, двойные звезды и др.)

Внегалактические объекты: другие галактики, классификации, характерные расстояния, ближайшее окружение, структура. Понятие о расширении Вселенной.

Экзопланеты: история открытия, методы обнаружения, наиболее эффективные представители, сравнение с солнечной системой.

Измерение времени: время, долгота, прямое восхождение, часовой угол.

Сферическая астрономия: определение географических координат по астрономическим наблюдениям, условий видимости на разных широтах, обобщение изученного, разбор домашних задач и сложных случаев.

Дискуссия «Советы покорителям звезд по изучению незнакомой планеты».

Подведение итогов: обсуждение непонятых мест, ответы на вопросы.

Содержание деятельности и способы организации образовательного процесса

Астрономические навыки, приобретаемые при изучении данного курса, имеют прикладной и практический характер и широко используются при изучении астрономии в школе.

Обучающиеся, в случае необходимости, распределяются по 3 учебным группам в соответствии с возрастом и по результатам входного тестирования. Количество учащихся в группе: 20-30 человек. Лекционные занятия проводятся для каждой возрастной группы (потока) отдельно.

В каждом цикле представлены следующие образовательные формы: изложение теоретического материала, решение практических, олимпиадных и учебно-исследовательских задач, разбор и обсуждение решений. В конце каждого занятия учащимся выдается домашнее задание.

Трудоемкость образовательной программы – 60 учебных часов для каждой учебной группы.

Образовательные технологии

В ходе реализации образовательной программы используются следующие образовательные технологии:

- интерактивные лекции – активное взаимодействие (в режиме беседы) всех участников образовательного процесса;
- тренинги по решению олимпиадных заданий – выполнение тренировочных заданий, позволяющее приобрести опыт решения сложных задач;
- индивидуальные собеседования.

Учебно-тематический план интенсивной профильной образовательной программы по астрономии Группа 1 (углубленный уровень)

№	Дата	Тема занятия	Кол-во часов	ФИО преподавателя
1	11.05	Входное тестирование. Математика для астрономов. Звездная классификация. Небесная сфера	6	Бойцов Е.Г.
2	12.05	Свойства космического пространства. Звездная экзотика. Обзор ночного неба	6	Игнатьев В.Б.
3	13.05	Небесная сфера. Обзор Солнечной системы. Тяготение.	6	Долгов Д.А.
4	14.05	Движение планет. Обзор Солнечной системы. Электромагнитные излучения	6	Кузнецов М.В.
5	15.05	Двойные звезды. Движение планет. Законы Кеплера	6	Кузнецов М.В.
6	16.05	Обзор наблюдаемых объектов. Движение планет. Законы Кеплера	6	Пополитова И.В.
7	17.05	Телескопы. Геометрия для астрономов. Наша Галактика	6	Игнатьев В.Б.
8	18.05	Внегалактические объекты. Календарь. Механика космического полета	6	Бойцов Е.Г.

9	19.05	Солнечная активность. Экзопланеты. Сферическая астрономия	6	Бойцов Е.Г.
10	20.05	Сферическая астрономия. Итоговое тестирование. Дискуссия "Советы покорителям звёзд по изучению незнакомой планеты"	6	Бойцов Е.Г.

Группа 2 (8-9 класс)

№	Дата	Тема занятия	Кол-во часов	ФИО преподавателя
1	11.05	Входное тестирование. Звездная классификация. Законы Кеплера. Небесная сфера	6	Игнатьев В.Б.
2	12.05	Звездная экзотика. Обзор Солнечной системы. Обзор ночного неба	6	Кузнецов М.В.
3	13.05	Обзор Солнечной системы. Тяготение. Небесная сфера	6	Кузнецов М.В.
4	14.05	Законы Кеплера. Движение планет. Обзор Солнечной системы	6	Игнатьев В.Б.
5	15.05	Законы Кеплера. Двойные звезды. Движение планет	6	Игнатьев В.Б.
6	16.05	Законы Кеплера. Обзор наблюдаемых объектов. Движение планет	6	Кузнецов М.В.
7	17.05	Геометрия для астрономов. Наша Галактика. Телескопы	6	Кузнецов М.В.
8	18.05	Законы Кеплера. Внегалактические объекты. Календарь	6	Пополитова И.В.
9	19.05	Измерение времени. Солнечная активность. Экзопланеты	6	Игнатьев В.Б.
10	20.05	Сферическая астрономия. Итоговое тестирование. Дискуссия "Советы покорителям звёзд по изучению незнакомой планеты"	6	Пополитова И.В.

Группа 3 (5-7 класс)

№	Дата	Тема занятия	Кол-во часов	ФИО преподавателя
1.	11.05	Входное тестирование. Звездная классификация. Законы Кеплера. Небесная сфера	6	Пополитова И.В.
2.	12.05	Обзор Солнечной системы. Звездная экзотика. Обзор ночного неба	6	Бойцов Е.Г.
3.	13.05	Обзор Солнечной системы. Тяготение. Сферическая астрономия	6	Пополитова И.В.
4.	14.05	Движение планет. Обзор Солнечной системы. Сферическая астрономия	6	Долгов Д.А.
5.	15.05	Движение планет. Законы Кеплера, Двойные звезды	6	Пополитова И.В.
6.	16.05	Движение планет. Законы Кеплера. Обзор наблюдаемых объектов	6	Шепелев А.С.
7.	17.05	Наша Галактика. Телескопы. Сферическая астрономия	6	Желтоухов С.Г.
8.	18.05	Календарь. Законы Кеплера. Внегалактические объекты	6	Желтоухов С.Г.

9.	19.05	Экзопланеты. Измерение времени. Сферическая астрономия	6	Кузнецов М.В.
10.	20.05	Сферическая астрономия. Итоговое тестирование. Дискуссия "Советы покорителям звёзд по изучению незнакомой планеты"	6	Шепелев А.С.

Требования к условиям организации образовательного процесса

Для реализации программы необходима следующая материально-техническая база и оборудование:

№	Материально-технические средства	Кол-во
1	Доступ к платформе для проведения онлайн занятий	1
2	Компьютер, оборудованный для проведения видеоконференций	1

Оценка реализации программы и образовательные результаты программы

В ходе реализации программы используются различные формы мониторинга учебных достижений школьников.

Каждый участник программы получает итоговую оценку по 100-бальной шкале. Оценка формируется как сумма баллов, полученных по итогам работы в течение программы и заключительного зачета, на основе которых формируется рейтинг.

Требования к кадровому обеспечению

К работе в образовательной программе по астрономии привлекаются опытные педагоги в области олимпиадной астрономии, призеры и победители международных олимпиад по астрономии, имеющие высшее или не полное образование или ученую степень, члены жюри регионального или заключительного этапов всероссийской олимпиады школьников, обладающие следующими компетенциями:

- способность решать задачи углубленной астрономии соответствующей ступени образования, в том числе новые, которые возникают в ходе работы с учениками, задачи олимпиад;

- владение основными астрономическими компьютерными инструментами;

- имеющие представление о широком спектре приложений астрономии и знать доступные учащимся астрономические элементы этих приложений;

- использующие информационные источники, периодики, отслеживающие последние открытия в области астрономии и знакомство с ними обучающихся;

- умеющие совместно с обучающимися строить логические рассуждения (например, решение задачи) в астрономических и иных контекстах, понимающие рассуждение ученика, анализирующие предлагаемое учащимся рассуждение с результатом: подтверждение его правильности или нахождение ошибки и анализ причин ее возникновения; помогать учащемуся в самостоятельной локализации ошибки, ее исправлении, формирующие у учащихся убеждение в абсолютности астрономической истины и физике астрономических явлений;

– поддерживающие баланс между самостоятельным открытием, узнаванием нового и технической тренировкой, исходя из возрастных и индивидуальных особенностей каждого учащегося, характера осваиваемого материала.

Ассистентами выступают педагоги или волонтеры, имеющие опыт в решении олимпиадных задач (участия в астрономических олимпиадах), студенты, магистранты или аспиранты ВУЗов, педагоги школ или центров дополнительного образования.

В ходе реализации образовательной программы преподаватель:

– формирует представление учащихся о том, что астрономия пригодится всем, вне зависимости от избранной специальности, а кто-то будет заниматься ею профессионально;

– содействует подготовке учащихся к участию в астрономических олимпиадах, конкурсах, исследовательских проектах, интеллектуальных марафонах;

– распознает и поддерживает высокую мотивацию и развивает способности ученика к занятиям астрономией, предоставляет ученику подходящие задания;

– предоставляет информацию о дополнительном образовании, возможности углубленного изучения астрономии в других образовательных учреждениях, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий;

– определяет, на основе анализа учебной деятельности учащегося, оптимальные (в том или ином образовательном контексте) способы его обучения и развития.

Дидактические материалы к программе

Дидактические материалы, задания, презентации, видео-лекции будут размещены:

1. www.astroolymp.ru
2. www.zhuk-astronomy.ru

Электронные ресурсы, программы, литература

1. www.astroolymp.ru
2. www.zhuk-astronomy.ru