

Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования
«Центр для одаренных детей «Поиск»

УТВЕРЖДЕНО
приказом Центра «Поиск»
№ 133 от 25 марта 2025 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа естественнонаучной направленности

«ОЛИМПИАДНАЯ АСТРОНОМИЯ И АСТРОФИЗИКА»

Направление: наука

Возраст обучающихся: 14-18 лет

Объем программы: 272 часа

Срок освоения: 2 года

Форма обучения: очная

Авторы программы: Гетманский Андрей Александрович, методист Центра
«Поиск», кандидат физико-математических наук

г. Ставрополь, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	1
1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММЫ.....	1
2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ. .7	
УЧЕБНЫЙ ПЛАН.....	10
КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК.....	11
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА.....	12
«ОЛИМПИАДНАЯ АСТРОНОМИЯ».....	12
СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «ОЛИМПИАДНАЯ АСТРОНОМИЯ».....	13
МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	18
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА.....	20
«ОЛИМПИАДНАЯ АСТРОФИЗИКА».....	20
СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «Олимпиадная астрофизика».....	21
МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	31
ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	34
ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ПРОГРАММЕ.....	37
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ....	38

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Олимпиадная подготовка школьников в настоящее время решает важнейшую задачу по выявлению одаренных детей, развитию их творческого и духовного потенциала, на которой базируется формирование интеллектуальной элиты общества.

Значение астрономии, как и физики, в решении этой задачи определяется ролью физико-математических наук в жизни современного общества, ее влиянием на темпы развития научно-технического прогресса.

Вид программы – модульная.

Программа представляет собой совокупность 2-х самостоятельных логически завершенных курсов, которые реализуются в очной форме.

№	Название курса	Форма обучения	Класс обучающегося
1.	Олимпиадная астрономия	очная	8-10
2.	Олимпиадная астрофизика	очная	10-11

1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММЫ

1.1. Направленность программы

Программа имеет естественнонаучную направленность и формирует практические умения применять знания для решения творческих, нестандартных астрономических и физических задач высокого уровня сложности, направленных на социальное и культурное развитие личности учащегося, его творческой самореализации.

1.2. Адресат программы

Программа адресована обучающимся от 14 до 17 лет.

Образовательная программа ориентирована на углублённую подготовку в области астрономии талантливых учащихся, 9-11 классы, проявляющих повышенный интерес к астрономии, демонстрирующих высокую мотивацию к обучению и высокие академические способности по физике и математике, являющихся победителями и призёрами муниципального и регионального этапов Всероссийской олимпиады школьников.

1.3. Актуальность программы

Актуальность программы обусловлена тем, что астрономия, как учебный предмет, является мощным орудием развития интеллектуальных и творческих способностей обучающихся. А решение олимпиадных задач по астрономии – это решение очень сложных задач, нестандартных как по формулировке, так и по методам их решения. Важен и тот факт, что астрономия как наука изучается в школьной программе лишь учениками 11 классов, в то время как интерес и мотивация к изучению предмета у ребят проявляется в 5-7 классах, а затем резко снижается.

Решение олимпиадных задач требует от учащегося комплексных знаний на углубленном уровне не только по астрономии как таковой, но по физике, математике и другим школьным предметам, в том числе и гуманитарного цикла, так как описанный в задаче процесс необходимо проанализировать, описать, составить или подобрать определенную модель решения и привести решение к правильному ответу.

1.4. Отличительные особенности/новизна программы

Реализация программы отвечает требованиям к уровню подготовки учащихся к участию в олимпиадах школьников.

Программа представляет собой логически выстроенную систему подготовки учащихся к участию во Всероссийской олимпиаде школьников по

астрономии, а также в олимпиадах, входящих в Перечень олимпиад школьников.

Содержание программы предполагает:

- повышенный уровень индивидуализации обучения;
- использование элементов смешанного (гибридного) обучения;
- систематическую индивидуальную и групповую работу.

Программа направлена на:

- создание условий для интеллектуального и творческого развития личности обучающихся, их социального, культурного и профессионального самоопределения;
- развитие мотивации к познанию и творчеству;
- обеспечение эмоционального благополучия обучающихся.

Программой предусмотрены новые методики организации и проведения занятий, в том числе дистанционное обучение; обучение с использованием компьютерных технологий.

В программе предусмотрено значительное увеличение активных форм работы, направленных не только на вовлечение учащихся в учебный процесс и обеспечение понимания ими физических основ окружающего мира, но и на приобретение навыков, умений самостоятельно искать новую информацию и различные пути решения астрономических задач разного уровня сложности.

Уровень освоения программы – углубленный, он обеспечивает углубленное изучение содержания программы, доступ к сложным разделам в рамках содержательно-тематического направления программы.

В процессе её реализации программы, обучающиеся овладевают теоретическими знаниями основных понятий и законов астрономии, умениями решать астрономические и физические задачи разного уровня сложности, навыками проведения астрономических наблюдений и анализа их результатов.

1.5. Объем и срок освоения программы

Объем программы – 272 час.

Срок реализации программы – 2 года.

1 год обучения: 136 часов в год.

2 год обучения: 136 часов в год.

1.6. Цели и задачи программы

Цель программы

- выявление, развитие, продвижение одаренных детей Ставропольского края в области астрономии, включение их в программы государственной поддержки;
- подготовка к школьному, муниципальному и региональным этапам всероссийской олимпиады школьников, а также к олимпиадам из Перечня РСОШ по астрономии;
- формирование и закрепление навыков и умений в рамках углублённого курса по астрономии; формирование навыков применения полученных знаний и умений для решения теоретических, наблюдательных и практических задач;
- мотивация к дальнейшему изучению предмета на углубленном уровне.

Задачи программы

1. Обучающие:

- углубленное изучение дополнительных вопросов курса физики и математики, не входящих в школьную программу;
- обеспечение высокого уровня знаний обучающихся, понимания сущности астрономических явлений и законов, взаимосвязи теории и наблюдательного эксперимента;
- овладение методами и приемами решения различных типов расчетных и наблюдательных астрономических задач повышенного и высокого уровня сложности;

- формирование умений решать теоретические, практические и наблюдательные задачи повышенного уровня сложности на основе глубоких знаний физических и астрономических закономерностей;

- расширение и углубление представлений о возможностях астрономического мировоззрения при описании явлений и процессов окружающего мира;

- формирование умений представлять информацию в виде таблиц, графиков, схем, используя при этом компьютерные программы и средства сети Интернет.

2. Развивающие:

- социализация и адаптация обучающихся к жизни в обществе, формирование общей культуры обучающихся;

- формирование культуры здорового и безопасного образа жизни;

- развитие способностей учащихся в области астрономии, физики и расширение их кругозора;

- развитие у школьников астрономического воображения, речи, волевых качеств в ходе решения задач;

- формирование умений применять полученные знания для решения практических задач применительно к реалиям окружающего мира;

- развитие творческих и интеллектуальных способностей;

- формирование астрономического мышления, направленного на анализ и описание природных процессов и явлений;

- развитие способностей самостоятельно приобретать и применять знания, умений, навыков, ускорение процесса перехода от обучения к научению, самообучению – наивысшей ступени образовательного процесса;

- развитие способностей эффективной работы в условиях ограничений (время, отводимое на решение задач олимпиады, ресурсы лаборатории при выполнении эксперимента);

- развитие умений эффективного использования астрономических и физических законов в учебной и повседневной деятельности;

- формирование способностей выдвигать и доказывать гипотезы экспериментальным (наблюдательным) путем, разрабатывать стратегию решения задач, прогнозировать результаты своей деятельности, анализировать и находить рациональные способы решения задачи путем детализации созданной модели того или иного процесса (явления);

- формирование навыка рефлексивной деятельности за счёт системной работы по поиску и устранению ошибок в решении задач повышенного уровня сложности, а также по расчету погрешностей наблюдений и измерений.

3. Воспитательные:

- создание и обеспечение необходимых условий для личностного развития, профессионального самоопределения и творческих способностей обучающихся;

- формирование определенного мировоззрения, противодействующего терроризму и экстремизму, связанного с устоями и обычаями, национальными и культурными традициями, историей региона, межнациональной и межрелигиозной толерантностью;

- формирование способности к самоанализу и критическому мышлению;

- воспитание качеств личности, обеспечивающих социальную мобильность, способность принимать самостоятельные решения;

- формирование качеств мышления, необходимых для адаптации в современном информационном обществе;

- воспитание убежденности в возможности познания законов природы и использования достижений науки на благо развития человеческой цивилизации; необходимости сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительного отношения к мнению оппонента при обсуждении проблем естественнонаучного содержания; готовности к морально-

этической оценке использования научных достижений, чувства ответственности за защиту окружающей среды.

1.7. Планируемые результаты освоения программы

1. Предметные результаты:

- формирование целостной научной картины мира, представлений о закономерной связи и познаваемости явлений природы, об объективности научного знания; научного мировоззрения как результата изучения основ фундаментальных законов физики и астрономии;

- формирование первоначальных представлений об астрономической сущности явлений природы, овладение понятийным аппаратом и символическим языком астрономии;

- овладение методами и приёмами решения расчетных, практических и наблюдательных задач;

- приобретение опыта проведения простых наблюдательных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием различных астрономических инструментов; понимание неизбежности погрешностей любых измерений и наблюдений;

- формирование умений безопасного и эффективного использования астрономического оборудования, проведения точных измерений и адекватной оценки полученных результатов, представления научно обоснованных аргументов своих действий;

- воспитание ответственного и бережного отношения к оборудованию, окружающей среде.

2. 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;

- умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;

- умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;

- понимание различий между исходными фактами и гипотезами для их объяснения, теоретическими моделями и реальными объектами, овладение универсальными учебными действиями на примерах гипотез для объяснения известных фактов и экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез, разработки теоретических моделей процессов или явлений;

- формирование умений воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в словесной, образной, символической формах, анализировать и перерабатывать полученную информацию в соответствии с поставленными задачами;

- приобретение опыта самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием различных источников, и новых информационных технологий для решения познавательных задач;

- умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;

- развитие монологической и диалогической речи, умения выражать свои мысли и способности выслушивать собеседника, понимать его точку зрения, признавать право другого человека на иное мнение;

- освоение приёмов действий в нестандартных ситуациях, овладение эвристическими методами решения проблем;

- формирование умений работать в группе с выполнением различных социальных ролей, представлять и отстаивать свои взгляды и убеждения, вести дискуссию, находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учёта интересов; формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение.

3. Личностные результаты:

- сформированность познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей учащихся;

- убеждённость в возможности познания природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважение к творцам науки и техники, отношение к астрономии как элементу общественной культуры;

- самостоятельность в приобретении новых теоретических знаний, практических и наблюдательных умений;

- готовность к выбору жизненного пути в соответствии с собственными интересами и возможностями;

- мотивация образовательной деятельности школьников на основе личностно ориентированного подхода;

- формирование ответственного отношения к учению, готовности и способности, обучающихся к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию, осознанному выбору и построению дальнейшей индивидуальной траектории;

- формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, учитывающего социальное, культурное, языковое, духовное многообразие современного мира;

- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками в процессе образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, творческой и других видов деятельности;

- формирование ценности здорового и безопасного образа жизни; усвоение правил индивидуального и коллективного безопасного поведения в чрезвычайных ситуациях, угрожающих жизни и здоровью людей, правил поведения на транспорте и на дорогах.

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

2.1. Язык реализации программы

Реализация дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Олимпиадная астрономия и астрофизика» осуществляется на государственном языке Российской Федерации (на русском языке).

2.2. Форма обучения: смешанная, сочетающая очную форму и дистанционную.

2.3. Особенности реализации программы

Программа реализуется по модульному принципу.

Образовательная программа ориентирована на углублённую подготовку в области астрономии высокомотивированных талантливых учащихся.

Программой предусмотрена система взаимосвязанных занятий, выстроенных в логической последовательности и направленных на активизацию познавательной сферы обучающихся.

При реализации программы используется технология крупноблочной подачи информации и погружения в предмет с последующей самостоятельной проработкой основных вопросов, обозначенных темой программы (учебно-тренинговый курс).

Большая часть времени отводится на решение задач повышенного и высокого уровня сложности.

Программой предусмотрено проведение наблюдательного практикума по изучаемым темам и знакомство с основами проектной деятельности.

Образовательная программа включает в себя лекции, практикумы по решению астрономических задач (ПРЗ), сбор и обработку полученных самостоятельно или из научных источников наблюдательных данных, выполнение контрольных и тестовых заданий.

Программа оснащена системой электронного тестового контроля знаний учащихся по изучаемым темам.

Система оценки знаний учащихся осуществляется по международной шкале.

Участие школьников в программе осуществляется на бюджетной основе.

2.4. Условия набора и формирования групп

На обучение зачисляются учащиеся 9-11 классов общеобразовательных учреждений с повышенным уровнем мотивации к обучению:

- 1) подавшие заявку и прошедшие конкурсный отбор;
- 2) победители и призёры олимпиад и других интеллектуальных конкурсов по астрономии и/или физике регионального и всероссийского уровней.

Условия конкурсного отбора гарантируют соблюдение прав учащихся в области дополнительного образования и обеспечивают зачисление наиболее способных и подготовленных обучающихся к освоению программы.

Условия формирования групп:

- состав групп – разновозрастной;

допускается дополнительный набор обучающихся на второй год обучения на вышеизложенных условиях набора.

2.5. Формы организации и проведение занятий

Формы организации занятий – аудиторные, групповые (под непосредственным руководством преподавателя) и индивидуальные при прохождении туров статусных олимпиад, контрольных заданий.

Формы проведения занятий: комбинированные, теоретические, практические, наблюдательные, самостоятельные, контрольные.

Формы организации деятельности обучающихся:

- фронтальная: работа педагога со всеми учащимися одновременно;
- групповая: организация работы в малых группах, в т.ч. в парах, для выполнения определенных задач; задание выполняется таким образом, чтобы был виден вклад каждого учащегося;
 - коллективная: организация проблемно-поискового взаимодействия между всеми детьми одновременно;
 - индивидуальная: организуется для работы с одаренными детьми по подготовке к заключительным турам олимпиад; для коррекции пробелов в знаниях и отработки отдельных навыков для учеников, пропустивших занятия.

Режим занятий:

- Программа реализуется в г. Ставрополе в очной форме 1 раз в неделю по 4 учебных часа.

2.6. Основные методы реализации содержания программы

Проблемный метод

Проблемный метод включает спектр приемов, которые используются для выполнения интеллектуальных задач, заданий и упражнений с неоднозначными вариантами разрешения учебных или реальных противоречий в условиях недостатка или избытка информации.

Исследовательский метод

В рамках программы предусмотрены занятия наблюдательного астрономического эксперимента, где учащиеся смогут лучше понять изучаемые процессы, овладеть методами проведения исследования, постановки наблюдений, планирования своей деятельности.

Практический метод

В основу практического метода положено формирование знаний, умений, навыков и компетенций за счет решения расчётных, практических и наблюдательных задач повышенного и высокого уровней сложности.

Лекция с обратной связью — один из словесных методов при изложении теоретических сведений, характеризующийся тем, что при изложении материала учитель периодически задает вопросы с целью выяснения усвоения содержания.

Эвристическая беседа — вопросно-ответная форма. Суть метода заключается в том, что учитель выстраивает определенный ряд вопросов, которые направляют мысли и ответы детей в нужное русло.

2.7. Средства обучения

В программе используются следующие средства для реализации образовательного процесса:

- компьютер с выходом в интернет;
- мультимедийное оборудование;
- демонстрационные и раздаточные материалы;
- обучающие и демонстрационные файлы.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№	Наименование модуля	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов			Формы контроля / аттестации
		Теория	Практика	Всего	
Курс «Олимпиадная астрономия»					
первый год обучения					
1.	Введение в олимпиадную астрономию.		44	44	самоконтроль, контрольный тест; индивидуальная и групповая олимпиадная работа.
1.	Подготовка к статусным олимпиадам по астрономии.	4	88	92	самоконтроль, контрольный тест; индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.
Всего:		4	132	136	
Курс «Олимпиадная астрофизика»					
второй год обучения					
2.	Введение в олимпиадную астрофизику.		44	44	самоконтроль, контрольный тест; индивидуальная и групповая олимпиадная работа.

3.	Подготовка к статусным олимпиадам по астрофизике.	4	88	92	самоконтроль, контрольный тест; индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.
	Всего:	4	132	136	
	Итого:	8	264	272	

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Наименование раздела	Год обучения	Дата начала обучения	Дата окончания обучения	Кол-во учебных недель	Кол-во учебных дней	Кол-во учебных часов	Режим занятий
Введение в олимпиадную астрономию.	1-й	08.09.2025	30.11.2025	11	11	44	1 раз в неделю по 4 урока
Подготовка к статусным олимпиадам по астрономии.	1-й	01.12.2025	28.05.2026	23	23	92	1 раз в неделю по 4 урока
Введение в олимпиадную астрофизику.	2-й	08.09.2025	30.11.2025	11	11	44	1 раз в неделю по 4 урока
Подготовка к статусным олимпиадам по астрофизике.	2-й	01.12.2025	28.05.2026	23	23	92	1 раз в неделю по 4 урока

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА

«ОЛИМПИАДНАЯ АСТРОНОМИЯ»

Курс «Олимпиадная астрономия» предназначен для учащихся 8-10 классов.

В курсе «Олимпиадная астрономия» на углубленном уровне даются с нуля основные вопросы астрономии в том контексте, в какой их требуют положения статусных олимпиад из Перечня РСОШ. Курс предполагает изучение основных понятий, определений, законов астрономии начального уровня и применение этих законов при решении задач различного уровня сложности.

В результате освоения учебного курса обучающийся должен:

знать:

смысл физических и астрономических понятий и законов, представленных в разделе «Содержание курса»;

основные методы астрономии как предмета;

возможности применения знаний астрономии при решении олимпиадных задач;

устройство основных наблюдательных приборов в астрономии;

методы решения теоретических олимпиадных задач повышенного уровня сложности по вопросам из раздела «Содержание курса»;

методы решения наблюдательных и практических олимпиадных задач повышенного уровня сложности по вопросам из раздела «Содержание курса».

уметь:

находить основные созвездия северного полушария и его ярчайшие звезды;

пользоваться подвижной картой звездного неба, приложением Stellarium и его аналогами;

ориентироваться на местности, определять стороны света с помощью звездного неба;

решать задачи повышенного уровня сложности по применению законов, представленных в разделе «Содержание курса»

пользоваться основными астрономическими приборами;

измерять и вычислять астрономические величины, которыми оперируют содержания олимпиадных задач повышенного уровня сложности;

читать и строить графики, выражающие зависимости одних астрономических величин от других.

Тематический план курса «Олимпиадная астрономия»

№ темы	Наименование раздела, темы	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Практические основы астрономии		40	40
2	Строение Солнечной системы		32	32
3	Природа тел Солнечной системы		8	8
4	Солнце и звезды		8	8
5	Теоретические аспекты подготовки к олимпиадам	4		4
6	Тренинг написания олимпиад		32	32
7	Анализ эффективности написания олимпиад		12	12
Итого:		4	132	136

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «ОЛИМПИАДНАЯ АСТРОНОМИЯ»

Введение в олимпиадную астрономию

Тема 1. Практические основы астрономии

Теория. Смежные вопросы математики. Градусная и часовая мера угла. Понятие сферы, большие и малые круги. Формула для длины окружности. Теорема о равенстве углов со взаимно перпендикулярными сторонами. Радианная и часовая мера угла. Угловой размер тела. Прямоугольный треугольник. Теорема Пифагора. Элементы тригонометрии. Стандартная запись числа. Математические операции со степенями. Пользование непрограммируемым инженерным калькулятором. Подобие треугольников. Возведение в степень, квадратные и кубические корни.

Объекты, наблюдаемые на дневном и ночном небе: Солнце, Луна, звёзды, планеты, искусственные спутники Земли, метеоры, кометы, Млечный Путь, туманности, галактики. Созвездия, наиболее яркие звёзды и характерные объекты неба Земли, характерные условия их видимости в России и других странах мира. Ориентирование по Полярной звезде. Некоторые яркие звёзды и другие объекты, видимые из Северного и Южного полушарий Земли.

Понятие небесной сферы. Основные точки на небесной сфере: зенит, надир, полюсы мира. Стороны горизонта, небесный меридиан. Изменение вида звёздного неба в течение суток и в течение года. Подвижная карта звёздного неба. Суточное движение небесных светил, восход, заход, кульминация. Высота и астрономический азимут светила. Полюс мира, его высота над горизонтом. Истинный и математический горизонт. Представление об атмосферной рефракции, её величина у горизонта.

Эклиптика, её положение в экваториальной системе координат. Полюса эклиптики, их положение на небе. Гелиоцентрическая система координат в

Солнечной системе. Тропики и полярные круги на Земле. Изменение склонения Солнца в течение года, полярный день, полярная ночь. Климатические и астрономические пояса Земли. Гелиоцентрическая система координат в Солнечной системе.

Календарные год, месяц и сутки, их соотношение с тропическим годом, синодическим месяцем и солнечными сутками. Системы различных календарей. Високосный год, юлианский и григорианский календарь. Солнечные часы.

Линзы и зеркала, простейшие оптические схемы телескопов — рефракторов и рефлекторов. Построение изображений, фокусное расстояние. Угловое увеличение, масштаб изображения, разрешающая способность телескопа. Выходной зрачок, равнозрачковое увеличение. Представление об ограничении разрешающей способности телескопа (качественно), атмосферное ограничение разрешающей способности. Вид различных небесных объектов в телескоп. Представление о приёмниках излучения (глаз, ПЗС-матрица и т. д.). Некоторые виды монтаровок (альт-азимутальная, экваториальная).

Практика. Решение задач повышенного уровня сложности на все темы, указанные в разделе «теория».

Форма подведения итогов: контрольная работа, контрольный тест, индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

Тема 2. Строение Солнечной системы

Теория. Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира. Строение Солнечной системы: Солнце; планеты и их спутники; карликовые планеты; астероиды, кометы и другие малые тела. Астрономическая единица. Расстояние от Солнца, строение и (качественно) физические характеристики планет. Наблюдение планет, их видимое отличие от звёзд. Крупнейшие спутники

планет. Искусственные объекты космоса: спутники, зонды, автоматические межпланетные станции. Исследование ближнего космоса.

Геометрический метод определения расстояния до астрономических объектов. Горизонтальный и годичный параллакс.

Упрощённая запись III закона Кеплера для круговой орбиты (как эмпирический факт). Угловая и линейная скорости планеты относительно Солнца. Синодический и сидерический период планеты. Внутренние и внешние планеты. Конфигурации и условия видимости планет.

Закон всемирного тяготения. Ускорение свободного падения и сила тяжести на различных небесных телах. Круговая (первая космическая) и угловая скорость. Вес и невесомость. Связь атмосферного давления на поверхности планеты и силы тяжести, оценка массы атмосферы.

Период обращения, выражение III закона Кеплера в обобщённой формулировке для круговых орбит. Линейная скорость планеты относительно Земли. Петлеобразное движение планет, геоцентрическая угловая скорость планеты на небе в момент основных конфигураций.

Практика. Решение задач повышенного уровня сложности на все темы, указанные в разделе «теория».

Форма подведения итогов: контрольная работа, контрольный тест, индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

Подготовка к статусным олимпиадам по астрономии

Тема 3. Природа тел Солнечной системы

Теория. Большие планеты Солнечной системы. Планеты земной группы и планеты-гиганты. Их особенности и различия.

Движение карликовых и малых планет (в предположение круговой орбиты). Представление о движении комет и метеорных потоках. Внешние области Солнечной системы. Пояс Койпера, облако Оорта.

Практика. Решение задач повышенного уровня сложности на все темы, указанные в разделе «теория».

Форма подведения итогов: контрольная работа, контрольный тест, индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

Тема 4. Солнце и звезды

Теория. Понятия мощности излучения (светимости), энергетического потока излучения, плотности потока излучения, освещённости, яркости. Убывание плотности потока излучения обратно пропорционально квадрату расстояния (без учёта поглощения).

Видимая звёздная величина. Формула Погсона. Видимые звёздные величины наиболее ярких звёзд и планет. Поверхностная яркость, её независимость от расстояния, звёздная величина фона ночного неба.

Строение и химический состав. Поверхность Солнца, пятна, их температура и время жизни. Циклы солнечной активности. Вращение Солнца. Солнечная постоянная.

Практика. Решение задач повышенного уровня сложности на все темы, указанные в разделе «теория».

Форма подведения итогов: контрольная работа, контрольный тест, индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

Тема 5. Теоретические аспекты подготовки к олимпиадам

Теория. Подробный анализ вопросов и тем, освещаемых в требованиях ЦПМК для различных этапов ВсОШ, а также методических требований других олимпиад перечня РСОШ по астрономии.

Отработка основных формул, понятий, законов, освещенных в требованиях статусных олимпиад. Написание астрономических диктантов и работа в группах.

Форма подведения итогов: самоконтроль в группах, контрольный тест; индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

Тема 6. Тренинг написания олимпиад

Теория. Основы тайм-менеджмента в олимпиадном движении. Психологические аспекты участия в олимпиадах.

Практика. Написание олимпиад в режиме реального времени.

Тема 7. Анализ эффективности написания олимпиад

Теория. Психологические аспекты поведения участника олимпиады на апелляции. Психологические аспекты саморегуляции и восстановления после написания олимпиад в режиме реального времени.

Практика. Разбор заданий олимпиад, написанных учащимися в режиме реального времени. Сравнение авторских и альтернативных решений, выбор наиболее простого и понятного решения из нескольких возможных. Подача апелляции на полученные баллы. Прохождение процедуры апелляции и защиты полученных баллов.

Форма подведения итогов: повторное тестирование, процедура апелляции, самостоятельная работа над ошибками.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

№ п/п	Название раздела, темы	Формы учебного занятия	Формы, методы, приемы обучения. Педагогические технологии	Материально-техническое оснащение, дидактико- методический материал	Формы контроля/ аттестации
1	Тема 1. Практические основы астрономии	Комбинированная.	Объяснительно- иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ; 3) Презентации; 4) Видео уроки.	Индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ
2	Тема 2. Строение Солнечной системы	Комбинированная.	Объяснительно- иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ; 3) Презентации; 4) Видео уроки.	Индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ

3	Тема 3. Природа тел Солнечной системы	Комбинированная.	Объяснительно-иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ; 3) Презентации; 4) Видео уроки.	Индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ
4	Тема 4. Солнце и звезды	Комбинированная.	Объяснительно-иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ; 3) Презентации; 4) Видео уроки.	Индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ
5	Тема 5. Теоретические аспекты подготовки к олимпиадам	Комбинированная	Объяснительно-иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ; 3) Презентации; 4) Видео уроки.	Индивидуальная и групповая олимпиадная экспериментальная работа, портфолио результатов участия в

					олимпиадах из перечня РСОШ.
6	Тема 6. Тренинг написания олимпиад	Комбинированная	Объяснительно-иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ.	Написание туров олимпиад РСОШ
7	Тема 7. Анализ эффективности написания олимпиад	Комбинированная	Объяснительно-иллюстративный. Исследовательский.	1) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ.	Повторное тестирование, процедура апелляции, самостоятельная работа над ошибками.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА

«ОЛИМПИАДНАЯ АСТРОФИЗИКА»

Курс «Олимпиадная астрофизика» предназначен для учащихся окончивших 9-11 классов.

В курсе «Олимпиадная астрофизика» на углубленном уровне даются с нуля основные вопросы астрофизики в том контексте, в какой их требуют положения статусных олимпиад из Перечня РСОШ. Курс предполагает изучение основных понятий, определений, законов астрофизики начального уровня и применение этих законов при решении задач различного уровня сложности.

В результате освоения учебного курса обучающийся должен:

знать:

смысл физических и астрономических понятий и законов, представленных в разделе «Содержание курса»;

основные методы астрономии как предмета;

возможности применения знаний астрономии при решении олимпиадных задач;

устройство основных наблюдательных приборов в астрономии;

методы решения теоретических олимпиадных задач повышенного уровня сложности по вопросам из раздела «Содержание курса»;

методы решения наблюдательных и практических олимпиадных задач повышенного уровня сложности по вопросам из раздела «Содержание курса».

уметь:

находить основные созвездия северного полушария и его ярчайшие звезды;

пользоваться подвижной картой звездного неба, приложением Stellarium и его аналогами;

ориентироваться на местности, определять стороны света с помощью звездного неба;

решать задачи повышенного уровня сложности по применению законов, представленных в разделе «Содержание курса»

пользоваться основными астрономическими приборами;

измерять и вычислять астрономические величины, которыми оперируют содержания олимпиадных задач повышенного уровня сложности;

читать и строить графики, выражающие зависимости одних астрономических величин от других.

Тематический план курса «Олимпиадная астрофизика»

№ темы	Наименование раздела, темы	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов		
		Теория	Практика	Всего
1	Математическая база астрофизики		6	6
2	Небесная сфера		12	12
3	Небесная механика		8	8
4	Звездная астрономия		36	36
5	Астрономическая оптика		12	12
6	Галактическая астрономия		12	12
7	Теоретические аспекты подготовки к олимпиадам	6		6
8	Тренинг написания олимпиад		32	32
9	Анализ эффективности написания		12	12

	олимпиад			
	Итого:	6	130	136

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «Олимпиадная астрофизика»

Введение в олимпиадную астрофизику

Тема 1. Математическая база астрофизики

Теория. Смежные вопросы математики. Градусная и часовая мера угла. Понятие сферы, большие и малые круги. Формула для длины окружности. Теорема о равенстве углов со взаимно перпендикулярными сторонами. Радианная и часовая мера угла. Угловой размер тела. Прямоугольный треугольник. Теорема Пифагора. Элементы тригонометрии. Стандартная запись числа. Математические операции со степенями. Пользование непрограммируемым инженерным калькулятором. Подобие треугольников. Возведение в степень, квадратные и кубические корни.

Работа с графиками и таблицами. Линейная аппроксимация, определение коэффициентов линейной зависимости. Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений. Понятие о среднеквадратическом отклонении.

Сложение и вычитание векторов.

Логарифмическое исчисление. Площадь поверхности сферы. Телесный угол. Приближённые вычисления. Правила округления, число значащих цифр. Степенная запись и приближённые вычисления с большими и малыми числами. Анализ графиков.

Эллипс, связь различных характеристик эллипса. Площадь эллипса. Понятие о параболе и гиперболы, их геометрические свойства и характеристики. Теоремы синусов и косинусов. Сложение и вычитание векторов. Формулы приближённого вычисления для малых параметров.

Производная функции. Исследование функций на основе производной,

геометрический и физический смысл производной.

Основы сферической тригонометрии, сферические теоремы синусов и косинусов. Площадь шарового слоя, участка сферы. Линейная аппроксимация, определение её коэффициентов.

Интегрирование простейших функций и его геометрический смысл. Приложение дифференциальных уравнений в задачах по физике и астрономии.

Практика. Решение задач повышенного уровня сложности на все темы, указанные в разделе «теория».

Форма подведения итогов: контрольная работа, контрольный тест, индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

Тема 2. Небесная сфера

Теория. Определение радиуса Земли из астрономических наблюдений. Зависимость расстояния до видимого горизонта и его положения от высоты наблюдения на Земле. Общее понятие параллакса. Геометрический метод определения расстояния до астрономических объектов. Горизонтальный и годичный параллакс. Парсек, его связь с астрономической единицей и световым годом. Характерные значения суточного параллакса близких объектов (Солнца, Луны, искусственных спутников Земли) и годичного параллакса ближайших звёзд. Влияние суточного параллакса близких светил на их высоту над горизонтом.

Истинное и среднее Солнце. Истинное и среднее солнечное время, уравнение времени, его характерные значения на протяжении года. Аналемма.

Топоцентрические и геоцентрические координаты. Изменение видимых положений светил вследствие движения Земли. Параллактический и абберрационный эллипсы звёзд на разных эклиптических широтах. Поправки к

гелиоцентрическим координатам и лучевым скоростям звёзд.

Предварение равноденствий, звёздный (сидерический) и тропический годы, их соотношение. Изменение экваториальных и эклиптических координат звёзд вследствие прецессии. Нутация (качественно).

Основы сферической тригонометрии. Параллактический треугольник. Преобразования горизонтальных, экваториальных и эклиптических координат. Вычисление углового расстояния между точками небесной сферы для произвольного случая. Азимуты и часовые углы восхода и захода светил для произвольного склонения и широты.

Вращение линии узлов и линии аписид лунной орбиты, тропический, аномалистический и драконический месяцы. Наклон лунной орбиты к эклиптике, условия для наступления солнечных и лунных затмений различных типов. Циклы затмений, сарос. Серии покрытий Луной звёзд и планет. Предельная эклиптическая широта и расстояние от узла для наступления затмений различных типов, покрытия звезды или планеты.

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.

Практика. Решение задач повышенного уровня сложности на все темы, указанные в разделе «теория».

Форма подведения итогов: контрольная работа, контрольный тест, индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

Тема 3. Небесная механика

Теория. Эллипс, его характеристики – большая и малая оси, эксцентриситет. Три закона Кеплера для случая большой центральной массы. Потенциальная энергия взаимодействия точечных масс. Импульс и момент импульса. Перигей и апогей, скорость движения в этих точках. Параболическая (вторая космическая) скорость. Эксцентриситет и скорости в перигее параболы и гиперболы.

Характеристики орбит планет, карликовых планет и астероидов. Кометы, их движение в Солнечной системе. Геоцентрическая и гелиоцентрическая скорость. Метеорные потоки, радианты. Межпланетные перелёты по траектории Цандера-Гомана. Великие противостояния Марса. Фаза произвольного освещённого шара, равенство линейной и площадной фаз. Изменение видимой яркости планет и комет по ходу их движения для случая эллиптических орбит с учётом фазы. Движение спутников планет. Третья космическая скорость, гравитационная связанность системы.

Характеристики орбиты Луны, перигей и апогей. Солнечные и лунные затмения для случая произвольных расстояний до Солнца и Луны. Кольцеобразно-полные затмения Солнца. Покрытия Луной звёзд и планет, условия их наблюдений. Либрации Луны.

Распространение законов Кеплера на случай произвольных масс. Обобщённый III закон Кеплера для эллиптического движения. Приведённая масса. Доплеровский метод открытия и анализа двойных систем и экзопланет. Элементы орбит двойных звёзд и экзопланет (элементарные случаи). Восстановление характеристик орбит двойных звёзд из наблюдений (элементарные случаи). Движение звёзд в поле центрально-симметричных масс (звёздных скоплений, центров галактик).

Пространственное положение орбиты, кеплеровы элементы, основные точки и направления. Элементы параболической и гиперболической орбиты. Эксцентриситет, прицельный параметр и угол между асимптотами гиперболы.

Орбиты двойных звёзд и экзопланет в проекции на небесную сферу (общий случай).

Точки Лагранжа. Приливное ускорение. Сфера Хилла, полость Роша. Представление об устойчивости систем. Изменение орбит малых планет и комет при сближении с большими планетами, активные и пассивные гравитационные манёвры. Высота приливов (элементарная теория). Приливное разрушение спутников (элементарная теория). Приливное трение (качественное представление).

Уравнения Циолковского и Мещерского. Теорема о вириале для гравитационносвязанных систем. Движение спутников в атмосферах планет, движение тел около звёзд с сильным звёздным ветром. Эволюция тесных двойных систем. Понятие о гравитационных волнах.

Практика. Решение задач повышенного уровня сложности на все темы, указанные в разделе «теория».

Форма подведения итогов: контрольная работа, контрольный тест, индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

Тема 4. Звездная астрономия

Теория. Понятия мощности излучения (светимости), энергетического потока излучения, плотности потока излучения, освещённости, яркости. Убывание плотности потока излучения обратно пропорционально квадрату расстояния (без учёта поглощения).

Видимая звёздная величина. Формула Погсона. Видимые звёздные величины наиболее ярких звёзд и планет. Поверхностная яркость, её независимость от расстояния, звёздная величина фона ночного неба.

Зависимость звёздной величины от расстояния до объекта в отсутствие поглощения. Модуль расстояния. Изменение видимой яркости планет при их движении вокруг Солнца (без учёта фазы, случай круговых орбит). Абсолютная звёздная величина звезды, абсолютная звёздная величина тел Солнечной системы.

Длина волны, период и частота, скорость распространения в вакууме и в среде, показатель преломления. Диапазоны электромагнитных волн. Видимый свет, длины волн и цвета. Прозрачность земной атмосферы для различных диапазонов электромагнитных волн.

Закон Стефана—Больцмана. Эффективная температура и радиус звезды. Светимость звезды и освещённость от неё, связь с абсолютной и видимой звёздной величиной.

Строение и химический состав. Поверхность Солнца, пятна, их температура и время жизни. Циклы солнечной активности. Вращение Солнца. Солнечная постоянная.

Эффект Доплера. Лучевая и трансверсальная скорость звезды. Собственное движение и параллакс звезды.

Движение двух тел сопоставимой массы для случая круговых орбит. Центр масс. Обобщённый III закон Кеплера для кругового движения. Затменные переменные звёзды, главный и вторичный минимум, их глубина и длительность.

Сферическое и геометрическое альbedo. Зона обитаемости. Качественное понятие о парниковом эффекте. Движение экзопланет вокруг звёзд для случая круговых орбит. Транзиты экзопланет, их временные и фотометрические свойства, условия наблюдения.

Характеристики и наблюдаемые свойства рассеянных и шаровых звёздных скоплений и входящих в них звёзд. Расположение скоплений на небе. Метод группового параллакса определения расстояний до скоплений.

Квантово-механическая модель атома. Понятие об энергетических уровнях электронов. Квантовые и волновые свойства света. Фотоны, фотоэффект. Энергия и импульс квантов, связь с частотой и длиной волны. Давление света. Эффект Пойнтинга-Робертсона.

Спектр излучения. Понятие спектральной линии излучения и поглощения, линейчатый и непрерывный спектр. Спектр атома водорода и водородоподобных ионов. Виды задания спектра (как функции частоты или длины волны).

Характерный вид спектра излучения абсолютно чёрного тела. Закон смещения Вина. Фотометрические системы UBVR_I, показатели цвета. Цветовая температура. Боллометрическая звёздная величина, боллометрическая поправка. Потемнение дисков звёзд к краю.

Спектральные классы звёзд, их связь с эффективной температурой. Классы светимости звёзд (сверхгиганты, гиганты, карлики). Диаграммы «спектр-светимость» и «цвет-светимость» (Герцшпрунга—Рассела), главная последовательность. Соотношение масса—светимость для звёзд главной последовательности.

Динамическая, тепловая и ядерная шкалы, их характерные времена. Связь массы и энергии покоя. Дефект массы, энергия связи и зависимость удельной энергии связи от числа нуклонов. Синтез и распад, выделение энергии (качественно). Законы сохранения заряда и энергии в ядерных реакциях. Свойства элементарных частиц. Условия протекания термоядерных реакций в недрах звёзд, протон-протонный цикл. Нейтрино.

Звёздообразование, его области в Галактике. Масса Джинса. Типы звёздного населения в галактиках. Стадия главной последовательности. Стадия красного гиганта, синтез тяжёлых элементов в ядре. Равновесие и перенос энергии в звёздах. Эволюционные треки маломассивных и массивных звёзд на диаграмме Герцшпрунга-Рассела, вид этой диаграммы для звёздных скоплений,

определение их возраста по положению «точки поворота». Звёздные ассоциации.

Цефеиды, их характеристики. Зависимость период—светимость, определение расстояний. Представление о полосе нестабильности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела. Звёзды типа RR Лиры, долгопериодические переменные звёзды.

Белые карлики, нейтронные звёзды, чёрные дыры. Пределы Чандрасекара, Оппенгеймера—Волкова. Гравитационный радиус. Новые звёзды. Сверхновые звезды, их классификация и основные свойства. Планетарные туманности и остатки вспышек сверхновых. Пульсары.

Практика. Решение задач повышенного уровня сложности на все темы, указанные в разделе «теория».

Форма подведения итогов: контрольная работа, контрольный тест, индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

Подготовка к статусным олимпиадам по астрофизике

Тема 5. Астрономическая оптика

Теория. Линзы и зеркала, простейшие оптические схемы телескопов – рефракторов и рефлекторов. Построение изображений, фокусное расстояние. Угловое увеличение, масштаб изображения, разрешающая способность телескопа. Выходной зрачок, равнозрачковое увеличение. Представление об ограничении разрешающей способности телескопа (качественно), атмосферное ограничение разрешающей способности. Вид различных небесных объектов в телескоп. Представление о приёмниках излучения (глаз, ПЗС-матрица и т. д.). Некоторые виды монтировок (альт-азимутальная, экваториальная).

Понятие о дифракции. Дифракционное ограничение разрешающей способности телескопа.

Относительное отверстие телескопа, его проникающая способность. Видимый блеск точечных и протяжённых источников при наблюдении в телескоп. Представление об ограничениях на проникающую способность телескопа (фон ночного неба).

Свойства и строение человеческого глаза. Дневное и ночное зрение. Равнозрачковое увеличение телескопа. Фотоаппараты. Диафрагма, время экспозиции. ПЗС-матрицы, строение и принципы работы. Отношение сигнал/шум. Аберрации оптики. Виньетирование, глубина резкости.

Интерференция и дифракция. Дисперсия света, спектральные приборы (призма, дифракционная решётка). Спектральное разрешение. Спектры различных астрономических объектов. Влияние температуры среды на ширину спектральной линии.

Преломление света и атмосферная рефракция для произвольного положения объекта. Спектральная зависимость преломления, «зелёный луч». Влияние преломления на яркостные характеристики объектов. Оптическая толщина. Поглощение и рассеяние света в атмосферах Земли и планет, закон Бугера. Отражение света различными поверхностями, закон Ламберта. Межзвёздное поглощение света, его зависимость от длины волны. Избыток цвета, трёхцветные диаграммы, звёздная величина объекта на заданном расстоянии при наличии поглощения. Метод фотометрического параллакса определения расстояний до звёзд.

Приёмники излучения в гамма-астрономии, рентгеновской, ультрафиолетовой, инфракрасной и радиоастрономии. Янский. Угловое разрешение радиотелескопов и радиоинтерферометров.

Практика. Решение задач повышенного уровня сложности на все темы, указанные в разделе «теория».

Форма подведения итогов: контрольная работа, контрольный тест, индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

Тема 6. Галактическая астрономия

Теория. Представление о строении нашей Галактики. Движение Солнца в Галактике.

Классификация и наблюдательные свойства галактик. Местная группа галактик. Типы звёздного населения. Сверхмассивные чёрные дыры в галактиках, активные ядра галактик, квазары. Закон Хаббла, красное смещение.

Строение и морфология галактик различных типов. Кривые вращения, тёмная материя. Функции светимости звёзд, начальная функция масс, отношение масса-светимость. Соотношения Галли-Фишера и Фабер-Джексона.

Плотность, температура и химический состав межзвёздной среды. Пылевые облака. Области Н I и Н II. Молекулярные облака. Линия 21 см. Газовые и диффузные туманности.

Принцип относительности, принцип инвариантности скорости света. Преобразования Лоренца, релятивистское сложение скоростей. Сокращение длины и замедление времени. Эффект «светового эхо». Релятивистский эффект Доплера. Гравитационное красное смещение (в слабых полях). Представление о гравитационном линзировании.

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, тёмная материя и тёмная энергия. Реликтовое излучение, его свойства.

Практика. Решение задач повышенного уровня сложности на все темы, указанные в разделе «теория».

Форма подведения итогов: контрольная работа, контрольный тест, индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

Тема 7. Теоретические аспекты подготовки к олимпиадам

Теория. Подробный анализ вопросов и тем, освещаемых в требованиях ЦПМК для различных этапов ВсОШ, а также методических требований других олимпиад перечня РСОШ по астрономии.

Отработка основных формул, понятий, законов, освещенных в требованиях статусных олимпиад. Написание астрономических диктантов и работа в группах.

Форма подведения итогов: самоконтроль в группах, контрольный тест; индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

Тема 8. Тренинг написания олимпиад

Теория. Основы тайм-менеджмента в олимпиадном движении. Психологические аспекты участия в олимпиадах.

Практика. Написание олимпиад в режиме реального времени.

Тема 9. Анализ эффективности написания олимпиад

Теория. Психологические аспекты поведения участника олимпиады на апелляции. Психологические аспекты саморегуляции и восстановления после написания олимпиад в режиме реального времени.

Практика. Разбор заданий олимпиад, написанных учащимися в режиме реального времени. Сравнение авторских и альтернативных решений, выбор наиболее простого и понятного решения из нескольких возможных. Подача апелляции на полученные баллы. Прохождение процедуры апелляции и защиты полученных баллов.

Форма подведения итогов: повторное тестирование, процедура апелляции, самостоятельная работа над ошибками.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

№ п/п	Название раздела, темы	Формы учебного занятия	Формы, методы, приемы обучения. Педагогические технологии	Материально-техническое оснащение, дидактико- методический материал	Формы контроля/ аттестации
1	Тема 1. Математическая база астрофизики	Комбинированная.	Объяснительно- иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ; 3) Презентации; 4) Видео уроки.	Индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ
2	Тема 2. Небесная сфера	Комбинированная.	Объяснительно- иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ; 3) Презентации; 4) Видео уроки.	Индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ

3	Тема 3. Небесная механика	Комбинированная.	Объяснительно-иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ; 3) Презентации; 4) Видео уроки.	Индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ
4	Тема 4. Звездная астрономия	Комбинированная.	Объяснительно-иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ; 3) Презентации; 4) Видео уроки.	Индивидуальная и групповая олимпиадная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ
5	Тема 5. Астрономическая оптика	Комбинированная	Объяснительно-иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ; 3) Презентации; 4) Видео уроки.	Индивидуальная и групповая олимпиадная экспериментальная работа, портфолио результатов участия в

					олимпиадах из перечня РСОШ.
6	Тема 6. Галактическая астрономия	Комбинированная	Объяснительно-иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ; 3) Презентации; 4) Видео уроки.	Индивидуальная и групповая олимпиадная экспериментальная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.
7	Тема 7. Теоретические аспекты подготовки к олимпиадам	Комбинированная	Объяснительно-иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ; 3) Презентации; 4) Видео уроки.	Индивидуальная и групповая олимпиадная экспериментальная работа, портфолио результатов участия в олимпиадах из перечня РСОШ.

8	Тема 8. Тренинг написания олимпиад	Комбинированная	Объяснительно-иллюстративный. Исследовательский.	1) Перечень Российского совета олимпиад школьников (РСОШ); 2) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ.	Написание туров олимпиад РСОШ
9	Тема 9. Анализ эффективности написания олимпиад	Комбинированная	Объяснительно-иллюстративный. Исследовательский.	1) Материалы сайтов олимпиад перечня РСОШ.	Повторное тестирование, процедура апелляции, самостоятельная работа над ошибками.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценивание результативности деятельности обучающихся направлено на анализ освоения обучающимися содержания дополнительной образовательной программы.

Оценка уровня усвоения содержания образовательной программы проводится по следующим показателям:

- степень усвоения содержания;
- степень применения знаний на практике;
- умение анализировать и делать выводы.

Реализация программы не предусматривает стандартные формы оценивания: входной, промежуточный, итоговый (тематический). Результативность обучающегося оценивается по его успешности выступления в школьном, муниципальном и региональном этапе ВсОШ, а также в олимпиадах из Перечня РСОШ.

Для оценивания знаний учащихся используется 100-балльная система, в которую переводятся баллы конкретного тура олимпиады относительно максимального количества баллов за тур.

Уровень по сумме баллов, %	Уровни освоения программного материала	Результат
0-54	Неудовлетворительный	Обучающийся не владеет программным материалом, не понимает его важности, не пытается его применять.
55-69	Удовлетворительный	Обучающийся находится в процессе освоения данного материала. Обучающийся понимает важность освоения навыков, однако не всегда эффективно применяет его в практике.
70-84	Хороший	Обучающийся полностью освоил программный

		материал. Обучающийся эффективно применяет навык во всех стандартных, типовых ситуациях.
85-100	Отличный	Особо высокая степень освоения программного материала. Обучающийся способен применять знания и умения в нестандартных ситуациях или ситуациях повышенной сложности.

Варианты контроля заданий описаны в Приложении 1.

КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Обеспечение реализации образовательной программы, нацеленной на предоставление высокого качества обучения, планируется за счет педагогических кадров, имеющих необходимую квалификацию для решения задач, определенных образовательной программой, способных к инновационной профессиональной деятельности.

Требования к кадровым условиям включают:

- высшее педагогическое образование по предмету;
- знание предмета, владение методикой его преподавания, педагогическими технологиями;
- опыт работы по программам углубленного изучения физики и астрономии;
- опыт подготовки выпускников к ОГЭ и ЕГЭ;
- опыт подготовки учащихся к олимпиадам и проектным конкурсам;
- высшая квалификационная категория, кандидат наук;
- непрерывность профессионального развития и самообразования;
- наличие навыков работы с компьютерной техникой;
- трудолюбие, открытость новшествам и освоению новых форм и методов работы;
- коммуникабельность;
- творческая активность;
- аккуратность, целеустремленность, ответственность, доброжелательность, забота о развитии индивидуальности ученика, заинтересованность в его результатах.

Для реализации образовательной программы необходимы высококвалифицированные специалисты:

руководитель программы, учитель физики и астрономии для проведения лекционных и практических (ПРЗ) занятий, наблюдений неба и работы с астрономическим оборудованием – 1 чел.

ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ПРОГРАММЕ

Требования к зданию/помещению

Для реализации образовательной программы «Олимпиадная астрономия и астрофизика» учебные кабинеты должно удовлетворять строительным, санитарным и противопожарным нормам.

Учебные кабинеты укомплектованы удобными рабочими местами за ученическими столами в соответствии с возрастом обучающихся.

В целях организации антитеррористической защищённости охрана здания учреждения должна быть обеспечена системой наружного видеонаблюдения, пропускным режимом и штатными охранниками. Территория учреждения должна иметь периметральное ограждение и наружное освещение в темное время суток.

Материально-техническое обеспечение

Аудитории:

- аудитория для теоретических занятий с необходимой ученической мебелью на 12 ученических мест, пластиковой доской;
- лаборатория для проведения экспериментальных работ на 12 ученических и 1 учительское место;
- демонстрационное оборудование и астрономические инструменты для проведения теоретических, практических и наблюдательных работ;
- коворкинг-зона.

Технические средства и оборудование:

- проекционное оборудование;
- телевизор;
- белая бумага для стандартной печати формата А4;

- маркеры для пластиковой доски;
- сплитсистема.

Печатные пособия:

- Таблица «Шкала электромагнитных излучений»
- Таблица «Приставки и множители единиц физических величин»
- Таблица «Фундаментальные физические постоянные»
- Карта звездного неба
- Комплект таблиц и изображений по астрономии

Средства защиты:

- антибактериальные салфетки и спрей;
- огнетушитель;
- рециркулятор.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Перечень литературы, необходимой для освоения программы:

1.1. Перечень литературы, использованной при написании программы:

1. Кононович Э. В., Мороз В. И. Общий курс астрономии. — М.: URSS, 2017.
 2. Дагаев М.М. Астрономия. Учебное пособие – М.: Просвещение, 2018.
 3. Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики – М.: «Наука», 1977.
 4. Мартынов Д.Я. Курс общей астрофизики – М.: «Наука», 1988.
 5. Маров М. Я. Планеты Солнечной системы. — М.: Наука, 1981.
 6. Дельцов В.П., Дельцов В.В. Астрономия: Дойти до самой сути — дотянуться до небес! М.: URSS, 2022.
 7. Трофимова Т.И. Краткий курс физики, Москва, «Высшая школа», 2019г.
 8. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры, Москва, «ФИЗМАТЛИТ», 2020 г.
 9. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления: Учебное пособие в двух томах, Москва, «Наука», 2010 г.
 10. Л.И.Резникова «Преподавание физики и астрономии в средней школе по новым программам», Просвещение, 2020 г.
 11. Левитан, Е.П. Дидактика астрономии – Москва: Гостехиздат, 2013.
 12. ЩигOLEV, Б. М. Математическая обработка наблюдений – М.: Наука, 2015.
- #### **1.2. Перечень литературы, рекомендованной обучающимся:**
1. Дагаев, М. М. Астрофизика. Книга для чтения по астрономии – М.: Просвещение, 1988.

2. Воронцов-Вельяминов Б.А., Страут Е.К. *Астрономия. 11 кл. Учебник для общеобразовательных учебных заведений.* – М.: Дрофа, 2003. – 224 с.
3. Засов А. В., Сурдин В. Г. *Астрономия. 10—11 классы.* — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.
4. Перельман Я.И. *Занимательная астрономия.* – М.: URSS, 2015.
5. Воронцов-Вельяминов Б. А. *Очерки о Вселенной.* — 8-е изд., перераб. — М.: Наука, 1980.
6. Иванов В. В., Кривов А. В., Денисенков П. А. *Парадоксальная Вселенная. 250 задач по астрономии.* — СПбГУ, 2010. Электронная версия: <http://school.astro.spbu.ru/staff/viva/Book/titL.html>
7. Куликовский П. Г. *Справочник любителя астрономии.* — М.: Либроком, 2016.
8. Сурдин В. Г. *Астрономические задачи с решениями.* — М.: Либроком, 2014.
9. Сурдин В. Г. *Астрономические олимпиады. Задачи с решениями.* — М.: Ленанд, 2018.
10. Угольников О. С. *Астрономия. 10—11 классы: задачник.* — М.: Просвещение, 2018.
11. Угольников О. С. *Всероссийская олимпиада школьников по астрономии: содержание олимпиады и подготовка конкурсантов.* — М.: АПКИППРО, 2007.
12. *Энциклопедия для детей. Т. 8. Астрономия.* — М.: Аванта+, 2011.

1.3. Перечень литературы, рекомендованной родителям:

1. Конституция Российской Федерации. – М.: Айрис-Пресс, 2010
2. Конвенция ООН о правах ребенка (от 20.11.1989 г.) [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_9959/

3. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями, вступ. в силу с 24.07.2015): - Москва: Проспект, 2013

4. Федеральный закон от 24.07.1998 №124-ФЗ (ред. от 03.12.2011) «Об основных гарантиях прав ребёнка в Российской Федерации». [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.rg.ru/1998/08/05/detskie-prava-dok.html>.

5. Концепция развития дополнительного образования детей. (Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. N 1726-р) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://rg.ru/2014/09/08/obrazovanie-site-dok.html>

6. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей СанПиН 2.4.4.3.172 -14 Постановление от 4 июля 2014 г. №41 [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://base.garant.ru/>

7. Приказ Министерства просвещения РФ от 9 ноября 2018 г. N 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72016730/#ixzz5ZxldKJBu>

8. Щербланова, Е. И. Неуспешные одаренные школьники / Е. И. Щербланова. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 245 с.

9. Ричард Темплар. Правила самоорганизации: Как всё успевать, не напрягаясь / Альпина Паблицер, 2013 г.

10. Зеленина, Е. Б. (кандидат педагогических наук; зам. директора; Краевая школа-интернат для одаренных детей, г. Владивосток). Одаренный ребенок: как его воспитывать и обучать? / Елена Борисовна Зеленина [Текст] // Народное образование. – 2010. – № 8. – С. 201–206.

11. Дымарская О.Я., Мойсов В.В., Базина О.А., Новикова Е.М. Одаренные дети: факторы профессионального самоопределения// Психологическая наука и образование. 2012. №3. С.10-20. URL:www.psyedu.ru

12. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года. Распоряжение Правительства РФ N 996-р от 29.05.2015. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rg.ru/2015/06/08/vospitanie-dok.html>

2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения программы:

1. Виртуальный планетарий <https://stellarium-web.org>
2. Открытая астрономия 2.6 <https://college.ru/astronomy>
3. Основы астрономии <https://openedu.ru/course/msu/BASTRO>
4. Большой курс астрономии <https://astro.cpm77.ru>
5. Российская астрономическая сеть <http://www.astronet.ru>
6. Сайт астрономического образования <https://astroedu.ru>
7. Сайт Всероссийской олимпиады по астрономии <http://www.astroolymp.ru>

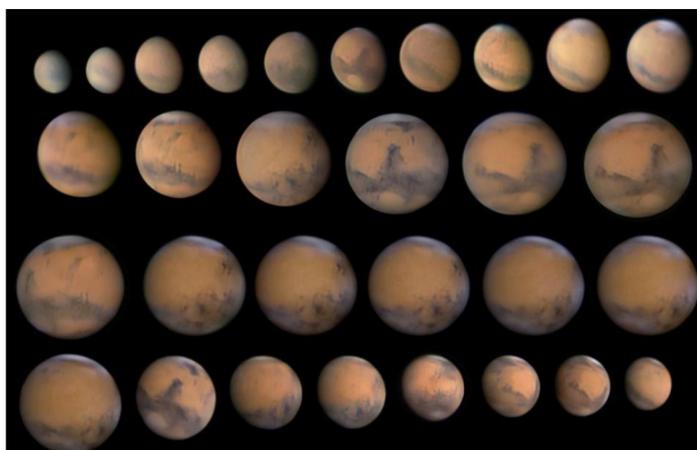
3. Перечень раздаточного материала:

1. Демонстрационное оборудование для проведения практических и теоретических занятий.
2. Дидактические материалы по решению задач.

Приложение 1

Пример заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии:

Земля и Марс обращаются вокруг Солнца по близким к круговым орбитам, лежащим примерно в одной плоскости. Расстояние между Землёй и Марсом из-за их орбитального движения изменяется, вследствие чего видимый угловой размер Марса на земном небе тоже варьирует. На изображении представлены фотографии Марса, сделанные в 2007–2008 годах с одинаковым масштабом. Радиус орбиты Марса составляет 1.52 астрономической единицы. Определите наименьшее возможное расстояние между Землёй и Марсом. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до сотых. Определите наибольшее возможное расстояние между Землёй и Марсом. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до сотых. Во сколько раз наибольший видимый угловой размер Марса больше наименьшего? Ответ округлите до целых.

*Пример заданий муниципального этапа ВсОШ по астрономии:*

Известно, что видимая звёздная величина Солнца равна $-26,8m$, а его абсолютная звёздная величина равна $4,8m$. Светимость некоего белого карлика ровно в 10 000 раз меньше светимости Солнца. Чему равна абсолютная звёздная величина этого белого карлика? Ответ округлите до десятых. Каков

был бы видимый блеск этого белого карлика, в случае, если бы он находился на месте Солнца? Различием цветов звёзд пренебечь. Ответ округлите до десятых. Во сколько раз радиус этого белого карлика меньше радиуса Солнца, если известно, что температура его поверхности равна 9000 К, а температура поверхности Солнца равна 5800 К? Ответ округлите до целого.

Пример заданий регионального этапа ВсОШ по астрономии:

В трех городах умеренного пояса Земли **А**, **В** и **С** звезда **X** наблюдалась одновременно на одинаковой высоте 87.0° градусов. Астрономические азимуты звезды **X** в этих городах были равны соответственно 144° , 24° и -96° . Определите горизонтальные координаты звезды **Y** в городах **А** и **С**, когда она наблюдается в зените в городе **В**.