

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ  
ПОЛИТИКИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ВЫЯВЛЕНИЯ, ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ  
СПОСОБНОСТЕЙ И ТАЛАНТОВ У ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ «ОРИОН»  
(ГАУ ДО ВО «Региональный центр «Орион»)

РЕКОМЕНДОВАНА  
Методическим советом  
ГАУ ДО ВО  
«Региональный центр «Орион»

Протокол № 1  
от «19» января 2021г.



**«Мир науки: астрономия/физика»**

дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

**Направленность:** естественно-научная

**Тип программы:** авторская

**Возраст участников программы:** 12– 17 лет

**Срок реализации программы:** 84 часа

**Разработчик программы:**

Скрипниченко Павел Вадимович

Научный руководитель Школы астрономии kantrSkrif, популяризатор науки.

Председатель (Chair) национального комитета по астрономическому образованию (Russian NAEC Team) Международного астрономического союза (International Astronomical Union)

Воронеж  
2021

# ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## Актуальность программы

Астрономия — это полноценная дисциплина, которую преподают в 10-11 классах в рамках школьного образования. Сейчас между уровнем школьного образования и тем, который требуется для развития астрономии как науки, наблюдается существенная разница

- Общие знания по астрономии нужны для понимания таких понятий как календарь, систем счёта времени, линии перемены дат и для понимания юридических аспектов, связанных со временем.
- Астрономия, а в частности небесная механика — обязательная часть набора компетенций космической инженерии. Без них невозможна разработка спутниковых аппаратов, систем, которые имеют общегосударственное, социальное и экономическое значение.
- Направление развития физики во многом зависят от современной астрофизики, например, серия нобелевских премий по физике были вручены учёным из области астрономии. В области астрофизики увеличилось количество основополагающих исследований, но людей, которые занимаются ими, недостаточно.
- Примерно 90 процентов данных астрономического содержания и около 80 процентов данных дистанционного зондирования Земли спутникового базирования обрабатываются автоматизировано, но эти данные не проходят важнейший этап семантической оценки. В астрономической среде недостаточно квалифицированных кадров, это ощущается как в России, так и в целом в мире, это значительно тормозит научно-технический прогресс.

## Новизна программы

Набор тем в данной программе представлен и в других источниках или курсах, но отличается актуальной обработкой с точки зрения современных знаний по астрономии.

Каждые 5-7 лет семантическая надстройка астрономии устаревает, поэтому программа, содержащиеся в них факты и существенные выводы требуют актуализации. Формы проведения занятий испытаны на базе Школы астрономии kantrSkrip, протестированы в том числе и для массового обучения.

Материалы учебно-методического комплекса, все задания для практических занятий, структура лекций полностью уникальны, так как разработаны специально для этой образовательной программы.

## Нормативные основания разработки и реализации Программы:

Программа составлена на основании следующих нормативных документов:

- Федерального Закона от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»
- Приказа Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018г. №196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»
- Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 г. N 41 г. Москва «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»
- Письма Минобрнауки России от 18.11.2015г. № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»)
- Письма Минобрнауки России от 29.03.2016г. №ВК-641/09 «О направлении методических рекомендаций (вместе с «Методическими рекомендациями по реализации адаптированных дополнительных общеобразовательных программ, способствующих социально-психологической реабилитации и профессиональному самоопределению детей с ОВЗ, включая инвалидов, с учетом их особых образовательных потребностей»)
- Приказа Минобрнауки России от 09.01.2014 № 2 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ», Распоряжения Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года». Постановления Правительства Свердловской области от 07.12.2017г. № 900-ПП «Об утверждении Стратегии развития воспитания в Свердловской области до 2025 года»,
- Распоряжения Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2014 г. № 1726-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей»
- Приложения к письму Департамента молодёжной политики, воспитания и социальной поддержки детей Минобрнауки России от 11.12.2006 № 06-1844
- Положения о дополнительной общеразвивающей программе УДОД.

**Целью программы «Мир наук: астрономия/физика» является:**

Цели курса:

- Повышение качества знаний в различных областях (математика, физика, естественные науки).

- Достижение учащимися высокого уровня знаний по астрономическим дисциплинам.
- Формирование цельного естественно-научного мировоззрения и повышение интереса к естественным наукам.
- Освоение общекультурных компетенций, таких как понимание и умение работать с системами времени, календарями, умение находить причинно-следственные связи в культурных феноменах, основанных на природных явлениях.

### **Основные задачи, которые решает этот курс:**

#### **Обучающие:**

- Изучение значительного объема специализированной семантики из области астрономии
- Укрепление знаний в области физики, алгебры и геометрии
- Изучение стереометрии, сферических систем координат
- Технологии работы в команде, основы декомпозиции задач

#### **Развивающие:**

- Развитие пространственного мышления
- Освоение навыков определения расстояний в астрономии и интервалов времени
- Формирование представлений о метапредметных связях в естественных науках через обобщение с помощью знаний из астрономии

#### **Воспитательные:**

- Формирование навыков работы в команде, корректного выстраивания взаимоотношений с членами команды
- Развитие представлений о месте человека во Вселенной – мировоззренческий и экологический аспекты астрономии
- Представление об общности задач в науке с точки зрения всего человечества, гуманитарный аспект астрономии

### **Ожидаемые результаты изучения данной программы**

Знания: системы координат в астрономии, суточное движение небесных тел, годичное изменение вида звездного неба, годичное движение светил, системы измерения расстояний в астрономии, Кеплеровы элементы орбит, динамические свойства небесных тел, физические и планетологические особенности планет земного типа, холодных юпитеров и холодных непунов,

понятие о звездных величинах, логарифм расстояния, внутренняя структура звезд, эволюция звезд, образование химических элементов, представление о происхождении звезд, состав газопылевых облаков, представление о продуктах эволюции звезд – белых карликах, нейтронных звезд, пульсаров, черных дыр, понимание особенностей двойных систем, рассеянных и шаровых звездных скоплений.

Умения: осуществление перехода между декартовыми и сферическими системами координат, осуществление между различными сферическими системами координат в астрономии, расчет параметров межпланетных перелетов, оценка орбитальных параметров небесных тел при их движении в поле тяготения, расчет параметров яркости небесных светил, связь освещенностей и звездных величин, математические расчеты с десятичными логарифмами.

Навыки: способность оценить истинное солнечное время по положению Солнца, способность переходить между различными системами времени, планирование визуальных и любительских наблюдений, определение собственного положения по результатам астрономических наблюдений, работа с диаграммой Герцшпрунга-Рассела.

**Важнейшим предполагаемым результатом данной программы является:**

После прохождения программы ожидаются такие результаты, как: повышение уровня знаний в областях математики, физики и естественных наук, достижение высокого уровня знаний в дисциплинах астрономического характера, повышение интереса к естественным наукам, формирование цельного естественно-научного мировоззрения и освоение различных компетенций, таких как понимание и умение работать с системами времени, календарями, умение находить причинно-следственные связи в культурных феноменах, основанных на природных явлениях.

## Учебный план

№ пп	Наименование модулей	Всего, час.	В том числе:		Форма контроля
			Лекции	Практические занятия (семинары, лабораторные занятия)	
1	<b>Вводный модуль</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	
1.1	Входное тестирование	2	0	22	Проверка работ
1.2	Пространство и время. Механики. Ньютоновская механика. Инварианты. Системы отсчета. Лоренцево сложение скоростей	2	2	0	Аудирование
1.3	СТО. Инварианты СТО. Общее представление об ОТО. Геодезические линии	2	2	0	Аудирование
2	<b>Основы планетологии и астрометрии</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	
2.1	Земля как планета Солнечной системы. Размеры, форма, вращение вокруг оси. Внутренняя структура. Происхождение и эволюция	2	2	0	Аудирование
2.2	Декартовы и сферические системы координат. Географическая система координат. Кратчайшее расстояние на поверхности Земли	2	0	2	Проверка работ
2.3	Горизонтальная система координат – сферическая	2	2	0	Аудирование

	и декартова. Топоцентризм				
2.4	Оптические телескопы. Основные свойства, оптические схемы. Монтировки. Разрешающая способность.	2	0	2	Проверка работ
2.5	Луна как спутник Земли. Размеры, форма, вращение вокруг оси. Внутренняя структура. Происхождение и эволюция. Орбита (в приближении круговых орбит). Вращение вокруг Земли. Синхронизация	2	2	0	Аудирование
2.6	I экваториальная система координат. Суточное движение небесных объектов на разных широтах	2	0	2	Проверка работ
2.7	Понятие параллакса. Горизонтальный параллакс. Определение расстояния до Луны. Определение расстояния до объектов Солнечной системы.	2	0	2	Проверка работ
2.8	Эклиптическая СК. II экваториальная СК. Движение Солнца на разных широтах. Годичное движение. Изменение сезонов года	2	0	2	Проверка работ
2.9	Сутки, месяц и год. Сидерические и синодические периоды.	2	0	2	Проверка работ

	Основы счисления времени				
2.1 0	Системы счета времени и календари	2	2	0	Аудирование
2.1 1	Приборы для хранения времени. Атомные часы. Синхронизация среднего солнечного времени с атомной шкалой.	2	2	0	Аудирование
3	<b>Основы небесной механики и космологии</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	
3.1	Законы Кеплера. Кеплеровы элементы орбит	2	2	0	Аудирование
3.2	Орбитальные маневры и космические перелеты	2	0	2	Проверка работ
3.3	Планеты земного типа. Обзор свойств и характеристик	2	2	0	Аудирование
3.4	Мир элементарных частиц. Вещество-антивещество. Понятия времени для микромира. Космические лучи.	2	2	0	Аудирование
3.5	Современные космологические модели. Большой взрыв. Время как следствие второго закона термодинамики. Микроволновый фон. Кризис космологии.	2	2	0	Аудирование
3.6	Малые тела Солнечной системы. Обзор свойств и характеристик	2	2	0	Аудирование
4	<b>Астрофизика</b>	<b>42</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	



4.1	Электромагнитный спектр. Поглощение, отражение, рассеивание. Окна прозрачности атмосферы Земли. Чувствительность человеческого глаза	2	2	0	Аудирование
4.2	Видимая и абсолютная звездные величины. Освещенность. Отражающая способность. Проницающая сила. Показатели цвета.	2	0	2	Проверка работ
4.3	Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Светимость Солнца	2	0	2	Проверка работ
4.4	Термоядерные реакции. Внутренняя структура Солнца и звезд. Спектральные классы звезд	2	2	0	Аудирование
4.5	Солнечная постоянная. Изменение видимой звездной величины объектов Солнечной системы при их орбитальном движении. Абсолютная астероидная величина	2	0	2	Проверка работ
4.6	Вращение тел Солнечной системы. Кривые блеска	2	0	2	Проверка работ
4.7	Основы радиоастрономии. Радиотелескоп. Интерферометр.	2	2	0	Аудирование

	Радиоинтерферометры со сверхдлинными базами				
4.8	Годичный параллакс. Определение расстояний до ближайших звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Классы светимости	2	0	2	Проверка работ
4.9	Эволюция маломассивных звезд. Белые карлики	2	2	0	Аудирование
4.1 0	Эволюция массивных звезд. Нейтронные звезды и черные дыры. Гипотетические объекты. Сверхновые II типа	2	2	0	Аудирование
4.1 1	Пульсары и магнетары. Пульсарная шкала времени.	2	2	0	Аудирование
4.1 2	Газ и пыль. Газопылевые облака. Межзвездная среда. Абсолютная звездная величина с учетом среды. Покраснение.	2	0	2	Проверка работ
4.1 3	Лучевая и тангенциальная скорости. Эффект Доплера. Пространственная скорость	2	0	2	Проверка работ
4.1 4	Экзопланеты. Методы поиска экзопланет	2	0	2	Проверка работ
4.1 5	Галактическая СК. Структура Млечного пути. Образование Млечного пути. Спиральные галактики.	2	2	0	Аудирование

4.1 6	Движение Солнечной системы в Млечном пути. Вековые параллаксы. Собственные движения звезд	2	0	2	Проверка работ
4.1 7	Двойные звезды. Эволюция двойных звезд. Тесные компактные системы. Аккреция. Различные варианты продуктов эволюции	2	2	0	Аудирование
4.1 8	Рассеянные и шаровые звездные скопления. Метод группового параллакса.	2	0	2	Проверка работ
4.1 9	Стандартные свечи. Сверхновые I типа. Определение расстояний по стандартным свечам. Эффект селекции	2	0	2	Проверка работ
4.2 0	Закон Хаббла. Расширяющаяся Вселенная. Постоянная Хаббла. Варианты эволюции Вселенной	2	0	2	Проверка работ
4.2 1	Квazarы. Квазиинерциальная система координат. Обеспечение систем координат	2	2	0	Аудирование
5	<b>Заключительный модуль</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	
5.1	Выходное тестирование	2	0	2	Проверка работ
	<b>Итого</b>	<b>84</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	

## Содержание учебного плана

### Раздел 1. Вводный модуль

#### Тема № 1.1: Входное тестирование

Основные вопросы: Определение стартового уровня обучающихся

Будут знать: Свои зоны роста, которые необходимо реализовать на смене.

#### Тема № 1.2: Пространство и время. Механики. Ньютоновская механика.

Инварианты. Системы отсчета. Лоренцево сложение скоростей

Основные вопросы: Что такое пространство-время? Почему теория Ньютона построила старую физику, а Эйнштейна – новую?

Практическая работа: Рассчитать Лоренцево изменение размера в следствии движения со скоростью  $1/10$  от скорости света

Будут знать: Современные стандарты построения физических моделей, основы релятивизма и контринтуитивности многих вещей в физике

Будут уметь: Считать Лоренцево изменение размера при известных скорости и размерах тела

#### Тема № 1.3: СТО. Инварианты СТО. Общее представление об ОТО.

Геодезические линии

Основные вопросы: Зачем была придумана Общая Теория Относительности? Что такое гравитация?

Будут знать: Современное понимание гравитации как свойства кривизны пространства-времени.

Будут уметь: Оценивать влияние гравитационного замедления времени.

### Раздел 2. Основы планетологии и астрометрии

Тема № 2.1: Земля как планета Солнечной системы. Размеры, форма, вращение вокруг оси. Внутренняя структура. Происхождение и эволюция

Основные вопросы: Как сформировалась Солнечная система

Будут знать: Истоки происхождения жизни на Земле, важность повышенной плотности и металличности планет земной группы.

Будут уметь: оценивать время приливной эволюции Луны

Тема № 2.2: Декартовы и сферические системы координат. Географическая система координат. Кратчайшее расстояние на поверхности Земли

Основные вопросы: Принципиальное отличие декартовой от сферической системы координат. Понятие прямой в случае евклидовой и неевклидовой метрики.

Будут знать: Понятия небесной сферы, малых и больших кругов.

Будут уметь: Ориентироваться в сферических СК.

Тема № 2.3: Горизонтальная система координат – сферическая и декартова. Топоцентризм

Основные вопросы: Переходы между СК, базовые задачи на СК.

Будут знать: Основные понятия сферической астрономии.

Будут уметь: Отличать сферическую горизонтальную СК от других.

Тема № 2.4: Оптические телескопы. Основные свойства, оптические схемы. Монтровки. Разрешающая способность.

Основные вопросы: Основные реализации монтровок телескопов, понятие разрешающей и пронизающей силы телескопа. Астроклимат, инженерные сложности современной астромеханики.

Будут знать: монтровки телескопа, дифракционное изображение, предельную звездную величину.

Будут уметь: рассчитывать предельную звездную величину, предполагаемое увеличение и размеры дифракционного изображения.

Тема № 2.5: Луна как спутник Земли. Размеры, форма, вращение вокруг оси. Внутренняя структура. Происхождение и эволюция. Орбита (в приближении круговых орбит). Вращение вокруг Земли. Синхронизация

Основные вопросы: Формирование Луны, ее эволюция. Реголит и способы борьбы с ним. Понятие синхронизации и фаз Луны. Лунные либрации.

Будут знать: Аспекты происхождения и эволюции Луны

Будут уметь: Использовать в расчетах понятие сферы тяготения.

Тема № 2.6: I экваториальная система координат. Суточное движение небесных объектов на разных широтах

Основные вопросы: Первая экваториальная СК, склонение, часовой угол. Время как следствие суточного вращения. Исторический очерк и важность этой СК. Звездное и солнечное время.

Будут знать: I экваториальную СК и происхождение этой СО.

Будут уметь: Работать с первой экваториальной СК и решать классические задачи на время как проявление суточного вращения небесной сферы.

Тема № 2.7: Понятие параллакса. Горизонтальный параллакс. Определение расстояния до Луны. Определение расстояния до объектов Солнечной системы.

Основные вопросы: Определение расстояний в астрономии, параллакс, Уточнение расстояний с помощью небесной механики и космических аппаратов.

Будут знать: Что такое параллакс и почему он важен в определении расстояний до объектов.

Будут уметь: Рассчитывать расстояние до объекта по его видимому смещению. Основы пользования калькуляторами.

Тема № 2.8: Эклиптическая СК. II экваториальная СК. Движение Солнца на разных широтах. Годичное движение. Изменение сезонов года

Основные вопросы: Склонение, прямое восхождение. Звездные каталоги. Вторая экваториальная как базис для удобного перехода в другие СК. Эклиптика и движение по эклиптике.

Будут знать: Понятия эклиптики, экваториальных и эклиптических СК. Задатки для перехода в Галактическую СК.

Будут уметь: Работать с каталогами и определять базовые параметры для эфемерид.

Тема № 2.9: Сутки, месяц и год. Сидерические и синодические периоды. Основы счисления времени

Основные вопросы: Сидерический период. Конфигурации планет. Внешние и внутренние планеты. Синодический период. Угловая скорость. Связь синодического и сидерического периодов.

Будут знать: Понятие синодического и сидерического периодов обращения. Причину изменения вида звездного неба в течение года при наблюдении в одно время суток.

Будут уметь: Понимать, что для разных целей могут быть использованы разные системы счета времени. Находить сидерический периоды различных объектов

#### Тема № 2.10: Системы счета времени и календари

Основные вопросы: Солнечный календарь. Равноденствия и Солнцестояния. Лунный календарь. Число дней в месяце. Длительность тропического года - не целое число дней. Високосный день. Звездное время. Связь звездного и среднего солнечного времени.

Будут знать: Отражение астрономических явлений в системе счета времени: происхождение дней недели, 12 месяцев, 24 часового промежутка времени и пр. Совпадение календарных сезонов года с реальными изменениями и астрономическими явлениями.

Будут уметь: Понимание причины введения календаря - для предсказания явлений. Осуществлять переходы между звездным и средним солнечным временем

#### Тема № 2.11: Приборы для хранения времени. Атомные часы.

Синхронизация среднего солнечного времени с атомной шкалой.

Основные вопросы: Приборы для хранения времени. Атомная шкала времени. Синхронизация среднего солнечного времени с атомной шкалой. Служба времени.

Будут знать: Применимость ОТО в повседневной жизни. Принципы работы спутников GPS.

Будут уметь: Применять базовые принципы ОТО на практике

### Раздел 3. Основы небесной механики и космологии

#### Тема № 3.1: Законы Кеплера. Кеплеровы элементы орбит

Основные вопросы: Законы Кеплера как следствие законов сохранения энергии. Физическая и математическая суть каждого из трех законов. Кеплеровы элементы орбит как самый простой способ описать движение твердого тела в пространстве. T-инверсия.

Будут знать: Законы Кеплера. Конические сечения. Космические скорости. Кеплеровы элементы орбит.

Будут уметь: Использование понятий космических скоростей. Считать период обращения тела. Понимать, какие параметры нужны для определения орбиты. Понимать, как движется тело по орбите

### Тема № 3.2: Орбитальные маневры и космические перелеты

Основные вопросы: Гомановский эллипс

Будут знать: Почему ракеты запускают в определенные временные окна. Почему ракеты не летают по прямым.

Будут уметь: Совершать базовые небесно-механические действия для калькулирования космических миссий.

### Тема № 3.3: Планеты земного типа. Обзор свойств и характеристик

Основные вопросы: Образование. Смена дня и ночи. Смена времен года. Строение Земли. Дифференциация по массе. Обусловленность строения. Магнитное поле. Атмосфера. Гидросфера. Вулканическая активность. Биосфера. Шкала пригодности условий среды для человека. Будущее Земли.

Будут знать: Причина смены дня и ночи. Причина смены времен года. Причины перераспределения вещества в Солнечной системе и внутри планеты. Роль падения астероидов и комет, а также вулканов в обмене веществом. Историческое изменение облика и параметров планеты.

Будут уметь: Оценивать пригодность условий для жизни человека.

### Тема № 3.4: Мир элементарных частиц. Вещество-антивещество. Понятия времени для микромира. Космические лучи.

Основные вопросы: Сильное, слабое, электромагнитное, гравитационное взаимодействия. Протон, нейтрон, электрон. Кварки. Фотон. Вещество и



антивещество. Связь массы и энергии. Аннигиляция вокруг нас. Космические лучи.

Будут знать: Какие силы действуют между веществом на уровне микромира или макромира. Соответствие частицы и вида взаимодействия. Виды излучения. Связь массы и энергии. Какие частицы бороздят космос

Будут уметь: Оперировать со свойствами различных элементарных частиц

Тема № 3.5: Современные космологические модели. Большой взрыв. Время как следствие второго закона термодинамики. Микроволновый фон. Кризис космологии.

Основные вопросы: Большой взрыв. Пространство-время. Появление частиц. Эпоха рекомбинации. Микроволновый фон. Теория инфляции (состав Вселенной). Современные космологические модели. Ускоренное расширение Вселенной. Кризис космологии. Размер наблюдаемой Вселенной

Будут знать: История Вселенной. Расширение Вселенной по объектам на различном расстоянии от нас. Особенности самые старых галактик.

Будут уметь: Самостоятельно делать выводы о методах изучения прошлого Вселенной. Уметь определить постоянную Хаббла по сверхновым Ia.

Тема № 3.6: Малые тела Солнечной системы. Обзор свойств и характеристик

Основные вопросы: Планеты. Карликовые планеты. Малые тела. Главный пояс астероидов. Пояс Койпера. Кометы. Облако Оорта. Астероидно-кометная опасность. Астероиды, сближающиеся с Землей. Особенности обнаружения. Потенциально опасные объекты. Состав астероидов. Промышленное освоение астероидов.

Будут знать: Расположение различных объектов в Солнечной системе и их свойства.

Будут уметь: Оперировать с различными свойствами малых тел Солнечной системы

## Раздел 4. Астрофизика

Тема № 4.1: Электромагнитный спектр. Поглощение, отражение, рассеивание. Окна прозрачности атмосферы Земли. Чувствительность человеческого глаза

Основные вопросы: Электромагнитное излучение. Фотоны. Строение атома. Энергетический спектр -энергетические уровни. Поглощение. Отражение. Рассеивание. Состав атмосферы. Окна прозрачности атмосферы Земли. Чувствительность человеческого глаза.

Будут знать: Виды электромагнитного излучения. Явления, происходящие с излучением: поглощение, отражение, рассеяние. Причины этих процессов. Чувствительность человеческого глаза связана непосредственно со спектром Солнца после прохождения атмосферы Земли.

Будут уметь: Определять состав вещества по его спектру излучения либо поглощения. Анализировать график излучательной и поглощательной способности.

Тема № 4.2: Видимая и абсолютная звездные величины. Освещенность. Отражающая способность. Проницающая сила. Показатели цвета.

Основные вопросы: Видимая и абсолютная звездная величина. Гиппарх. Проницающая сила глаза. Проницающая сила телескопов. Фотоприемники. ПЗС-матрица. Освещенность. Отражающая способность. Формула Погсона. Определение расстояний. Показатели цвета.

Будут знать: Как определяются видимые и абсолютные звездные величины, как они связаны с расстоянием,

Будут уметь: Рассчитывать расстояние до различных объектов с использованием формулы Погсона

Тема № 4.3: Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Светимость Солнца

Основные вопросы: Абсолютно черное тело(АЧТ) как математическая абстракция. Эффективная длина волны. Следствие законов Кирхгофа как термодинамической концепции АЧТ. Разбор закона АЧТ на составляющие и анализ размерности. Понятие светимости.

Будут знать: Что такое закон смещения Вина, почему раскаленные предметы обычно меняют цвет с красного до белого. Почему глаза могут нас обманывать в вопросах определения температуры.

Будут уметь: Рассчитывать эффективную длину волны для разных тел.

#### Тема № 4.4: Термоядерные реакции. Внутренняя структура Солнца и звезд. Спектральные классы звезд

Основные вопросы: Понятие звезды. Термоядерные реакции. Условия протекания термоядерных реакций. Способы передачи энергии: теплопередача и конвекция, излучение. Ядро. Зона излучения. Зона конвекции. Фотосфера. Хромосфера. Корона. Выделение энергии при термоядерных реакциях. Термоядерные реакции из водорода, из гелия, из углерода. Образование железа. Металличность звезд. Спектральные классы звезд.

Будут знать: Суть термоядерных реакций. Способы эффективной передачи энергии при определенных условиях. Внутреннее строение Солнца. Способ разделения звезд по отличающимся свойствам.

Будут уметь: Определять спектральный класс звезды. Понимать, как может переноситься энергия.

#### Тема № 4.5: Солнечная постоянная. Изменение видимой звездной величины объектов Солнечной системы при их орбитальном движении. Абсолютная астероидная величина

Основные вопросы: Звездная величина как функция расстояния. Логарифм расстояния. Альбедо как ключевое свойство объекта при определении их звездной величины в разных фильтрах.

Будут знать: Известные логарифмические формулы для определения расстояния, понятие альбедо и его зависимость от свойств поверхности.

Будут уметь: Применять формулу логарифма расстояния к разным типам объектов. Искать астероидную величину.

#### Тема № 4.6: Вращение тел Солнечной системы. Кривые блеска

Основные вопросы: Кривая блеска. Ее переменчивость. Основные типы переменчивости. Переменчивость как следствие суточного вращения астероида.

Будут знать: Что такое кривая блеска, как по форме кривой блеска можно отличить объект звездной природы (двойные системы) от суточного вращения астероида.

Будут уметь: Оценивать суточный период обращения астероида по виду кривой блеска

Тема № 4.7: Основы радиоастрономии. Радиотелескоп. Интерферометр. Радиointерферометры со сверхдлинными базами

Основные вопросы: Свойства радиоволн. Одиночный радиотелескоп. Основа устройства радиотелескопа. Чувствительность радиотелескопа. Спектр радиотелескопа. Интерферометр. Радиointерферометры со сверхдлинными базами (РСДБ). Разрешение. Применение радиотелескопов.

Будут знать: Принцип работы радиотелескопа и РСДБ. Понятие чувствительности телескопа и разрешения. Некоторые области применения радиотелескопов.

Будут уметь: Определять возможность наблюдения астрономического объекта с помощью радиотелескопа. Определять угловое разрешение радиотелескопа

Тема № 4.8: Годичный параллакс. Определение расстояний до ближайших звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Классы светимости

Основные вопросы: Годичный параллакс как основное средство определения расстояний до ближайших звезд. GAIA. Сложности с определениями расстояний в далеких галактиках. Г-Р диаграмма. Размеры поверхности как определяющий фактор светимости звезды.

Будут знать: Как Г-Р диаграмма выглядит для звездных скоплений, Галактики. Основные ветви Г-Р диаграммы. Первичные знания о звездной эволюции. Некоторые эмпирические формулы для главной последовательности.

Будут уметь: Пользоваться Г-Р диаграммой для оценки поверхностной температуры звезды, ее размеров. Применять экспериментальные формулы на практике.

Тема № 4.9: Эволюция маломассивных звезд. Белые карлики

Основные вопросы: Звезда в стабильном состоянии (равновесие сил сжатия и сил давления газа и излучения). Окончание термоядерных реакций в звезде. Уход звезды с главной последовательности. Гелиевая вспышка. Коллапс звезды. Возникновение ударной волны и сброс оболочки. Планетарные туманности. Белый карлик. Свойства и состав белого карлика. Жизненный цикл Солнца. Белый карлик в двойной звездной системе. Аккреция. Предел Чандрассекара.

Будут знать: Жизненный цикл маломассивных звезд. Продукт эволюции маломассивных звезд.

Будут уметь: Описывать процессы, происходящие в звезде на протяжении ее жизни. Рассчитывать время, за которое белый карлик погаснет.

Тема № 4.10: Эволюция массивных звезд. Нейтронные звезды и черные дыры. Гипотетические объекты. Сверхновые II типа

Основные вопросы: Джинсовская неустойчивость и смена типа сжатия как основной механизм формирования массивного молодого звездного объекта. Жизнь массивных звезд. Основы термоядерных реакций в недрах массивных звезд. Компактные остатки после конечного этапа эволюции.

Будут знать: Что такое компактный остаток, применимость ОТО в черных дырах. Метрика Шварцшильда.

Будут уметь: Анализировать приблизительное время жизни звезды на главной последовательности исходя из ее массы.

Тема № 4.11: Пульсары и магнетары. Пульсарная шкала времени.

Основные вопросы: Что такое пульсар? Чем он отличается от магнетара. Магнитные поля как ключевой механизм эволюции нейтронных звезд. Популяционный анализ. Пульсары как естественные атомные часы Вселенной. УРКА-процессы

Будут знать: Важность нейтронных звезд для исследований в области квантовой механики и общей теории относительности. Понимать важность нейтронных звезд как естественных маяков отсчета времени.

Будут уметь: Считать естественное изменение периода нейтронных звезд

Тема № 4.12: Газ и пыль. Газопылевые облака. Межзвездная среда. Абсолютная звездная величина с учетом среды. Покраснение.

Основные вопросы: Плотность сред: внутри звезды, межпланетной, межзвездной, межгалактической. Поглощение и рассеяние излучения, проходящего сквозь среду. Покраснение звезд. Поправка абсолютной звездной величины за поглощение.

Будут знать: Степень глубины вакуума в лаборатории на Земле и в космосе. Природа рассеяния излучения. Отличия поведения волн разной длины при прохождении сквозь среду. Явление покраснения звезд.

Будут уметь: Определять абсолютную звездную величину, исправленную с учетом поглощения.

Тема № 4.13: Лучевая и тангенциальная скорости. Эффект Доплера. Пространственная скорость

Основные вопросы: Лучевая и тангенциальная скорость. Эффект Доплера. Пространственная скорость звезды.

Будут знать: Как рассчитывается скорость звезды. Представление о том, что звезды движутся в пространстве, а некоторые делают это очень быстро.

Будут уметь: Определять пространственную скорость звезды

Тема № 4.14: Экзопланеты. Методы поиска экзопланет

Основные вопросы: Планеты вне Солнечной системы. История открытия экзопланет: от Бруно до TRAPPIST - 1. Метод транзитов. Метод гравитационных линз. Астрометрические методы обнаружения экзопланет. Лучевые методы.

Будут знать: Что такое экзопланеты, их основные свойства и типы. Распределение экзопланет по Галактике. Современные методы обнаружения внесолнечных планет.

Будут уметь: Находить основные параметры экзопланеты по кривой блеска исходя из стартовых знаний о родительской звезде.

Тема № 4.15: Галактическая СК. Структура Млечного пути. Образование Млечного пути. Спиральные галактики.

Основные вопросы: Галактическая СК. Структура Млечного пути: диск, гало, балдж, ядро, спиральные рукава, бар. Звездообразование в галактике. Слияние галактик. Типы галактик.

Будут знать: Основы структуры спиральных галактик. Место Солнца в Млечном пути в прошлом и настоящем. Как влияет столкновение галактик на звезды, газ, пыль в галактике.

Будут уметь: Понимание принципов выявления спиральной структуры Млечного пути при наблюдении из плоскости диска.

Тема № 4.16: Движение Солнечной системы в Млечном пути. Вековые параллаксы. Собственные движения звезд

Основные вопросы: Солнечная система в Млечном пути в прошлом и настоящем. Радиус коротации.

Будут знать: Современные наблюдательные данные по темной материи.

Будут уметь: Использовать программный комплекс Aladin. Оценивать групповые скорости и апексы их движения.

Тема № 4.17: Двойные звезды. Эволюция двойных звезд. Тесные компактные системы. Аккреция. Различные варианты продуктов эволюции

Основные вопросы: Образование систем из двух и более звезд. Система Альфа Центавра. Тесные двойные системы. Аккреция. Эволюция двойных звезд в таких системах. Парадокс Алголя. Различные варианты продуктов эволюции. Слияния. Планеты в системах двойных звезд. Кривая блеска. Спектральные двойные

Будут знать: Знания об образовании и эволюции двойных звезд, методах их обнаружения.

Будут уметь: Обнаружить двойную звезду по ее спектру либо кривой блеска.

Тема № 4.18: Рассеянные и шаровые звездные скопления. Метод группового параллакса.

Основные вопросы: Отличия рассеянных и шаровых звездных скоплений: гравитационная связь, возраст, количество звезд, звездообразование. Обстоятельства образования рассеянных звездных скоплений, шаровых, звездных ассоциаций. Движение звезд в шаровых звездных скоплениях. Определение расстояния до скопления методом группового параллакса.

Будут знать: Понимание того, что звезды образуются группами из газопылевого вещества.

Будут уметь: Отделять звезды скопления от звезд фона. Определять расстояния до скоплений.

Тема № 4.19: Стандартные свечи. Сверхновые I типа. Определение расстояний по стандартным свечам. Эффект селекции

Основные вопросы: Стандартные свечи. Определение расстояний по стандартным свечам. Цефеиды. Новые. Сверхновые типа Ia. Кривая блеска вспышки сверхновой Ia. Эффект селекции.

Будут знать: Различные способы определить расстояния в космосе с использованием объектов с известными светимостями.

Будут уметь: Определять расстояния по сверхновым Ia

Тема № 4.20: Закон Хаббла. Расширяющаяся Вселенная. Постоянная Хаббла. Варианты эволюции Вселенной

Основные вопросы: Закон Хаббла. Красное смещение. Расширение Вселенной. Постоянная Хаббла. Варианты эволюции Вселенной. Расширение Вселенной с ускорением

Будут знать: Расширение Вселенной по наблюдениям галактик. Расширение Вселенной происходит с ускорением.

Будут уметь: Вычислять постоянную Хаббла в настоящем и прошлом.

Тема № 4.21: Квазары. Квазиинерциальная система координат. Обеспечение систем координат

Основные вопросы: Что такое квазары, история открытия квазаров. Квазары как абсолютно далекие объекты. Связь координат. Наблюдение неба в радиодиапазоне.

Будут знать: Основу для построения всех систем координат.

Будут уметь: оценивать характер спектра исследуемого объекта.

Раздел 5. Заключительный модуль

Тема № 5.1: Выходное тестирование

Основные вопросы: Итоговая проверка знаний обучающихся



## **Методическое обеспечение образовательной программы**

### **Формы проведения занятий**

В рамках курса предусмотрены следующие формы проведения занятий в трех различных группах.

#### **Лекционная группа**

- Лекция. Классическая лекция, на которой преподаватель излагает теоретический материал программы. Лекции требуют ведения учащимися конспекта, во время лекции возможна короткая сессия формата «вопрос-ответ». Для организации лекции требуются: помещение соответствующей вместимости, компьютер с подключённым экраном и проектором, доступ в интернет. Лекции проводятся в соответствии с разработанным учебно-методическим комплексом, в который входят как и привычные презентационные материалы, так и набор 3D-моделей и особой компьютерной графики. Продолжительность лекции — 2 академических часа, между которыми возможен небольшой перерыв.
- Лекция-семинар. В этой форме лекционного занятия предусматривается участие учеников. Лекции-семинары состоят из множества интерактивных элементов, часть выводов и выкладок обучающиеся делают самостоятельно. Элементы лекции: самостоятельная формулировка учащимися определений, вывод формул, построение рисунков, возможен «выход к доске». В лекции заложено время для дебатов, продолжительной сессии «вопрос-ответ». Лекция-семинар требует ведения конспекта и активного слушания. Для организации лекции требуются: помещение соответствующей вместимости, компьютер с подключённым экраном и проектором, доступ в интернет. Лекции проводятся в соответствии с разработанным учебно-методическим комплексом, в который входят как и привычные презентационные материалы, так и набор 3D-моделей и особой компьютерной графики. Продолжительность лекции — 2 академических часа, между которыми возможен небольшой перерыв.
- Круглый стол. В этой форме лекционного занятия предусмотрена серия коротких монологических выступлений обучающихся на заданную тему. Выступления готовятся обучающимися перед проведением круглого стола, тематика будет известна заранее и обнародована во время предшествующих лекционных занятий. Преподаватель исполняет роль модератора круглого стола, ставит задачи и подводит итоги, формулирует меморандум. Эта форма лекционного занятия требует от

обучающихся активного участия, поэтому предусмотрены отдельные способы стимулирования и поощрения, которые будут описаны ниже. Для организации круглого стола требуются: помещение соответствующей вместимости, компьютер с подключённым экраном и проектором, доступ в интернет и возможность подключения к сети wi-fi с устройств обучающихся. Продолжительность круглого стола — 1 или 2 академических часа, в зависимости от тематики.

### **Практическая группа**

- **Практика.** Классическая форма занятий, на которой обучающиеся работают индивидуально и решают заранее подготовленные задачи по проходимой теме. На практическом занятии обучающийся может рассчитывать на активное взаимодействие с преподавателем, уточнять формулировки заданий, спрашивать совета или консультации, сверять ответы. Цель практических занятий — закрепление знаний, полученных на лекциях и усовершенствование навыков вычисления на инженерном калькуляторе, проведения расчётно-графических работ и алгоритмизации расчётов. Для проведения практических занятий требуются: помещение соответствующей вместимости, компьютер с подключённым экраном и проектором, доступ в интернет, возможность подключения к сети wi-fi с устройств обучающихся и комплект инженерных калькуляторов в количестве равном количеству учащихся. Продолжительность занятия — 2 академических часа.
- **Конструкторское бюро.** Авторская методика практических занятий, которая предусматривает активную командную работу и включающая в себя методологию проектной деятельности. За время занятия (его продолжительность это бюджет времени) участники, разделённые на группы по 3-4 человека должны провести мини-презентацию модели, необходимой для решения какой-либо заранее сформулированной научно-технической проблемы, а перед презентацией необходимо сформулировать положения, произвести расчёт и разработку. Преподаватель в этой практической работе выступает как консультант, проверяет промежуточные итоги и обсуждает проблемы, высказанные командами. Особый набор учебно-методического комплекса, в этом практическом занятии, формы промежуточной и итоговой оценки, формулирование концепт проектов — всё это делает методологию уникальной. Для проведения практических занятий требуются: помещение соответствующей вместимости, компьютер с подключённым экраном и проектором, доступ в интернет, возможность подключения к сети wi-fi с устройств обучающихся и комплект

инженерных калькуляторов в количестве равном количеству учащихся. Продолжительность занятия — 2 академических часа.

- **Игра шпионов.** Авторская методика практических занятий, которая предусматривает активную командную работу. Суть мероприятия в том, чтобы в условиях ограниченного общения по времени участники групп из 3-4 человек достигли согласия в решении заранее сформулированной научно-технической проблемы. В процессе решения участники не могут общаться друг с другом свободно, кроме кратких интервалов времени, внутри которых необходимо синхронизировать решения, используемые методы, константы, виды уравнений и графиков. Цель участников — параллельно и почти независимо друг от друга прийти к идентичному решению сформулированной ранее проблемы. Преподаватель выступает в роли куратора и судьи, следит за временем, ограничивает общение участников. Цель мероприятия — формирование понимания о способах ведения командной работы в условиях ограниченных средств коммуникации и улучшение навыков командной работы в условиях неопределённости. Для проведения практических занятий требуются: помещение соответствующей вместимости, компьютер с подключённым экраном и проектором, доступ в интернет, возможность подключения к сети wi-fi с устройств, обучающихся и комплект инженерных калькуляторов в количестве равном количеству учащихся. Продолжительность занятия — 2 академических часа.
- **Тестирование.** Форма проведения практического занятия, используется в виде входного и выходного тестирования. Результаты тестирования не отражаются в личном зачёте участника и носят организационный, а не образовательный характер. Для проведения тестирования требуются: помещение соответствующей вместимости, компьютер с подключённым экраном и проектором, доступ в интернет, возможность подключения к сети wi-fi с устройств, обучающихся и комплект инженерных калькуляторов в количестве равном количеству учащихся. Продолжительность занятия — 1 или 2 академических часа.

### **Формы контроля деятельности**

Контролируется количество проведённых мероприятий, соблюдение календарно-тематического планирования, успешность прохождения практических и интерактивных занятий. Сводка результатов проводится каждый день, в случае, если в день проводилось хотя бы одно практическое или интерактивное занятие.

Промежуточные итоги подводятся по окончанию тематических блоков.

## **Условия реализации программы**

### **Материально-техническое обеспечение курса**

- Компьютер или ноутбук с операционной системой Windows и пакетом офисных программ, для лектора.
- Медиапроектор или интерактивная доска.
- Меловая или маркерная доска.
- Презентатор.
- Канцелярские принадлежности.
- Доступ к принтеру, подключённому к компьютеру или ноутбуку (для печати раздаточного материала).
- Инженерные калькуляторы из расчёта на каждого обучающегося +2 штуки, обладающие возможностью внесения констант и построения графических закономерностей.
- Покрытие Wi-Fi со стабильным сигналом.
- Ноутбуки для учащихся не менее чем 1 штука к 4 учащимся, обязательно операционная система Windows, пакет офисных программ, и браузер Google Chrome с доступом в сеть.

### **Кадровое обеспечение реализации курса**

В качестве преподавателей и менторов выступают специалисты с высшим образованием по направлениям «Астрофизика», «Астрономогеодезия», «Информационные системы и технологии» или студенты старших курсов этих специальностей. Обязателен опыт работы с обучающимися в рамках подготовки к всероссийской олимпиаде школьников по астрономии не менее регионального этапа.

## Список информационных ресурсов:

1. Аванесов, В.С. Композиция тестовых заданий Учебная книга для преподавателей вузов, техникумов и училищ, учителей общеобразовательных учреждений, гимназий и лицеев, для студентов и аспирантов педагогических вузов / В.С. Аванесов. – М.: Центр тестирования, 2002.
2. Азевич, А.И. Итоговые аттестационные работы по алгебре в IX классе А.И. Азевич // Математика в общеобразовательном учреждении. –1999. – No 2.
3. Айрапетян, В.С. Программы для кружков по астрономии и космонавтике / В.С. Айрапетян // Земля и Вселенная. – 1988. – No 2.
4. Астрогалактика. Астрономия для всех [Электронный ресурс]: <http://www.astrogalaxy.ru/255.html>
5. Ащепкова, Л.Я. Конструирование тестовых заданий и обработка результатов тестирования / Л.Я. Ащепкова. – Владивосток, Изд-во: Дальневосточный государственный университет, 2003.
6. Барнс, Луи И. Преподавание и метод конкретных ситуаций /Луи И. Барнс, К. Роланд Кристенсен, Эбби Дж. Хансен. – М., 2000.
7. Белозерова, Л. Методика изучения астрономических понятий курса физики и астрономии в современной школе на базе новых технологий обучения / Л. Белозерова: Дис. ... канд. пед. наук. – М., 1999. – 136 с. РГБ ОД, 61:99-13/668-1
8. Горлова, Л.А. Нестандартные уроки, внеурочные мероприятия по физике: 7-11 классы / Л.А. Горлова. – М.: ВАКО, 2006.
9. Левитан, Е.П. Дидактика астрономии / Е.П. Левитан. – М.: Едиториал УРСС, 2004.
10. Левитан, Е.П. Дидактика астрономии: от XX к XXI веку / Е.П. Левитан, А.Ю. Румянцев //Земля и Вселенная. – 2002. – No 4.

11. Левитан, Е.П. Система факультативов астрономии и космонавтики  
Е.П. Левитан // Земля и Вселенная. – 1994. – No 2.
12. Максименко, Е.В. Вопросы современной астрофизики в учебных  
курсах педагогического вуза и общеобразовательной  
общеобразовательного учреждения / Е.В. Максименко: Дисс...канд.  
дисс. пед. наук. – М., 2000.
13. Шефер, О.Р. Актуальные проблемы организации работы учителя  
физики по подготовке учащихся к итоговой аттестации: учеб. пособ.  
по спецкурсу/ О.Р. Шефер, В.В. Шахматова. – Челябинск: Изд-во  
ИИУМЦ «Образование», 2008.