

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ПРЕЗИДЕНТСКИЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЛИЦЕЙ № 239

191028, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 8, телефон/факс 272-96-68

ОТДЕЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ

Утверждена

Приказом «__» _____ 201__ г

Директор ГБОУ ПФМЛ № 239

_____ Пратусевич М.Я.

Принята на заседании

методического (педагогического) совета

от «__» _____ 201__ г

протокол № _____

**Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа**

«Физика космоса»

Возраст учащихся: 10-18 лет

Срок реализации: 6 лет

1. Направленность: естественнонаучная базового уровня

1 уровень (10-15 лет): естественнонаучная базового уровня

2 уровень (16-18 лет): естественнонаучная углубленного уровня

2. Актуальность

Актуальность введения курса «Физика космоса» связана с последними тенденциями возрождения всеобщего астрономического образования, необходимостью научить решать задачи, которые требуют от учащихся не только ясного понимания основных законов, но и творческого умения применять эти законы, развитого ассоциативного мышления, сообразительности и научной интуиции. Программа согласована с углубленным курсом физики для физико-математических школ и классов с углубленным изучением предмета «физика». Программа предполагает обобщение и углубление знаний, полученных на уроках, развития умений решать сложные физические и астрономические задачи, и через это развивать более глубокое понимание физики и астрономии. Теоретические вопросы курса предусматривают глубокое рассмотрение физических законов и методов решения астрономических задач. Практические задания включают в себя решение астрономических задач различных типов, в том числе задач олимпиад высокого уровня.

3. Отличительные особенности

Отличительной особенностью программы является расширение знаний учащихся о теоретических методах решения астрономических задач.

4. Адресат программы

Программа предназначена для учащихся 10-18 лет, успешно осваивающих программу курса математики (6 класс), физики соответственно возрасту базовой (7-8 класс) и предпрофильной (9 класс) школы.

5. Цель

развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе решения нестандартных астрономических задач и самостоятельного приобретения новых знаний.

6. Задачи

Личностные:

- Воспитать личность, способную анализировать и создавать индивидуальную программу саморазвития.
- Развить самостоятельность, умение использовать справочную литературу и другие источники информации
- Осуществить интеллектуальную и психологическую подготовку к профессиональному самоопределению и самореализации.

Метапредметные:

- Развить навыки самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки

результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;

- Развить умения понимать различия между исходными фактами и гипотезами для их объяснения, теоретическими моделями и реальными объектами,
- Способствовать овладению универсальными способами деятельности на примерах выдвижения гипотез для объяснения известных фактов, разработки теоретических моделей процессов или явлений;
- Сформировать умение воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в словесной, образной, символической формах, анализировать и перерабатывать полученную информацию в соответствии с поставленными задачами, выделять основное содержание прочитанного текста, находить в нём ответы на поставленные вопросы и излагать его;
- Развить умение принимать решения в нестандартных ситуациях, способствовать овладению эвристическими методами решения проблем;

Предметные:

- Ознакомить с минимальными сведениями о понятии «астрономическая задача», представлениями о значении задач в жизни, науке, технике, с различными сторонами работы с задачами;
- Ознакомить учащихся с расчетными математическими методами, развить навык использования математического аппарата при решении конкретной задачи и выбора рационального способа решения;
- Способствовать овладению методами решения задач повышенной сложности;
- Сформировать умение классифицировать, анализировать различные задачи;
- Сформировать умение выбирать наиболее рациональные методы решения конкретной задачи
- Сформировать умение создавать собственный алгоритм решения задач;
- Развить у учащихся рациональное физическое и астрономическое мышление: различать причины и следствия, строить модели и выдвигать гипотезы, отыскивать и формулировать доказательства выдвинутых гипотез, выводить из известных экспериментальных фактов и теоретических моделей физические и астрономические законы.

7. Условия реализации программы

Зачисление в группу учащихся 6 классов происходит в первую неделю сентября по результатам вступительной олимпиады. Формируются группы по 15-20 человек. Дополнительный набор в группы второго (7 класс) и последующих годов обучения (8-11 классы) осуществляется по результатам дополнительных испытаний. Преимуществом при зачислении пользуются учащиеся, показавшие высокие результаты в олимпиадах по физике и астрономии 7-10 классов.

Педагогами могут быть студенты профильных специальностей, преподаватели вузов и учителя физики и астрономии профильных классов.

Материально-техническое обеспечение программы: рабочие листы на печатной основе, таблицы общего назначения, тематические таблицы по астрономии, физике и математике, карта звездного неба.

8. Планируемые результаты

Личностные результаты:

- Сформированность у школьников рационального физического и астрономического мышления, умения устанавливать факты, различать причины и следствия, строить модели и выдвигать гипотезы, отыскивать и формулировать доказательства выдвинутых гипотез;
- Сформированность таких качеств личности, как самостоятельность, самоконтроль, самосовершенствование;
- Сформированность у учащихся интеллектуальной и общепсихологической подготовки к профессиональному самоопределению и самореализации.

Метапредметные результаты:

- Овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;
- Понимание различий между исходными фактами и гипотезами для их объяснения, теоретическими моделями и реальными объектами, овладение универсальными способами деятельности на примерах выдвижения гипотез для объяснения известных фактов и экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез, разработки теоретических моделей процессов или явлений;
- Сформированность умений воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в словесной, образной, символической формах, анализировать и перерабатывать полученную информацию в соответствии с поставленными задачами, выделять основное содержание прочитанного текста, находить в нём ответы на поставленные вопросы и излагать его;
- Освоение приемов действий в нестандартных ситуациях, овладение эвристическими методами решения проблем;
- Умение использовать справочную литературу и другие источники информации.

Предметные результаты:

по окончании изучения программы учащиеся должны знать:

- классификацию, приемы и методы решения физико-астрономических задач;
- как представлять наглядно ситуацию, рассматриваемую в конкретной задаче в виде схемы, рисунка, чертежа;
- как составлять планы решения конкретных задач и алгоритмы рассуждений для различных типов задач;

по окончании изучения программы учащиеся должны уметь:

- решать нестандартные физические задачи, используя различные приемы и методы;
- работать с текстом задачи, находить скрытую информацию, трансформировать по-лученную информацию из одного вида в другой
- составлять обобщающие таблицы теоретического материала к задачам по разным темам
- использовать физические, математические и астрономические модели, понимая их роль в астрофизических задачах;
- классифицировать астрофизические задачи;
- представлять наглядно ситуацию, рассматриваемую в конкретной задаче в виде схемы, рисунка, чертежа;
- составлять планы решения конкретной задачи и алгоритм рассуждений для различных типов задач;
- работать с текстом задачи, находить скрытую информацию, трансформировать полученную информацию из одного вида в другой;
- составлять обобщающие таблицы теоретического материала к задачам по разным темам;

Оценочные и методические материалы:

Педагогические методики и технологии

Занятия по данной программе предполагают сочетание двух основных форм работы: лекционную и практическую. Семинарская часть занятия включает в себя различные технологии критического мышления, технологии, связанные с большой долей самостоятельной индивидуальной и групповой работы учащихся.

Система контроля результативности обучения:

Входной контроль - *проводится при наборе или на начальном этапе формирования коллектива – изучение отношения ребенка к выбранной деятельности, его способности и достижения в этой области, личностные качества ребенка*

- Вступительная олимпиада;
- Сертификат по итогам предыдущего года обучения;
- Сдача задач летнего домашнего задания;
- Призер (победитель) заключительного этапа олимпиад из Перечня олимпиад Министерства образования и науки;
- Призер (победитель) заключительного этапа Санкт-Петербургской городской астрономической олимпиады;
- Призер (победитель) заключительного или регионального этапа Всероссийской школьников по астрономии (9-11 классы);

Текущий контроль - *проводится в течение года, возможен на каждом занятии*

- Беседа с учащимися по теме занятия (внешний контроль);
- Устная сдача задач решенной серии предыдущего занятия (с элементами взаимоконтроля);
- Письменное решение задач в конце занятия (с элементами самоконтроля)

Промежуточный контроль – *проводится по окончании изучения темы, в конце полугодия, года*

- Мини-олимпиада по изученной теме;
- Успешное участие в олимпиадах по астрономии за свой класс (год обучения) или старше (по графику мероприятий отборочных туров);
- Успешная сдача зачета в конце первого полугодия.

Итоговый контроль - проводится в конце обучения по программе – проверка освоения программы, учет изменений качеств личности каждого ребенка

- Успешная сдача зачета в конце учебного года;
- Удовлетворенность учащихся и родителей знаниями (анкетирование): учащиеся и их родители удовлетворены содержанием и формами занятий, учащиеся и их родители удовлетворены характером взаимоотношений.

Учебный план 1 года обучения

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Введение. Инструктаж по ТБ	4	2	2	Устный опрос в конце занятия
2.	Звёздное небо	20	8	12	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
3.	Система «Солнце – Земля – Луна»	20	8	12	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
4.	Измерение времени	8	4	4	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
5.	Солнечная система	20	8	12	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
6.	Звёзды	16	8	8	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
7.	Объекты далёкого космоса	12	4	8	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
8.	Начала сферической астрономии	24	12	12	Беседа по теме, самостоятельные

					работы, контрольная работа
9.	Зачёт	4	2	2	Зачет по билетам

Учебный план 2 года обучения

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Звёздное небо	24	12	12	Устный опрос в конце занятия
2.	Система «Солнце – Земля – Луна»	16	4	12	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
3.	Измерение времени	12	4	8	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
4.	Солнечная система	16	8	8	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
5.	Измерения расстояний	12	4	8	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
6.	Звёзды и звёздные системы	20	8	12	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
7.	Начала сферической астрономии	28	12	16	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
8.	Зачёт	4	2	2	Зачет по билетам

Учебный план 3 года обучения

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	

9.	Вводное занятие. Инструктаж по ТБ	2	2	0	Устный опрос в конце занятия
10.	Звёздное небо.	6	4	2	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
11.	Солнечная система.	6	4	2	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
12.	Вращение Земли	2	1	1	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
13.	Календарь	2	1	1	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
14.	Общие представления об устройстве Вселенной	4	2	2	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
15.	Некоторые астрономические явления.	4	2	2	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
16.	Движение Земли по орбите.	4	2	2	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
17.	Зачет за 1 полугодие	2	0	2	Зачет по билетам
18.	Движение планет Солнечной системы.	4	2	2	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
19.	Система Земля-Луна	4	2	2	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
20.	Измерение времени	4	2	2	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
21.	Небесная сфера	8	4	4	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
22.	Измерение расстояний в астрономии	4	2	2	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
23.	Оптические приборы в астрономии	6	3	3	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
24.	Движения тел под действием гравитации.	8	4	4	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа

25.	Итоговое занятие.	2	0	2	Зачет по билетам
-----	-------------------	---	---	---	------------------

Рабочая программа 3 года обучения

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Содержание практической части
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводное занятие. Инструктаж по ТБ	2	2	0	
2.	Звёздное небо.	6	4	2	
2.1.	Созвездия и ярчайшие звезды неба: названия, условия видимости наиболее известных звезд и созвездий в различные сезоны года (северное полушарие). Зодиакальные созвездия.	3	2	1	Решение учащимися «скайчартов», работа с картами звездного неба, нахождение различных созвездий. Цель данной работы: научить учащихся ориентироваться в звёздном небе.
2.2.	Яркие объекты на небе: галактики, туманности, скопления, каталог Месье	3	2	1	Работа с картами звёздного неба, нахождение ярких небесных объектов. Цель данной работы: запоминание положения основных ярких объектов звёздного неба и их положения в каталоге Месье.
3.	Солнечная система	6	4	2	
3.1.	Названия планет, их основные характеристики (качественно)	3	2	1	Решение качественных задач и тестов по основным характеристикам планет и их расположению в пространстве. Цель данной работы: усвоение учащимися качественных знаний о планетах солнечной системы.
3.2.	Малые тела солнечной системы: астероиды, кометы, метеорное вещество.	3	2	1	Решение качественных задач на тему «малые тела солнечной системы». Цель данной работы: усвоение учащимися классификации малых тел, а также их основных свойств.
4.	Вращение Земли (качественно): наклон, время, смена времен года и времени суток.	2	1	1	Решение качественных задач на тему вращения Земли и явлений, которые с этим связаны. Цель данной работы: усвоения учащимися основных причин изменения вида звёздного неба в течении суток и в течении

					года, а также подготовка к более предметному изучению сферической астрономии.
5.	Календарь: юлианский и григорианский календари.	2	1	1	Решение задач на устройство календарей и перевод дат из одного календаря в другой. Цель работы: свободный уровень учащихся в обращении с календарями.
6.	Общие представления об устройстве Вселенной	4	4	2	
6.1.	Распределение вещества во вселенной, основные объекты из барионного вещества. Галактики, морфология галактик.	2	1,5	0.5	Решение качественных задач и тестов по теме. Основная цель: ознакомить учащихся с современной классификацией галактик и особенностями их строения.
6.2.	Внегалактическая астрономия. Скопления галактик, распределение вещества на масштабах, сравнимых с расстояниями между скоплениями. Хаббловское расширение (качественно), возраст вселенной.	2	1,5	0.5	Решение качественных задач и тестов по теме. Цель работы: ознакомить учащихся с современными представлениями о строении вселенной на больших масштабах и также с концепцией хаббловского расширения.
7.	Некоторые астрономические явления. Понятие о полярных днях и ночах, равноденствиях и пр. Влияние атмосферы Земли на астрономические наблюдения (качественно).	4	2	2	Решение задач на указанную тему. Цель работы: понимание учащимися причин явлений, указанных в названии раздела, а также их влияния на возможность наблюдений.
8.	Движение Земли по орбите. Видимый путь Солнца по небесной сфере. Эклиптика.	4	2	2	Решение задач по теме. Цель работы: добиться у учащихся знания таких понятий как «эклиптика, зодиакальные созвездия, полюс эклиптики».
9.	Зачет за 1 полугодие	2	0	2	Зачет по билетам
10.	Движение планет Солнечной системы: истинное и видимое	4	2	2	Решение задач по теме. Нахождение синодических периодов планет в

	(качественно). Конфигурации планет.				приближении равномерного кругового движения по орбите. Решение задач на прямое и попятное движение. Цель работы: усвоение учащимися основных причин того или иного вида траекторий движения планет на небесной сфере в течение длительного времени.
11.	Система Земля-Луна	4	2	2	
11.1.	Движение Луны вокруг Земли и видимое движение (период, созвездия, по которым оно происходит и т.д.). Фазы Луны.	2	1	1	Решение задач по теме. Нахождения фазы Луны в различные периоды времени, решение задач на связь фазы с фазовым углом.
11.2.	Солнечные и лунные затмения — общие сведения, типы затмений (полное, частичное, кольцеобразное).	2	1	1	Решение задач по теме. Задачи идут без привлечения стереометрии для расчёта характеристик затмений, только отработка основных понятий и определений, а также расчёт размеров тени и полутени в различных случаях.
12.	Измерение времени. Местное, поясное время. Часовые пояса и исчисление времени в России; декретное время, летнее время. Летоисчисление.	4	2	2	Решение задач по заданной теме. Цель работы: отработка основных понятий, таких как декретное и поясное время, часовые.
13.	Небесная сфера.	8	4	4	
13.1.	Горизонтальная и 1-ая экваториальная система координат. Суточное движение небесных светил на различных широтах. Высота полюса мира над горизонтом. Восход, заход, кульминация.	4	2	2	Решение задач по теме. Основной упор на простые задачи заключительного этапа ВСОШ, решаемые методом проекции на меридианную плоскость. Цель работы: отработка основных понятий, отработка умения разбираться в простейшей геометрии сферических систем координат.
13.2.	Видимый путь Солнца по небесной сфере. Изменение вида звёздного неба в	2	1	1	Решение задач по теме. Переход от проекции на меридианную плоскость к общему виду сферы.

	течении года. Вторая экваториальная и эклиптическая системы координат.				Решение различных задач, связанных с изменением координат Солнца в течение года. Цель работы: отработка основных понятий данной темы, развитие у учащихся умения вычислять такие характеристики, как время восхода Солнца и продолжительность светового дня.
13.3.	Рефракция (качественно). Сумерки: гражданские, астрономические, навигационные. Прецессия.	2	1	1	Решение задач по теме. Основная цель: выработать у учащихся умение учитывать эффект прецессии при расчёте положения тех или иных на небе на больших периодах времени, умение учитывать рефракцию и знания определения различного вида сумерек.
14.	Измерение расстояний в астрономии. Параллакс суточный, горизонтальный, годичный, галактический. Астрономическая единица, парсек, световой год. Метод радиолокации. Аберрация света.	4	2	2	Решение задач по теме. Основная цель: отработка у учащихся основных понятий, таких как параллакс, а также знания методов измерения расстояний в астрономии.
15.	Оптические приборы	6	3	3	
15.1.	Глаз, как оптический прибор. Телескопы-рефракторы: принцип работы, построение изображения в фокальной плоскости, основные характеристики.	3	1.5	1.5	Решение задач по теме. Задачи на геометрическую оптику системы двух линз (простейшая схема телескопа-рефрактора). Основная цель: выработка у учащихся навыков решения простейших задач по расчёту характеристик телескопа рефрактора и построению в нём изображения объектов.
15.2.	Телескопы-рефлекторы: принцип работы, построение изображения, отличительные особенности. Схемы	3	1.5	1.5	Решение задач по теме. Задачи на геометрическую оптику систем телескопов-рефлекторов. Задачи на различные виды монтаровок. Основная цель: знание

	телескопов-рефлекторов, типы монтировок, крупнейшие телескопы нашей страны и мира.				учащимися основных типов телескопов-рефлекторов и принципов их работы, а также особенностей наблюдения с монтировками различного вида.
16.	Движение тел под действием гравитации	8	4	4	
16.1.	Форма орбит: эллипс, парабола, гипербола. Геометрия эллипса, параболы и гиперболы: основные точки, большая и малая полуось, эксцентриситет, уравнение КВП, оптическое свойство.	4	2	2	Решение задач по теме. Простейшие геометрические задачи на КВП, а также на геометрию движения в задаче двух тел. Цель работы: знакомство учащихся с геометрией движения небесных объектов в пространстве.
16.2.	Законы Кеплера, первая и вторая космические скорости. Скорость в перигеуме и апоцентре эллипса.	4	2	2	Решение задач по теме. Простейшие задачи по небесной механике. Основная цель: отработка учащимися умения пользоваться основными законами небесной механики.
17.	Контрольные и итоговые занятия: годовая контрольная	2	0	2	Годовая контрольная работа.

Учебный план 4 года обучения

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводное занятие. Инструктаж по ТБ	4	4	0	Устный опрос в конце занятия
2.	Небесная сфера	36	16	20	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
3.	Движение небесных тел под действием силы всемирного тяготения	40	16	24	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
4.	Зачет за 1 полугодие	4	0	4	Зачет по билетам
5.	Система Солнце-Земля-Луна	12	4	8	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
6.	Шкала звездных величин	12	4	8	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа

7.	Основы астрофизики	24	12	12	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
8.	Оптические приборы	8	4	4	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
9.	Зачет за 2 полугодие	4	0	4	Зачет по билетам

Рабочая программа 4 года обучения

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Содержание практической части
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводное занятие. Инструктаж по ТБ	4	4	0	
2.	Небесная сфера (углублённое изучение по сравнению с программой первого года обучения)	36	16	20	
2.1.	Горизонтальная и 1-ая экваториальная система координат. Основные круги и линии на небесной сфере, высота полюса мира над горизонтом, изменение вида звёздного неба в течение суток.	8	4	4	Решение задач по теме. Задачи варьируются по сложности от регионального этапа в ВСОШ, до заключительного. Основная цель работы: повторение тем 1-го года обучения и выработка умения решать сложные, нестандартные задачи на горизонтальную и экваториальную систему координат.
2.2.	Видимый путь Солнца по небесной сфере. Эклиптика, эклиптическая система координат. Вторая экваториальная система координат.	8	4	4	Решение задач по теме. Учащимся предлагаются задачи более высокого уровня сложности, чем на первом году обучения. Основная цель работы: повторение тем 1-го года обучения и выработка умения решать сложные, нестандартные задачи на эклиптическую и

					экваториальную систему координат.
2.3.	Сферическая тригонометрия. Переход между системами координат.	6	2	4	Решение задач по теме. Решаются общие задачи на небесную сферу, без её приближения плоскостью. Основная цель: выработка у учащихся умением пользоваться формулами сферической тригонометрии, решать сложные задачи на сферические треугольники в астрономии, а также уметь осуществлять переход между системами координат.
2.4.	Рефракция. Сумерки. Прецессия.	4	2	2	Решение задач по теме. Учащимся предлагаются задачи, где необходимо учесть влияние на наблюдения эффектов, перечисленных в названии темы. Цель работы: повторение тем первого года обучение и выработка у учащихся умения решать нестандартные задачи, требующие учёт таких явлений, как прецессия, сумерки и рефракция
2.5.	Измерение времени. Тропический год. Солнечные и звездные сутки, связь между ними. Солнечные часы. Местное, поясное время. Истинное и среднее солнечное время,	6	4	2	Решение задач по теме. Как правило, данная тема усваивается учащимися хуже всего, поэтому сложность задач варьируется: от

	уравнение времени. Звездное время. Часовые пояса и исчисление времени в нашей стране; декретное время, летнее время. Летоисчисление. Календарь, солнечная и лунная система календаря. Новый и старый стиль.				самых простых, чтобы учащиеся усвоили смысл основных понятий, до сложных задач заключительного этапа ВСОШ, чтобы сформировать у учащихся творческий подход к решению задач на различные виды измерения времени.
2.6.	Решение нестандартных задач по теме «Небесная сфера»	4	0	4	Решение нестандартных задач. Задачи, решаемые учащимися в рамках данной темы, являются задачами повышенной категории сложности и требуют досконального знания теории и определённых методов решения, а также наличия творческого подхода у учащихся. Цель работы: сформировать навыки творческого подхода к решению задач на небесную сферу у учащихся, выработать навыки использования некоторых методов решения задач по данной теме.
3.	Движение небесных тел под действием силы всемирного тяготения (углублённое изучение по сравнению с программой первого года обучения)	40	16	24	
3.1.	Законы Кеплера. Формы орбиты: эллипс, парабола, гипербола. Первая, вторая	24	8	16	Решение задач по теме. Задачи, предлагаемые участникам в рамках

	и третья космические скорости.				данной темы, имеют высокий уровень сложности, соответствующий заключительному этапу ВСОШ и олимпиадам международного уровня. Цель работы: выработка у учащихся умения решать сложные задачи по классической небесной механике.
3.2.	Расчёт полёта по гомановской траектории, кеплеровы элементы орбиты, третья космическая скорость, точки Лагранжа системы двух тел, теорема о вириале.	8	4	4	Решение задач по теме. Задачи, предлагаемые участникам в рамках данной темы, имеют высокий уровень сложности, соответствующий заключительному этапу ВСОШ и олимпиадам международного уровня. Цель работы: выработка у учащихся умения решать сложные, нестандартные задачи по вышеуказанным темам.
3.3.	Теорема Ньютона. Гравитационная потенциальная энергия тел со сферическим симметричным распределением плотности.	8	4	4	Решение задач по теме. Задачи, предлагаемые учащимся в рамках данной темы, требуют глубокого знания школьной программы по физике и по уровню сложности соответствуют заключительному этапу ВСОШ по физике. Цель работы: выработка у учащихся умения

					находить гравитационную потенциальную энергию тел со сферически-симметричным распределением плотности и решать задачи, затрагивающие эту тему.
4.	Зачет за 1 полугодие	4	0	4	Зачет по билетам
5.	Система Солнце-Земля-Луна	12	4	8	
5.1.	Движение Луны вокруг Земли, фазы Луны. Либрации Луны. Движение узлов орбиты Луны, периоды «низкой» и «высокой» Луны. Синодический, сидерический, аномалистический и драконический месяцы	4	2	2	Решение задач по теме. Задачи, предлагаемые учащимися в рамках данной темы, имеют повышенный уровень сложности, соответствующий уровню сложности заключительного этапа ВСОШ. Цель работы: выработка у учащихся решений задач на геометрию движения Луны вокруг Земли (реального и видимого) и задач на определения понятия «фаза сферического объекта».
5.2.	Солнечные и лунные затмения, их типы, условия наступления. Сарос. Покрытия звезд и планет Луной, условия их наступления. Понятие о приливах.	8	2	6	Решение задач на геометрию затмения. В рамках данной темы делается упор на сложные геометрические задачи по теме «геометрия затмения», так как обычно у учащихся именно такой тип задач вызывает множество трудностей на

					заключительном этапе ВСОШ.
6.	Шкала звёздных величин. Звездная величина, ее связь с освещенностью. Формула Погсона. Связь видимого блеска с расстоянием. Абсолютная звездная величина. Изменение видимой яркости планет и комет при их движении по орбите.	12	4	8	Решение задач по заданной теме. Цель работы: усвоение учащимися следующих: звёздная величина, блеск, светимость, освещённость, абсолютная звёздная величина.
7.	Основы астрофизики	24	12	12	
7.1.	Электромагнитные волны. Скорость света. Различные диапазоны электромагнитных волн. Видимый свет, длины волн и частоты видимого света. Радиоволны. Эффект Доплера. Принцип корпускулярно-волнового дуализма. Фотоны, энергия и импульс фотона.	4	2	2	Решение задач по заданной теме. Цель работы: выработка у учащихся решать задачи на эффект Доплера и на взаимодействие фотонов с телами во вселенной (задача про солнечный парус).
7.2.	Понятие об астрофотометрии.	4	2	2	Решение задач по теме. Основная цель: усвоение учащимися определений и физического смысла понятий «поток, яркость, освещённость».
7.3.	Законы излучения абсолютно чёрного тела. Формула Планка, приближения Рэля-Джинса и Вина, закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина. Понятия эффективной и яркостной температуры.	12	4	8	Решение задач по теме. Данная тема является основной в разделе «основы астрофизики», поэтому особый упор в ней делается на практику, то есть на решение задач. Сложность задач варьируется: от тривиальных, чтобы учащиеся лучше усвоили физический смысл основных понятий и

					формулировки законов, до сложных задач, соответствующих уровню заключительного этапа ВСОШ и международной олимпиады, чтобы выработать у учащихся doskonaльное понимание физики абсолютно чёрного тела, а также границ применимости такой модели для реальных звёзд.
7.4.	Поглощение в межзвёздной среде, поглощение в атмосфере, коэффициент поглощения.	4	2	2	Решение задач по теме. Цель работы: выработка у учащихся умения учитывать поглощения при расчёте освещённости, создаваемой каким-либо небесным объектом.
8.	Оптические приборы	8	4	4	
8.1.	Глаз как оптический прибор. Устройство простейших оптических приборов для астрономических наблюдений (бинокль, фотоаппарат, линзовые, зеркальные и зеркально-линзовые телескопы). Построение изображений протяженных объектов в фокальной плоскости.	4	2	2	Решение задач по теме. Задачи повторяют темы первого года обучения, но имеют более высокий уровень сложности, соответствующий заключительному этапу ВСОШ.
8.2.	Предельное угловое разрешение и проникающая способность. Размеры дифракционного изображения, ограничения со стороны земной атмосферы на	4	2	2	Решение задач по теме. Цель работы: усвоение учащимися таких понятий, как размеры дифракционного изображения, абберации оптики,

	разрешающую способность. Аберрации оптики. Оптические схемы современных телескопов.				проницающая способность и аберрации оптики. Задачи имеют уровень сложности, сравнимый с заданиями заключительного этапа ВСОШ по астрономии.
9.	Контрольные и итоговые занятия: годовая контрольная.	4	0	4	Годовая контрольная работа.

Учебный план 5 года обучения

№	Название раздела, темы	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Введение	6	6	0	Устный опрос в конце занятия
2.	Основы небесной механики	36	12	24	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
3.	Солнечная система. Состав и строение	18	6	12	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
4.	Сферическая астрономия. Системы координат. Время	54	18	36	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
5.	Итоговый зачет за 1 полугодие	6	0	6	Зачет по билетам
6.	Звездное небо	30	12	18	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
7.	Космические скорости.	12	6	6	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
8.	Приливы	6	3	3	Письменная олимпиада

9.	Измерение расстояний	18	6	12	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
10.	Звездные величины	18	6	12	Письменная олимпиада
11.	Проблемы современной астрономии	6	6	0	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
12.	Итоговый зачет за 2 полугодие	6	0	6	Зачет по билетам

Описание содержания 5 год

№	Название раздела	Содержание раздела (Теория и практика)	
1.	Введение. Инструктаж по ТБ.	Т.	
		П.	
2.	Основы небесной механики	Т.	Первый закон Кеплера. Движение в центральном поле. Второй закон Кеплера. Закон сохранения момента импульса. Третий закон Кеплера. Третий уточненный закон Кеплера. Определение масс небесных тел. Межпланетные перелеты.
		П.	Решение задач по теме
3.	Солнечная система. Состав и строение	Т.	Состав и строение Солнечной системы. Структура. Планеты земной группы. Планеты гиганты. Конфигурации. Спутники планет. Малые тела. Астероиды и кометы
		П.	Решение задач по теме
4.	Сферическая астрономия. Системы координат. Время	Т.	Небесная сфера. Основные понятия и определения. Географическая система координат. Горизонтальная система координат. 1-я экваториальная система координат. Время. 2-я экваториальная система координат. Время. Уравнение времени. Система определения длительных промежутков времени. Календари. Единицы измерения времени. Фазы Луны. Юлианский и григорианский календари. Другие системы календарей.
		П.	Решение задач по теме

5.	Итоговый зачет за 1 полугодие	Т.	-
		П.	Зачет по билетам
6.	Звездное небо	Т.	Типы объектов звездного неба. Видимое движение планет. Видимое движение звездного неба. Созвездия. Видимое движение Луны. Солнечные затмения.
		П.	Решение задач по теме. Работа с картой звездного неба.
7.	Космические скорости.	Т.	Первая, вторая и третья космические скорости
		П.	Решение задач по теме.
8.	Приливы	Т.	Приливные силы. Приливный захват.
		П.	Решение задач по теме
9.	Измерение расстояний	Т.	Измерение размеров Земли. Эратосфен. Метод параллакса. Горизонтальный параллакс. Годичный параллакс. Радиолокация планет. Определение астрономической единицы.
		П.	Решение задач по теме
10.	Звездные величины	Т.	Гипарх. Определение звездных величин. Формула Погсона. Звездные величины кратных систем.
		П.	Решение задач по теме
11.	Проблемы современной астрономии	Т.	Обсуждение проблем и вызовов, стоящих перед современной астрономией
		П.	-
12.	Итоговый зачет за 2 полугодие	Т.	-
		П.	Зачет по билетам

Календарно-тематическое планирование 5 год

№	Неделя	Тема	Количество часов
Сентябрь			
1.	1 неделя	Введение	6
2.		Основы небесной механики	36
2.1.	2 неделя	Первый закон Кеплера. Движение в центральном поле	6
2.2.	3 неделя	Второй закон Кеплера. Закон сохранения момента импульса	6
2.3.	4 неделя	Третий закон Кеплера	6
Октябрь			
2.4.	1 неделя	Третий уточненный закон Кеплера	6
2.5.	2 неделя	Определение масс небесных тел.	6
2.6.	3 неделя	Межпланетные перелеты	6
3.		Солнечная система. Состав и строение	18
3.1.	4 неделя	Состав и строение Солнечной системы. Структура. Планеты земной группы	6
Ноябрь			
3.2.	1 неделя	Планеты гиганты	6

3.3.	2 неделя	Конфигурации. Спутники планет. Малые тела. Астероиды и кометы	6
4.		Сферическая астрономия. Системы координат. Время	54
4.1.	3 неделя	Небесная сфера. Основные понятия и определения	6
4.2.	4 неделя	Географическая система координат. Горизонтальная система координат	6
Декабрь			
4.3.	1 неделя	1-я экваториальная система координат. Время	6
4.4.	2 неделя	2-я экваториальная система координат	6
4.5.	3 неделя	Время. Уравнение времени	6
4.6.	4 неделя	Система определения длительных промежутков времени. Календари.	6
Январь			
4.7.	1 неделя	Единицы измерения времени. Фазы Луны	6
4.8.	2 неделя	Юлианский и григорианский календари	6
4.9.	3 неделя	Другие системы календарей.	6
5.	4 неделя	Итоговый зачет за 1 полугодие	6
Февраль			
6.		Звездное небо	30
6.1.	1 неделя	Типы объектов звездного неба	6
6.2.	2 неделя	Видимое движение планет	6
6.3.	3 неделя	Видимое движение звездного неба. Созвездия	6
6.4.	4 неделя	Видимое движение Луны.	6
Март			
6.5.	1 неделя	Солнечные затмения.	6
7.		Космические скорости.	12
7.1.	2 неделя	Первая, вторая и третья космические скорости	6
7.2.	3 неделя	Космические скорости. Решение задач	6
8.	4 неделя	Приливы	6
Апрель			
9.		Измерение расстояний	18
9.1.	1 неделя	Измерение размеров Земли. Эратосфен. Метод параллакса. Горизонтальный параллакс	6
9.2.	2 неделя	Годичный параллакс	6
9.3.	3 неделя	Радиолокация планет. Определение астрономической единицы	6
10.		Звездные величины	18
10.1.	4 неделя	Гипарх. Определение звездных величин	6
Май			
10.2.	1 неделя	Формула Погсона	6
10.3.	2 неделя	Звездные величины кратных систем	6
11.	3 неделя	Проблемы современной астрономии	6
12.	4 неделя	Зачет за 2 полугодие	6

Учебный план 6 года обучения

№	Название раздела, темы	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Введение. Инструктаж по ТБ	6	6	0	Устный опрос в конце занятия
2.	Астрономические инструменты	42	18	24	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
3.	Механика космического полета	48	18	30	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
4.	Физика звезд	54	18	36	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
5.	Итоговый зачет за 1 полугодие	6	6	0	Зачет по билетам
6.	Кратные и затменные звезды	30	12	18	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
7.	Переменные звезды	24	6	18	Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа
8.	Итоговый зачет за 2 полугодие	6	0	6	Зачет по билетам

Описание содержания 6 год

№	Название раздела		Содержание раздела (Теория и практика)
1.	Введение. Инструктаж по ТБ	Т.	Техника безопасности. Что изучает астрономия?
		П.	-
2.	Астрономические инструменты	Т.	Часы. Характеристика часов. Атомные и молекулярные часы. Знакомство с телескопами. Аберрации рефракторов. Ахроматы и апохроматы. Просветление оптики. Основы геометрической оптики рефракторов. Рефлекторы. Основы геометрической оптики рефлекторов. Аберрации рефлекторов Система Максудова.
		П.	Лабораторная работа «Исследование часов». Организация наблюдений. Подготовка телескопа. Решение задач по теме
3.	Механика космического полета	Т.	Первая космическая скорость. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Оптимальные условия старта. Вторая космическая скорость. Третья космическая скорость. Траектории полета. Эллипсы Гомана. Уравнение Циолковского. Реактивное движение. Теория межпланетных перелетов.
		П.	Решение задач по теме. Работа с телескопом
4.	Итоговый зачет за 1 полугодие	Т.	-
		П.	Зачет по билетам
5.	Физика звезд	Т.	Понятие звездной величины. Формула Погсона. Измерение расстояний фотометрическим методом. Модуль расстояний. Абсолютные звездные величины. Спектральная классификация. Спектральные классы и классы светимости. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Нормальные звезды. Гиганты. Карлики. Физические условия в звездах. Физические характеристики, их взаимосвязь. Условия динамического равновесия. Гиганты. Белые карлики. Эволюция звезд. Нейтронные звезды. Пульсары. Планетарные туманности. Черные дыры.
		П.	Работа с телескопами. Решение задач по теме
6.	Кратные и затменные звезды	Т.	Кратные звезды. Задача трех тел. Задача N тел Затменно-переменные звезды. Алголь. Спектрально-переменные звезды
		П.	Работа с телескопами. Наблюдения. Решение задач по теме
7.	Переменные звезды	Т.	Физически переменные звезды. Звезды RR Лиры. Цефеиды. Новые и сверхновые звезды. Современные представления о переменных звездах
		П.	Работа с телескопами. Наблюдения. Решение задач по теме
8.	Итоговый зачет за 2 полугодие	Т.	-
		П.	Зачет по билетам

Календарно-тематическое планирование 6 год

№	Неделя	Тема	Количество часов
Сентябрь			
1.	1 неделя	Введение. Инструктаж по ТБ	6
2.		Астрономические инструменты	42
2.1.	2 неделя	Часы. Характеристика часов. Атомные и молекулярные часы	6
2.2.	3 неделя	Лабораторная работа «Исследование часов»	6
2.3.	4 неделя	Знакомство с телескопами. Аберрации рефракторов. Ахроматы и апохроматы. Просветление оптики.	6
Октябрь			
2.4.	1 неделя	Основы геометрической оптики рефракторов	6
2.5.	2 неделя	Рефлекторы. Основы геометрической оптики рефлекторов. Аберрации рефлекторов	6
2.6.	3 неделя	Система Максудова	6
2.7.	4 неделя	Организация наблюдений. Подготовка телескопа	6
Ноябрь			
3.		Механика космического полета	48
3.1.	1 неделя	Первая космическая скорость. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия	6
3.2.	2 неделя	Оптимальные условия старта. Вторая космическая скорость	6
3.3.	3 неделя	Третья космическая скорость	6
3.4.	4 неделя	Траектории полета. Эллипсы Гомана	6
Декабрь			
3.5.	1 неделя	Работа с телескопом	6
3.6.	2 неделя	Уравнение Циолковского. Реактивное движение.	6
3.7.	3 неделя	Теория межпланетных перелетов.	6
3.8.	4 неделя	Решение задач	6
Январь			
4.	1 неделя	Итоговый зачет за 1 полугодие	6
5.		Физика звезд	54
5.1.	2 неделя	Понятие звездной величины. Формула Погсона	6
5.2.	3 неделя	Измерение расстояний фотометрическим методом. (Модуль расстояний). Абсолютные звездные величины	6
5.3.	4 неделя	Спектральная классификация. Спектральные классы и классы светимости. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела.	6
Февраль			
5.4.	1 неделя	Нормальные звезды. Гиганты. Карлики. Физические условия в звездах. Физические характеристики, их взаимосвязь. Условия динамического равновесия	6
5.5.	2 неделя	Гиганты. Физические условия. Физические процессы	6
5.6.	3 неделя	Белые карлики. Физические условия. Физические процессы	6
5.7.	4 неделя	Работа с телескопами	6
Март			
5.8.	1 неделя	Эволюция звезд	6
5.9.	2 неделя	Нейтронные звезды. Пульсары. Планетарные туманности. Черные дыры	6
6.		Кратные и затменные звезды	30
6.1.	3 неделя	Кратные звезды. Задача трех тел. Задача N тел	6

6.2.	4 неделя	Наблюдения	6
Апрель			
6.3.	1 неделя	Затменно-переменные звезды. Алголь. Спектрально-переменные звезды	6
6.4.	2 неделя	Работа с телескопами	6
6.5.	3 неделя	Работа с телескопами	6
7.		Переменные звезды	24
7.1.	4 неделя	Физически переменные звезды	6
Май			
7.2.	1 неделя	Звезды RR Лиры. Цефеиды	6
7.3.	2 неделя	Новые и сверхновые звезды	6
7.4.	3 неделя	Современные представления о переменных звездах	6
8.	4 неделя	Зачет за 2 полугодие	6

Литература для учащихся:

1. Агекян Т.А. «Звезды, галактики, Метагалактика». - М.: Наука, 1982.
2. Белонучкин В.Е. «Кеплер, Ньютон и все, все, все». - М.: Наука, 1986.
3. Гусев Е.Б., Сурдин В.Г. «Расширяя границы Вселенной: история астрономии в задачах». - М.: МЦНМО, 2003.
4. Дагаев М.М. «Наблюдение звездного неба». - М.: Наука, 1983.
5. Зигель Ф.Ю. «Сокровища звездного неба». - М.: Наука, 1981.
6. Иванов В.В., Кривов А.В., Денисенков П.А. «Парадоксальная Вселенная: 175 задач по астрономии» - СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997
7. Иванов В.В., Решетников В.П., Холшевников К.В. «Вселенная в числах и фактах» - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008.
8. Карпенко Ю.А. «Названия звездного неба». - М.: Наука, 1985.
9. Климишин И.А. «Астрономия наших дней». - М.: Наука, 1986.
10. Климишин И.А. «Календарь и хронология». - М.: Наука, 1985.
11. Климишин И.А. «Элементарная астрономия». - М.: Наука, 1991.
12. Кононович Э.В. «Солнце - дневная звезда». - М.: Просвещение, 1982.
13. Лейзер Д. «Создавая картину Вселенной». - М.: Мир, 1988.
14. Липунов В.М. «В мире двойных звезд». - М.: УРСС, 2009.
15. Навашин М.С. «Телескоп астронома-любителя». - М.: Наука, 1979.
16. Новиков И.Д. «Как взорвалась Вселенная». - М.: Наука, 1988.
17. Перельман Я.И. «Занимательная астрономия». - М.: УРСС, 2008.
18. Псковский Ю.П. «Новые и сверхновые звезды». - М.: Наука, 1985.
19. Сурдин В.Г. «Астрономические задачи с решениями». - М.: УРСС, 2010.
20. Сурдин В.Г. «Астрономические олимпиады. Задачи с решениями». - М.: Изд-во МГУ, 1995.
21. Угольников О.С. «Небо начала века»
22. «Физика космоса. Маленькая энциклопедия». - М.: Советская энциклопедия, 1986. (электронное издание <http://www.astronet.ru/db/FK86/>)
23. Хокинг С. «Краткая история времени». - СПб.: Амфора, 2001.
24. Цесевич В.П. «Что и как наблюдать на небе». - М.: Наука, 1984.
25. Чурюмов К.И. «Кометы и их наблюдение». - М.: Наука, 1980.
26. Шкловский И.С. «Вселенная, жизнь, разум». - М.: Наука, 1987.

27. Шкловский И.С. «Звезды: их рождение, жизнь и смерть». - М.: Наука, 1984.
28. Энциклопедический словарь юного астронома. - М.: Педагогика, 1986.
29. Энциклопедия для детей. Том 8. Астрономия. - М.: Аванта+, 2007.

Литература для педагога:

30. Кононович Э.В., Мороз В.И. «Общий курс астрономии». - М.: Едиториал УРСС, 2004.
31. Куликовский П.С. «Справочник любителя астрономии». - М.: УРСС, 2009.
32. Сурдин В.Г. «Астрономические задачи с решениями». - М.: УРСС, 2010.
33. Сурдин В.Г. «Астрономические олимпиады. Задачи с решениями». - М.: Изд-во МГУ, 1995.

Интернет-ресурсы:

34. Школьная астрономия Петербурга <http://school.astro.spbu.ru>.
35. Астронет <http://www.astronet.ru>.
36. Всероссийская олимпиада школьников по астрономии <http://www.astroolymp.ru/>
37. Программа Stellarium: <http://www.stellarium.org/ru/>
38. Сайт International Olympiad in Astronomy and Astrophysics (IOAA)

