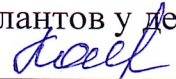


Министерство образования и науки Хабаровского края

**Краевое государственное автономное
нетиповое образовательное учреждение
«Краевой центр образования»**

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления
«НАУКА» Регионального
центра выявления, поддержки и
развития способностей и
талантов у детей и молодежи
 /Г.Н.Коцубинская
«29» Августа 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
КГАНОУ КЦО

/П.С. Черёмухин

«31» Августа 2026 г.



**Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа по направлению «Астрономия»
«Астрономия. Олимпиадный уровень»**

Возраст обучающихся: 14-17 лет

Уровень обучения: 9-11 класс

Объем реализации: 144 часа

Составитель программы:

Гаврилов Андрей Владимирович, к.ф.-м.н., доцент

Место реализации:

Хабаровский край, г. Хабаровск

Региональный центр выявления,
поддержки и развития способностей
и талантов у детей и молодежи

КГАНОУ «Краевой центр образования»

Хабаровск, 2026 г.

Пояснительная записка

Целевая аудитория

Обучающиеся 9 - 11 классов общеобразовательных учреждений Хабаровского края, победители и призеры школьного, муниципального, регионального и заключительного этапов всероссийской олимпиады школьников, проявившие интерес и продемонстрировавшие высокую результативность как при освоении общеобразовательной программы, так и в области научно-технического проектирования (по результатам региональных и всероссийских конкурсов и олимпиад)

Аннотация к программе

Рабочая программа разработана с учетом «Программы всероссийской олимпиады школьников по астрономии» и олимпиады им. В. Я Струве, рекомендованной центральной предметно – методической комиссией Всероссийской олимпиады школьников по астрономии.

Программа направлена на создание условий для самоопределения обучающихся, для их образовательно-профессионального выбора. Обучающиеся получают опыт подготовки к участию в олимпиадах разного уровня, решения нестандартных заданий, требующих знания и глубокого понимания астрономических явлений и законов. Образовательная программа ориентирована на подготовку учащихся к олимпиадам по астрономии высокого уровня и организацию систематической работы с талантливыми школьниками, выявленными на олимпиадах по астрономии, либо прошедшими конкурсный отбор по итогам самостоятельной работы.

Направленность программы – естественно-научное

Вид образовательной деятельности – Реализация дополнительных образовательных программ

Цель: развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе изучения астрономии на олимпиадном уровне, решения заданий по астрономии олимпиадного уровня, как теоретических, так и практических.

Задачи.

Обучающие.

1. Способствовать развитию интереса к астрономии, к решению олимпиадных задач.
2. Расширить и углубить знания учащихся, полученные при изучении базового курса астрономии.
3. Способствовать формированию представлений о постановке, классификации, приёмах и методах решения олимпиадных задач.

Развивающие.

Развивать разносторонние интересы и способности учащихся, развивать интерес к астрономии и к решению астрономических задач, развивать память, формировать умение применять теоретические знания на практике.

Воспитательные.

Воспитывать личность, способную анализировать и создавать индивидуальную программу саморазвития.

Актуальность введения курса «Астрономия. Олимпиадный уровень» связана с необходимостью научить обучающихся решать олимпиадные задачи, которые требуют от них ясного понимания основных законов, подлинно творческого умения применять эти законы для объяснения астрономических явлений, развивать ассоциативное мышление и сообразительность.

Теоретические вопросы курса предусматривают рассмотрение основных законов астрономии, так и физических законов по небесной механике, молекулярной физике, электродинамике и механике, и историю их открытия и использование в науке и технике. Обучающиеся знакомятся с минимальными сведениями о понятии «олимпиадная задача», осознают значение задач в жизни, науке, технике, знакомятся с различными сторонами работы с задачами. Кроме теоретических вопросов включены практические – решение количественных и экспериментальных задач по предложенным разделам астрономии.

Ожидаемые результаты на текущий учебный год:

В ходе учебного процесса обучающиеся получают навыки:

1. Работать с текстом задачи, находить скрытую информацию, транслировать полученную информацию из одного вида в другой.
2. Использовать физические и математические модели, понимать их роль в астрономических задачах.
3. Составлять планы решения конкретных задач и алгоритмы рассуждений для различных типов задач.
4. Находить общее в подходах к решению задач различных видов.
5. Использовать оценочные суждения при решении задач.
6. Использовать решения астрономических задач для уточнения и углубления своих знаний.
7. Проверять физический смысл решений.

Обучающиеся освоят способы решения задач повышенного и олимпиадного уровня сложности, осознают важность и значимость астрономических задач и роль физических законов в развитии представлений об окружающем мире, освоят методы и алгоритмы решения олимпиадных задач. Методами оценки результатов изучения курса могут быть: решение экспериментальных задач, выполнение творческих работ, письменной работы, тестирование, проведение внутри школьной олимпиады по астрономии. Программа построена на сочетании нескольких традиционных принципах обучения. В ней взаимно дополняют друг друга проблемно-тематический, теоретический, исторический, коммуникативный и деятельности принципы.

Отражение в УТП особенностей текущего учебного года:

Участие в школьном и муниципальном и региональном этапе Всероссийской олимпиады школьников, олимпиады им. В. Я. Струве, дистанционных рейтинговых олимпиадах и конкурсах.

Содержание программы

1. Небесная сфера. Системы небесных координат 8 ч

Небесная сфера, основные круги и линии на небесной сфере. Высота полюса Мира над горизонтом. Понятия углового расстояния на небесной сфере и угловых размеров объектов. Горизонтальная и экваториальная система координат. Восход, заход, кульминация. Высота над горизонтом небесных светил в кульминации. Суточное движение небесных светил на различных широтах. Рефракция. Сумерки: гражданские, навигационные, астрономические.

2. Звездное небо 10 ч

Объекты, наблюдаемые на дневном и ночном небе: Солнце, Луна, звезды, планеты, искусственные спутники Земли, метеоры, кометы, Млечный путь, туманности, галактики. Созвездия, наиболее яркие звезды и характерные объекты неба Земли, характерные условия их видимости в России и других странах мира. Ориентирование по Полярной звезде. Некоторые яркие звезды и другие объекты, видимые из Северного и Южного полушария Земли. Звездные каталоги и карты. Каталог Мессье, его самые известные объекты: туманности, галактики, их основные свойства и типы. Представление о расстояниях до галактик и масштабах Вселенной. Подвижная карта звездного неба. Компьютерные программы – планетарии.

3. Система счета времени в астрономии 5 ч

Сутки: звездные, истинно солнечные, средне солнечные. Уравнение времени. Часовые пояса. Истинно солнечное, местное, поясное, декретное время. Солнечные часы. Тропический и сидерический годы. Принципы построения календаря. Юлианский и Григорианский календари. Юлианские дни. Метонов цикл.

4. Солнечная система 30 ч

Солнечная система. Строение, состав, общие характеристики. Орбиты тел Солнечной системы: большие полуоси, эксцентриситеты, периоды, скорости. Определение расстояний до тел Солнечной системы (методы радиолокации и суточного параллакса). Угловые размеры планет. Сидерический, синодический периоды планет, связь между ними. Видимые движения и конфигурации планет. Эмпирические законы Кеплера. Третий обобщенный закон Кеплера. Задача 2 – x тел. Планеты Земной группы. Планеты гиганты. Спутники планет-гигантов. Карликовые планеты и астероиды. Кометы, метеорные потоки, метеориты. Космические скорости. Траектории полета к планетам. Эллипс Гома. Принципы гравитационных маневров у планет гигантов. Возмущения в движении планет (качественно). Исследование солнечной системы космическими аппаратами.

5. Система Солнце — Земля — Луна 8 ч

Движение Луны вокруг Земли, фазы Луны, либрации. Особенности орбиты Луны. Сидерический, синодический, драконический и анималистический месяцы. Солнечные и лунные затмения, их типы, условия наступления. Покрытия звезд и планет Луной, условия их наступления. Приливное воздействие. Сарос. Полости Роша, точки либрации. Прецессия, влияние прецессии на экваториальные координаты.

6. Оптика в астрономии 16 ч

Природа света. Шкала электромагнитных волн. Преимущества и недостатки отдельных диапазонов шкалы волн для наблюдения астрономических объектов. Методы наблюдения в оптическом, ультрафиолетовом, рентгеновском, инфракрасном и радиоволновом диапазонах. Ограничения, накладываемые на разрешающую способность оптических приборов волновой природой света. Тепловое излучение и его характеристики. Закон Стефана – Больцмана, закон смещения Вина. Квантовая природа излучения. Постулаты Бора. Спектральные линии водорода и других химических элементов. Естественное уширение спектральных линий. Эффект Доплера в оптике. Закон поглощения света Бугера – Ламбета – Берра. Рассеяние света. Эффект Тиндаля. Люминесценция. Закон Стокса.

7. Основы фотометрии 15 ч

Основные фотометрические величины: световой поток, сила света, освещенность, блеск, поверхностная яркость. Истинное, геометрическое и сферическое альbedo. Селективные и не селективные приемники оптического излучения. Глаз человека, фотоумножители, ПЗС-матрицы. Использование светофильтров. Шкала звездных величин. Звездная величина, ее связь с освещенностью. Формула Погсона. Закон обратных квадратов для блеска звезд. Параллакс звезд. Абсолютная звездная величина. Видимая, фотометрическая и болометрическая звездные величины. Изменение видимой яркости планет и комет при их движении по орбите. Абсолютная звездная величина. Оптические свойства атмосфер планет и межзвездной среды. Рассеяние и поглощение света в атмосфере Земли, в межпланетной и межзвездной среде, зависимость

поглощения от длины волны. Атмосферная рефракция, зависимость от высоты объекта, длины волны света.

8. Оптические и радио –телескопы, их характеристики 15 ч

Основные понятия геометрической оптики. Линзы и вогнутые зеркала. Телескопы рефракторы, рефлекторы - основные элементы их конструкции, виды. Преимущества и недостатки телескопов рефлекторов, рефлекторов. Катадиоптрические телескопы, их преимущества и недостатки. Основные характеристики телескопов: апертура, увеличение, проникающая сила, угловое разрешение, поле зрения. Виды окуляров. Равнозрачковое увеличение. Расчет параметров телескопов-рефракторов, рефлекторов. Монтiroвки телескопов. Ограничения со стороны земной атмосферы на разрешающую способность. Понятие об адаптивной оптике. Прием радиоволн. Радио-телескопы, особенности конструкции. Радиointерферометрия.

9. Звезды 15 ч

Основные характеристики звезд: температура, радиус, масса и светимость. Связь светимости звезды с температурой и радиусом. Линии поглощения в спектрах звезд, спектральная классификация. Представление о фотометрических системах UBVR, показатели цвета. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Звезды главной последовательности, гиганты, сверхгиганты. Соотношение «масса-светимость» для звезд главной последовательности. Нейтронные звезды, пульсары, черные дыры. Двойные и переменные звезды. Затменно-переменные звезды. Спектрально-двойные звезды. Эффект Доплера. Лучевая и трансверсальная скорость звезды. Собственное движение и параллакс звезды. Определение масс и размеров звезд в двойных системах. Пульсирующие переменные звезды. Цефеиды, их характеристики. Зависимость «период-светимость», определение расстояний по цефеидам. Звезды типа RR Лиры, долгопериодические переменные звезды.

10. Звездные скопления и ассоциации 4 ч

Рассеянные и шаровые звездные скопления, ассоциации. Возраст, физические свойства скоплений и особенности входящих в них звезд. Основные различия между рассеянными и шаровыми скоплениями. Характеристики и наблюдаемые свойства рассеянных и шаровых звездных скоплений и входящих в них звезд. Расположение скоплений на небе. Метод группового параллакса определения расстояний до скоплений.

11. Галактика и галактики 10 ч

Наша Галактика. Галактическая система координат. Основные точки и большие круги, преобразования в другие системы небесных координат. Положение центра Галактики и галактических полюсов в небе Земли. Характерные положения различных типов небесных объектов в галактической системе координат. Строение и морфология галактик различных типов. Кривые вращения, темная материя. Соотношения Талли - Фишера и Фабера-Джексона. Красное смещение в спектрах галактик. Закон Хаббла.

12. Космология 8 ч

Крупномасштабная структура Вселенной. Прошлое и будущее Вселенной. Расширение Вселенной. Масштабный фактор. Модель однородной изотропной Вселенной. Уравнение Фридмана (качественное понимание), эволюция масштабного фактора в рамках ньютоновской физики. Критическая плотность Вселенной. Барионное вещество, темная материя и темная энергия. Реликтовое излучение, его свойства.

Учебно – тематический план

№	Раздел, тема	Количество часов		
		Теоретическая часть	Практическая часть	Всего часов
1	Небесная сфера. Системы небесных координат	4	4	8
2	Звездное небо	5	5	10
3	Система счета времени в астрономии	3	2	5
4	Солнечная система	17	13	30
5	Система Солнце — Земля — Луна	5	3	8
6	Оптика в астрономии	9	7	16
7	Основы фотометрии	7	8	15
8	Оптические и радио- телескопы, их характеристики	8	7	15
9	Звезды	9	6	15
10	Звездные скопления и ассоциации	3	1	4
11	Галактика и галактики	7	3	10
12	Космология	8	0	8
	ИТОГО ЗА ГОД:	85	59	144

Календарно-тематический план

№	дата		Тема
	план	факт	
Небесная сфера. Системы небесных координат 8 ч			
1			Небесная сфера. Суточное движение небесных светил на различных широтах. Высота полюса Мира над горизонтом. Понятия углового расстояния на небесной сфере и угловых размеров объектов.
2			Горизонтальная и экваториальная система координат.
3			Восход, заход, кульминация. Высота над горизонтом небесных светил в кульминации.
4			Решение задач на тему «Кульминация светил»
5			Решение задач на тему «Кульминация светил»
6			Решение задач на тему «Кульминация светил»
7			Суточное движение небесных светил на различных широтах. Рефракция. Сумерки: гражданские, навигационные, астрономические.
8			Решение задач на тему «Рефракция. Сумерки»
Звездное небо 10 ч			
9			Объекты, наблюдаемые на дневном и ночном небе: Солнце, Луна, звезды, планеты, искусственные спутники Земли, метеоры, кометы, Млечный путь, туманности, галактики.
10			Созвездия, наиболее яркие звезды и характерные объекты неба Земли, характерные условия их видимости в России и других странах мира. Ориентирование по Полярной звезде. Некоторые яркие звезды и другие объекты, видимые из Северного и Южного полушария Земли.
11			Практическое занятие по теме «Условия наблюдения созвездий и звезд на разных широтах Земли»

12			Практическое занятие по теме «Условия наблюдения созвездий и звезд на разных широтах Земли»
13			Звездные каталоги и карты. Каталог Мессье, его самые известные объекты: туманности, галактики, их основные свойства и типы.
14			Практическое занятие «Основные объекты из каталога Мессье»
15			Подвижная карта звездного неба
16			Практическая работа «Подвижная карта звездного неба»
17			Компьютерные программы - планетарии
18			Практическая работа с программой «Stellarium»
Система счета времени в астрономии 5 ч			
19			Сутки: звездные, истинно солнечные, средне солнечные. Уравнение времени.
20			Часовые пояса. Истинно солнечное, местное, поясное, декретное время.
21			Решение задач на тему «Звездное и средне солнечное время»
22			Решение задач на тему «Поясное и местное время»
23			Тропический и сидерический годы. Принципы построения календаря. Юлианский и Григорианский календари. Юлианские дни. Метонов цикл.
Солнечная система 30 ч			
24			Солнечная система. Строение, состав, общие характеристики.
25			Орбиты тел Солнечной системы: большие полуоси, эксцентриситеты, периоды, скорости.
26			Решение задач на тему «Орбиты тел Солнечной системы»
27			Определение расстояний до тел Солнечной системы (методы радиолокации и суточного параллакса). Угловые размеры планет.
28			Решение задач на тему «Определение расстояний до тел Солнечной системы»
29			Сидерический, синодический периоды планет, связь между ними. Видимые движения и конфигурации планет.
30			Решение задач на тему «Конфигурация планет»
31			Решение задач на тему «Конфигурация планет»
32			Решение задач на тему «Конфигурация планет»
33			Эмпирические законы Кеплера.
34			Решение задач на тему «Эмпирические законы Кеплера»
35			Решение задач на тему «Эмпирические законы Кеплера»
36			Решение задач на тему «Эмпирические законы Кеплера»
37			Третий обобщенный закон Кеплера. Задача 2 – х тел.
38			Решение задач на тему «Обобщенный закон Кеплера»
39			Решение задач на тему «Обобщенный закон Кеплера»
40			Планеты Земной группы
41			Планеты Земной группы
42			Планеты -гиганты
43			Планеты -гиганты
44			Спутники планет – гигантов.
45			Карликовые планеты и астероиды.
46			Кометы, метеорные потоки, метеориты.
47			Космические скорости. Искусственные спутники Земли
48			Решение задач на тему «Космические скорости»
49			Решение задач на тему «Космические скорости»

50			Траектории полета к планетам. Эллипс Гомана. Принципы гравитационных маневров у планет гигантов. Возмущения в движении планет (качественно).
51			Решение задач на тему «Траектории полета к планетам»
52			Исследование солнечной системы космическими аппаратами.
53			Исследование солнечной системы космическими аппаратами.
Система Солнце — Земля — Луна 8 ч			
54			Движение Луны вокруг Земли, фазы Луны, либрации. Особенности орбиты Луны.
55			Сидерический, синодический, драконический и анималистический месяцы.
56			Солнечные и лунные затмения, их типы, условия наступления.
57			Решение задач на тему «Солнечные и лунные затмения»
58			Решение задач на тему «Солнечные и лунные затмения»
59			Покрытия звезд и планет Луной, условия их наступления. Приливное воздействие. Сарос.
60			Решение задач на тему «Приливное воздействие»
61			Прецессия, влияние прецессии на экваториальные координаты.
Оптика в астрономии 16 ч			
62			Природа света. Шкала электромагнитных волн. Преимущества и недостатки отдельных диапазонов шкалы волн для наблюдения астрономических объектов.
63			Методы наблюдения в оптическом, ультрафиолетовом, рентгеновском, инфракрасном и радиоволновом диапазонах.
64			Методы наблюдения в оптическом, ультрафиолетовом, рентгеновском, инфракрасном и радиоволновом диапазонах. Ограничения, накладываемые на разрешающую способность оптических приборов волновой природой света.
65			Решение задач на тему «Природа света. Шкала электромагнитных волн»
66			Тепловое излучение и его характеристики. Закон Стефана – Больцмана, закон смещения Вина.
67			Решение задач на тему «Тепловое излучение и его характеристики»
68			Решение задач на тему «Тепловое излучение и его характеристики»
69			Квантовая природа излучения. Постулаты Бора.
70			Решение задач на тему «Постулаты Бора»
71			Спектральные линии водорода и других химических элементов.
72			Решение задач на тему «Спектр атома водорода»
73			Естественное уширение спектральных линий. Эффект Доплера в оптике.
74			Практическое занятие по теме «Естественное уширение спектральных линий. Эффект Доплера в оптике»
75			Закон поглощения света Бугера – Ламбета – Берра.
76			Решение задач на тему «Определение характеристик поглощающей среды»

77			Рассеяние света. Эффект Тиндалля. Люминесценция. Закон Стокса.
Основы фотометрии 15 ч			
78			Основные фотометрические величины: световой поток, сила света, освещенность, блеск, поверхностная яркость. Истинное, геометрическое и сферическое альbedo.
79			Решение задач на тему «Основные фотометрические величины»
80			Решение задач на тему «Основные фотометрические величины»
81			Селективные и не селективные приемники оптического излучения. Глаз человека, фотоумножители, ПЗС-матрицы. Использование светофильтров.
82			Селективные и не селективные приемники оптического излучения. Глаз человека, фотоумножители, ПЗС-матрицы. Использование светофильтров.
83			Решение задач на тему «Свойства приемников излучения»
84			Шкала звездных величин. Звездная величина, ее связь с освещенностью. Формула Погсона.
85			Решение задач на тему «Шкала звездных величин. Формула Погсона»
86			Решение задач на тему «Шкала звездных величин. Формула Погсона»
87			Закон обратных квадратов для блеска звезд. Параллакс звезд. Абсолютная звездная величина. Видимая, фотометрическая и болометрическая звездные величины. Изменение видимой яркости планет и комет при их движении по орбите.
88			Решение задач на тему «Закон обратных квадратов. Параллакс»
89			Решение задач на тему «Закон обратных квадратов. Параллакс»
90			Оптические свойства атмосфер планет и межзвездной среды. Рассеяние и поглощение света в атмосфере Земли, в межпланетной и межзвездной среде, зависимость поглощения от длины волны
91			Решение задач на тему «Учет поглощения и рассеяния света атмосферами планет и межзвездной среды при определении видимой звездной величины астрономического объекта»
92			Атмосферная рефракция, зависимость от высоты объекта, длины волны света.
Оптические и радио –телескопы, их характеристики 15 ч			
93			Основные понятия геометрической оптики.
94			Линзы и вогнутые зеркала.
95			Решение задач на тему «Построение изображений в тонкой линзе»
96			Решение задач на тему «Построение изображений в много линзовых системах»
97			Телескопы рефракторы, рефлекторы - основные элементы их конструкции, виды.
98			Преимущества и недостатки телескопов рефлекторов, рефлекторов. Катадиоптрические телескопы, их преимущества и недостатки.
99			Основные характеристики телескопов апертура, увеличение, угловое разрешение, поле зрения. Равнозрачковое увеличение. Виды окуляров.
100			Решение задач на тему «Расчет параметров трубы Галилея»
101			Решение задач на тему «Расчет параметров трубы Кеплера»

102			Решение задач на тему «Расчет параметров трубы Кеплера»
103			Решение задач «Расчет параметров трубы Ньютона»
104			Телескопы рефракторы, рефлекторы - основные элементы их конструкции, виды.
105			Ограничения со стороны земной атмосферы на разрешающую способность телескопов. Понятие об адаптивной оптике.
106			Прием радиоволн. Радио-телескопы, особенности конструкции. Радиоинтерферометрия.
107			Решение задач на тему «Расчет параметров радиотелескопа»
Звезды 15 ч			
108			Основные характеристики звезд: температура, радиус, масса и светимость. Связь светимости звезды с температурой и радиусом.
109			Решение задач на тему «Основные характеристики звезд: температура, радиус, масса и светимость. Связь светимости звезды с температурой и радиусом»
110			Решение задач на тему «Основные характеристики звезд: температура, радиус, масса и светимость. Связь светимости звезды с температурой и радиусом»
111			Линии поглощения в спектрах звезд, спектральная классификация. Представление о фотометрических системах UBVR, показатели цвета.
112			Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Звезды главной последовательности, гиганты, сверхгиганты. Соотношение «масса-светимость» для звезд главной последовательности.
113			Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Звезды главной последовательности, гиганты, сверхгиганты. Соотношение «масса-светимость» для звезд главной последовательности.
114			Решение задач на тему «Диаграмма Герцшпрунга-Рассела»
115			Решение задач на тему «Диаграмма Герцшпрунга-Рассела»
116			Нейтронные звезды, пульсары, черные дыры.
117			Двойные и переменные звезды. Затменно-переменные звезды. Спектрально-двойные звезды.
118			Эффект Доплера. Лучевая и трансверсальная скорость звезды.
119			Решение задач на тему «Определение параметров движения звезды в пространстве»
120			Определение масс и размеров звезд в двойных системах. Пульсирующие переменные звезды.
121			Цефеиды, их характеристики. Зависимость «период-светимость», определение расстояний по цефеидам. Звезды типа RR Лиры, долгопериодические переменные звезды.
122			Решение задач на тему «Переменные звезды»
Звездные скопления и ассоциации 4 ч			
123			Рассеянные и шаровые звездные скопления, ассоциации. Возраст, физические свойства скоплений и особенности входящих в них звезд. Основные различия между рассеянными и шаровыми скоплениями.

124			Характеристики и наблюдаемые свойства рассеянных и шаровых звездных скоплений и входящих в них звезд.
125			Расположение скоплений на небе. Метод группового параллакса определения расстояний до скоплений.
126			Решение задач на тему «Метод группового параллакса»
Галактика и галактики 10 ч			
127			Наша Галактика.
128			Галактическая система координат. Основные точки и большие круги, преобразования в другие системы небесных координат. Положение центра Галактики и галактических полюсов в небе Земли. Характерные положения различных типов небесных объектов в галактической системе координат.
129			Строение и морфология галактик различных типов.
130			Решение задач на тему «Строение и морфология галактик различных типов»
131			Кривые вращения, темная материя.
132			Решение задач на тему «Кривые вращения, темная материя»
133			Соотношения Талли - Фишера и Фабер-Джексона.
134			Решение задач на тему «Соотношения Талли - Фишера и Фабер-Джексона»
135			Красное смещение в спектрах галактик. Квазары. Закон Хаббла.
136			Решение задач на тему «Красное смещение в спектрах галактик. Квазары. Закон Хаббла»
Космология 8 ч			
137			Крупномасштабная структура Вселенной. Прошлое и будущее Вселенной. Расширение Вселенной.
138			Масштабный фактор. Модель однородной изотропной Вселенной. Уравнение Фридмана (качественное понимание), эволюция масштабного фактора в рамках ньютоновской физики.
139			Критическая плотность Вселенной. Барионное вещество, темная материя и темная энергия.
140			Реликтовое излучение, его свойства.
141			Модель большого взрыва. Инфляционная вселенная.
142			Мультивселенная, антропный принцип.
143			Поиск жизни во Вселенной
144			Поиск жизни во Вселенной

Литература

1. М. М. Дагаев и др. Астрономия. М.: Наука. 1994 г.
2. П. И. Бакулин и др. Курс общей астрономии. М.: Наука 1994 г.
3. Э. В. Кононович, В.И. Мороз. Курс общей астрономии. Москва, 2002.
4. П. Г. Куликовский. Справочник любителя астрономии. Москва, УРСС, 2002. Энциклопедия для детей. Том 8. Астрономия. Москва, «Аванта+», 2004.
5. В. Г. Сурдин. Астрономические олимпиады. Задачи с решениями. Москва, МГУ, 1995.
6. В. В. Иванов, А. В. Кривов, П. А. Денисенков. Парадоксальная Вселенная. 175 задач по астрономии. Санкт-Петербург, СПбГУ, 1997.
7. М. Г. Гаврилов. Звездный мир. Сборник задач по астрономии и космической физике. Черноголовка-Москва, 1998.
8. В. Г. Сурдин. Астрономические задачи с решениями. Москва, УРСС, 2002.
9. Московские астрономические олимпиады. 1997-2002. Под редакцией О. С. Угольников и В. В. Чичмаря. Москва, МИОО, 2002.
10. Московские астрономические олимпиады. 2003-2005. Под редакцией О.С. Угольников и В.В. Чичмаря. Москва, МИОО, 2005.
11. Всероссийская олимпиада школьников по астрономии. Авт-сост. А. В. Засов, А. С. Расторгуев, В. Г. Сурдин, М. Г. Гаврилов, О. С. Угольников, Б. Б. Эскин. Москва, АПК и ППРО, 2005.

Интернет ресурсы к программе

Сайт Всероссийской олимпиады школьников по астрономии

<http://www.astroolymp.ru>

Сайт Московской астрономической олимпиады

<https://mosastro.olimpiada.ru>

Сайт Санкт-Петербургской астрономической олимпиады

<http://school.astro.spbu.ru/>