

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ НЕТИПОВОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ВЫЯВЛЕНИЯ, ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ  
СПОСОБНОСТЕЙ И ТАЛАНТОВ У ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ «ОРИОН»  
(ГАНОУ ВО «Региональный центр «Орион»)

РАССМОТРЕНО

Педагогическим советом

ГАНОУ ВО «Региональный центр  
«Орион»»

Протокол № 5

от «15» мая 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор

ГАНОУ ВО «Региональный центр  
«Орион»

Н.Н. Голева



Экспертным советом

ГАНОУ ВО «Региональный центр  
«Орион»

Протокол № 2

от «15» мая 2025 г.

**«Олимпиадная астрономия:  
Небесная механика»**

дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

Направленность: естественнонаучная

Возраст участников программы: 13 – 15 лет

Срок реализации программы: 72 часа

Уровень освоения: продвинутый

Автор-составитель:

Воронина Татьяна Валерьевна,

педагог дополнительного образования

г. Воронеж

2025 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Раздел 1. Пояснительная записка</b>	<b>3</b>
1.1. Направленность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы	3
1.2. Актуальность, новизна, педагогическая целесообразность программы	5
1.3. Отличительные особенности программы	6
1.4. Отбор обучающихся на программу	7
1.5. Цель и задачи программы	8
1.6. Планируемые результаты освоения программы	9
1.7. Формы контроля и оценочные материалы	11
1.8. Возрастные особенности обучающихся	14
1.9. Сроки реализации программы	14
<b>Раздел 2. Содержание программы</b>	<b>15</b>
2.1. Учебный план	15
2.2. Календарно-учебный график	18
2.3. Содержание программы	19
<b>Раздел 3. Воспитательные компоненты</b>	<b>21</b>
<b>Раздел 4. Организационно-педагогические условия</b>	<b>25</b>
<b>Раздел 5. Список использованной литературы</b>	<b>28</b>
Список информационных источников	28
Список рекомендуемой литературы для обучающихся и родителей	28
Приложения	27

## **Раздел 1. Пояснительная записка**

### **1.1. Направленность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы**

Программа «Олимпиадная астрономия: небесная механика» имеет естественнонаучную направленность, по уровню освоения – продвинутой.

Программа соответствует нормативно-правовым требованиям законодательства в сфере образования и разработана с учетом следующих документов:

- федерального уровня
  - федеральный закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ (с изменениями и дополнениями: ред. от 02.07.2021);
  - Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденная распоряжением правительства РФ от 31.03.2022 г. № 678-р;
  - национальный проект «Образование» утв. президиумом Совета при президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. №16) – «Успех каждого ребенка», «Цифровая образовательная среда», «Молодые профессионалы», «Социальная активность»;
  - федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся от 31 июля 2020 г., регистрационный N 304-ФЗ;
  - приоритетный проект «Доступное дополнительное образование для детей (утв. Президиумом Совета при президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам (от 30 ноября 2016 г. № 11)»;
  - распоряжение правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. № 996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;
  - указ президента РФ от 7 мая 2018 года «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года»;

- указ Президента РФ от 7 мая 2021 г. № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки»;
- приказ Министерства просвещения РФ от 02.02.2021г. №38 «О внесении изменений в Целевую модель развития региональных систем дополнительного образования детей, утвержденную приказом Министерства просвещения РФ от 03.09.2019г. №467»;
- приказ Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 №629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 №467 «Об утверждении целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей;
- письмо Департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 г. №09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»;
- приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-202 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- постановление главного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
- регионального уровня:

- приказ департамента образования, науки и молодежной политики Воронежской области от 14.10.2015 г. №1194 «Об утверждении модельных дополнительных общеразвивающих программ»;

- распоряжение Правительства Воронежской области от 23 июня 2020 № 784-р «Об утверждении Концепции выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи Воронежской области на 2020-2025 годы»;

- распоряжение Правительства Воронежской области от 29 июля 2022 г. №819-р «Об утверждении целевых показателей и плана работы по реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года в Воронежской области»;

- уровень образовательной организации:

- Устав ГАНОУ ВО «Региональный центр «Орион» (новая редакция), утвержденный департаментом образования, науки и молодежной политики Воронежской области от 08.04.2021 г. №418).

- Положение об организации образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным общеразвивающим программам ГАНОУ ВО «Региональный центр «Орион» (приказ директора № 305 от 08.09.2022 г).

## **1.2. Актуальность, новизна, педагогическая целесообразность программы**

Актуальность программы дополнительного образования «Олимпиадная астрономия: небесная механика» обусловлена несколькими важными факторами:

Научное развитие и потребности общества.

Астрономия - одна из фундаментальных наук, способствующая развитию научных исследований и технологий будущего. Глубокое понимание законов движения планет, спутников и звёзд способствует открытию новых горизонтов в изучении космоса, разработке инновационных методов навигации и перспективных космических миссий.

Подготовка кадров мирового уровня.

Программа направлена на подготовку высококвалифицированных специалистов, способных успешно решать олимпиадные задания международного уровня, такие как Международная олимпиада школьников по астрономии и астрофизике (ЮАА). Это позволяет российским школьникам занять достойные позиции среди ведущих стран мира и укрепить международное научное сотрудничество.

Мотивация талантливых учащихся.

Углубленные знания и опыт решения сложных задач помогают учащимся осознать свою страсть к науке и выбрать дальнейшую карьеру в области астрономии, физики и смежных дисциплин. Программа мотивирует молодых людей на активное участие в научно-исследовательской деятельности, самостоятельное обучение и творческое мышление.

Развитие интереса к естественным наукам.

Изучение основ небесной механики и подготовка к олимпиадам стимулирует интерес учащихся к естественнонаучному образованию в целом. Участники программы приобретают уникальные навыки анализа сложных явлений природы, критического мышления и обработки больших объемов научной информации.

Таким образом, программа «Олимпиадная астрономия: небесная механика» является важной составляющей подготовки будущих исследователей космоса и играет ключевую роль в развитии науки и техники страны.

**Новизна** программы «Олимпиадная астрономия» заключается в том, что данная образовательная программа представляет собой инновационное сочетание традиционных методов обучения с современными технологиями и принципами геймификации. Она направлена на подготовку школьников к Всероссийской олимпиаде по астрономии, предоставляя учащимся уникальную возможность освоить ключевые концепции небесной механики в увлекательной игровой форме. Программа включает элементы соревнования, мотивации и

поощрения, что позволяет повысить интерес и вовлеченность участников, создавая условия для активного освоения материала.

Педагогическая целесообразность программа «Олимпиадная астрономия: небесная механика» способствует:

1. Развитию критического мышления: Использование игровых элементов стимулирует аналитическое мышление, умение решать нестандартные задачи и применять теоретические знания на практике.

2. Повышению мотивации: Наличие системы наград и достижений способствует поддержанию интереса учащихся к предмету, обеспечивая постоянную обратную связь и ощущение успеха.

3. Подготовке к олимпиадам: Программой предусмотрено регулярное участие в тренировочных турнирах и разбор реальных олимпиадных задач, что помогает участникам приобрести необходимые навыки и уверенность перед официальными состязаниями.

4. Интеграции современных технологий: Применение интерактивных инструментов и виртуальной космической миссии делает процесс обучения современным и привлекательным для современной молодежи.

Таким образом, данная программа является эффективным инструментом подготовки школьников к участию в научных мероприятиях и развивает важные компетенции, такие как аналитическое мышление, самостоятельность и ответственность.

### **1.3. Отличительные особенности программы**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Олимпиадная астрономия: Небесная механика» может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий на образовательном портале ГАОУ ВО «Региональный центр «Орион» <https://edu.orioncentr.ru/>.

Можно выделить следующие особенности:

1. Инновационный подход к обучению: Традиционные методы изучения небесной механики сочетаются с новейшими методами геймификации, повышая эффективность усвоения материала.

2. Система мотивации и поощрений: Учащиеся зарабатывают «астрономические кредиты» (АК), проходя уровни мастерства и выполняя задания, что создает здоровое соперничество и повышает интерес к учебе.

3. Командные мероприятия и соревнования: Регулярные турниры и командные игры способствуют развитию навыков сотрудничества и коллективного взаимодействия среди участников.

4. Реалистичная подготовка к олимпиадам: Программа предусматривает систематическую работу над решением олимпиадных задач разного уровня сложности, включая задания всероссийских и международных конкурсов.

5. Визуализация процесса обучения: Используется виртуальная карта космоса, позволяющая визуально отслеживать успехи и продвижение по курсу.

6. Доступность и открытость: Возможность участия в открытых соревнованиях и акциях расширяет кругозор и формирует общероссийское сообщество заинтересованных школьников.

Эти особенности делают программу уникальной и привлекательной для учащихся, стремящихся успешно подготовиться к научным конкурсам и развить личные качества и умения.

#### **1.4. Отбор обучающихся**

Отбор обучающихся на дополнительную общеобразовательную общеразвивающую программу «Олимпиадная астрономия: небесная механика» основан на следующих принципах:

- Высокий уровень мотивации: Оценивается желание ребенка заниматься наукой, готовность активно включаться в учебный процесс и стремление развиваться интеллектуально.
- Интерес к астрономии и математике: Приветствуется наличие опыта участия в школьных кружках, секциях или конкурсах по физике, математике и астрономии.



- **Результативность предыдущих достижений:** Рассматриваются успешные выступления на олимпиадах различного уровня, хорошие оценки по профильным дисциплинам (математика, физика, информатика).
- **Самостоятельность и инициативность:** Важны способность самостоятельно искать информацию, проявлять инициативу в изучении предмета вне рамок школьной программы.
- **Поддержка родителей и педагогов:** Необходимо согласие семьи и школы на активное участие ребёнка в программе и готовность оказывать поддержку в процессе обучения.

Требования к начальному уровню подготовки учащихся 6–7-х классов:

Программа ориентирована на детей среднего школьного возраста, имеющих средний уровень базовой подготовки по школьным предметам. Мы понимаем, что многие учащиеся приходят на программу впервые знакомиться с предметом на глубоком уровне, поэтому основной акцент делается на развитие познавательного интереса и вовлечение ребят в активные формы учебного процесса.

Тем не менее, для успешного прохождения программы желательно соблюдение следующих требований:

1. **Базовая математика:** Владение арифметическими операциями, элементарными знаниями дробей, процентов и простых геометрических фигур. Начинающие школьники постепенно познакомятся с дополнительными математическими инструментами, необходимыми для освоения материала.
2. **Физические представления:** Начальное понимание простейших явлений природы, ознакомление с такими понятиями, как сила тяжести, энергия, ускорение. Эти темы будут изучены глубже в рамках программы.
3. **Желание учиться и познавать новое:** Программа предполагает высокий уровень активности и готовности воспринимать новую информацию, часто выходящую за рамки стандартной учебной программы.

4. Способность концентрироваться: Важно уметь сосредотачиваться на задаче продолжительное время, следуя предложенным правилам и алгоритму действий.

5. Любовь к науке и увлечённость темой: Участники программы должны искренне любить науки о природе и стремиться развивать своё воображение и творческое мышление.

6. Английский язык (желателен, но необязателен): Хотя базовые знания английского полезны для знакомства с международными источниками, основное внимание уделяется русскоязычным материалам.

Мы создаём комфортные условия для постепенного погружения всех желающих в мир небесной механики, понимая, что уровень начальной подготовки варьируется индивидуально.

### **1.5. Цель и задачи программы**

Цель программы: создание условий для глубокого освоения школьниками средних классов (6–8 классы) основ небесной механики, развития у них интереса к астрономическим наукам и формирования необходимых компетенций для успешной подготовки к Всероссийским олимпиадам по астрономии и смежным областям.

Задачи программы:

- Обеспечить прочное овладение ключевыми концепциями небесной механики: Формирование у обучающихся четкого понимания основных законов Кеплера, Ньютона, устройства солнечной системы и процессов, происходящих в ней.
- Создать основу для эффективного решения олимпиадных задач: Включить в программу практические занятия и тренировки, направленные на отработку навыков самостоятельного анализа ситуаций и быстрого принятия решений в условиях олимпиадных испытаний.
- Привлечь внимание школьников к междисциплинарным связям: Показать взаимосвязь физики, математики и астрономии, подчеркивая важность комплексного подхода к изучению мира вокруг нас.

- Развить личностные качества: Воспитание качеств, необходимых будущему исследователю, таких как упорство, целеустремленность, логика и умение вести исследовательскую деятельность.
- Организовать игровую среду обучения: Создание позитивной обстановки, способствующей активному вовлечению учащихся в образовательный процесс посредством интересных соревнований, квестов и проектов.
- Формировать культуру научного общения: Поддерживать дискуссии, обмен мнениями и опытом, прививая культуру конструктивного обсуждения идей и подходов к решению проблем.
- Выполнение поставленных задач направлено на формирование всесторонне развитой личности, готовой к дальнейшему саморазвитию и участию в различных образовательных проектах.

## 1.6. Планируемые результаты

Планируемые результаты реализации программы «Олимпиадная астрономия: небесная механика»:

По завершении программы учащиеся получают прочные знания в области:

- Основных законов небесной механики (законов Кеплера, Ньютона);
- Строения и динамики Солнечной системы;
- Физических характеристик планет, спутников и малых тел;
- Методов расчета орбит и определения положения небесных объектов;
- Принципов работы космических аппаратов и особенностей полетов в космосе.

Участники программы смогут демонстрировать следующие умения:

- Применять математические инструменты (геометрия, тригонометрия, начальные элементы дифференцирования) для решения задач по астрономии;
- Интерпретировать графические и табличные данные, используемые в астрономических расчетах;

- Анализировать реальную ситуацию и предлагать рациональные пути решения возникших трудностей;
- Составлять схемы, модели и презентации, отражающие ход исследований и полученных результатов;
- Готовить отчеты и доклады по результатам проведенных экспериментов и наблюдений.

Участникам программы предстоит сформировать ряд важных навыков:

- Навык самостоятельной постановки целей и выбора путей их достижения;
- Навык самоконтроля и самооценки собственной деятельности;
- Умения взаимодействовать в команде, обсуждать разные подходы к решению проблемы и приходить к общему мнению;
- Опыт публичных выступлений и защиты собственных выводов и предложений;
- Способность ставить эксперименты и проводить наблюдения, фиксируя результаты и делая обоснованные выводы.

Все перечисленные результаты направлены на комплексное развитие личности, воспитание ответственности, дисциплины и творческого потенциала учащихся, что станет основой для дальнейшего роста и профессионального становления.

### **Компетенции**

В ходе реализации программы у обучающихся появится возможность сформировать следующие компетенции:

#### ***Научно-исследовательская компетенция:***

- Уметь формулировать проблему исследования, выбирать подходящие методы анализа и обработки данных, интерпретировать результаты и представлять собственные гипотезы.
- Научиться работать с научной литературой, выделяя ключевую информацию и применяя ее в практической деятельности.

#### ***Информационно-коммуникационная компетенция:***

- Эффективно пользоваться различными информационными ресурсами и цифровыми средствами для сбора, хранения и обмена информацией.
- Представлять собственную позицию аргументированно и ясно, устно и письменно, в ходе обсуждений и презентаций.

***Социально-психологическая компетенция:***

- Работать в группе, сотрудничать с коллегами, учитывать мнения других и находить компромиссные решения.
- Продуктивно общаться с окружающими людьми, грамотно выражая свою точку зрения и выслушивая собеседника.

***Профессионально-педагогическая компетенция:***

- Формировать устойчивый интерес к естественным наукам и получать удовольствие от процесса познания нового.
- Создавать предпосылки для будущей профессиональной ориентации и выбор карьеры в научно-технических областях.

***Этико-нормативная компетенция:***

- Проявлять уважение к труду ученых прошлого и современности, осознавая значимость исторического наследия человечества.
- Соблюдать этические нормы поведения в обществе, уважительно относиться к окружающим людям и окружающей среде.

***Компетенции саморегуляции и самоуправления:***

1. Самостоятельно планировать и организовывать свою деятельность, своевременно достигать поставленные цели.
2. Управлять своим временем и ресурсами, эффективно распределяя усилия и минимизируя риски невыполнения задач.
3. Каждый участник программы сможет существенно расширить свои возможности и перспективы в дальнейшем обучении и развитии, сформировав набор полезных профессиональных и жизненных компетенций.

## **1.7. Формы, порядок аттестации и текущего контроля**

В ходе реализации программы проводится входной, промежуточный, текущий, итоговый контроль.

Формы и порядок аттестации и текущего контроля:

Аттестация и текущий контроль предназначены для объективной оценки достигнутых участниками программы результатов, выявления уровня сформированности заявленных компетенций и своевременного внесения корректировок в учебно-воспитательный процесс.

### **1. Формы промежуточной аттестации:**

Промежуточная аттестация проводится регулярно (примерно каждые два месяца) и состоит из следующих форм:

- Тестирование: проверка знаний по основным вопросам небесной механики и связанным дисциплинам (физике, математике). Это могут быть письменные тесты, компьютерные тестирования или зачётные работы.

- Решение практических задач: оценка способностей участника решать комплексные задачи, аналогичные олимпиадным заданиям. Например, разработка проекта полёта космического аппарата или расчёт орбитального периода планеты.

- Творческие проекты: защита индивидуальных или групповых проектов, связанных с изучением конкретного вопроса или проведением эксперимента. Проект должен включать постановку задачи, проведение исследования, анализ полученных данных и предложение итогового вывода.

- Участие в олимпиадах: активная работа на внутриклассных, районных и городских этапах ВсОШ (Всероссийской олимпиады школьников) рассматривается как один из важнейших показателей эффективности освоения программы.

### **2. Порядок текущего контроля:**

Текущий контроль организован следующим образом:

- Ежедневный мониторинг посещаемости и успеваемости: ведется журнал учета присутствия на занятиях и выполнении домашних заданий, проверяется степень усвоения материала на каждом уроке.

- Мини-тесты и опросы: проводятся в начале и конце каждого занятия для проверки понимания предыдущего материала и закрепления текущих знаний.

- Регулярная обратная связь: обсуждение успехов и неудач, индивидуальные консультации с преподавателем по возникающим трудностям.

- Оценивание практического результата: особое внимание уделяется качеству выполненных работ, особенно тех, которые требуют проявления творческих способностей и инициативы.

### 3. Критерии оценивания:

При оценке учитываются следующие критерии:

- Качество выполненной работы: правильность решения задач, глубина понимания материала, творческий подход к выполнению заданий.

- Активность и инициатива: проявление личной заинтересованности, готовность брать на себя лидерские роли в группах, активность в дискуссиях и проектной работе.

- Соблюдение сроков и регламента: пунктуальность исполнения порученных заданий, добросовестность и аккуратность.

- Развитие компетенций: достижение заявленной цели программы, повышение уровня владения навыками, заложенными в образовательные стандарты.

Контроль и аттестация обеспечивают индивидуальный подход к каждому участнику, позволяют выявить сильные стороны и направления для совершенствования, стимулируют активную учебную деятельность и поддерживают высокие показатели мотивации.

**Критерии оценки уровня теоретической подготовки:** осмысленность и свобода использования терминов, умение выявлять причинно-следственные связи между наблюдаемыми явлениями на основе знаний о движении небесных тел и структуре Солнечной системы.

**Критерии оценки уровня практической подготовки:** умение определять условия видимости небесных явлений с использованием подвижной карты звездного неба, онлайн-планетария, проверка журнала наблюдений на электронном или бумажном носителе, оценка качества описания наблюдений и грамотного формулирования выводов.

**Критерии оценки уровня развития личностных качеств:** культура поведения, умение планировать и распределять время в ходе работ, соблюдение дисциплины и правил безопасной работы, активное участие в групповой работе, помощь и поддержка другим обучающимся, а также умение принимать и просить помощь у других участников образовательного процесса, эмоциональное удовлетворение от совместной работы с единомышленниками, творческое отношение к выполнению практического задания.

### **1.8. Возрастные особенности обучающихся**

Дети в возрасте 13–15 лет проходят важный этап своего психофизиологического развития, который оказывает значительное влияние на восприятие учебного материала и способы организации образовательного процесса. При разработке и реализации программы важно учитывать следующие особенности возрастной психологии:

#### **1. Психологические аспекты:**

- Дети этого возраста обладают высокой степенью эмоциональности и впечатлительности, легко воспринимают яркие образы и запоминают наглядные примеры.
- Характерна повышенная потребность в движении, переключении внимания и частоте смены видов деятельности.
- Наблюдается повышенный интерес к новым впечатлениям, экспериментированию и творчеству.
- Начинается интенсивное социальное взаимодействие, возникает необходимость чувствовать принадлежность к определенной социальной группе сверстников.



## 2. Особенности восприятия и памяти:

- Лучше всего воспринимается наглядно-образная форма подачи материала, использование иллюстраций, схем, моделей и мультимедийных ресурсов.
- Образная память доминирует над словесно-логической, дети лучше запоминают яркие зрительные образы, ассоциации и метафоры.
- Усваиваются новые знания легче, если представлены в динамике, последовательности и логичной структуре.

## 3. Мотивация и интересы:

- Основная мотивация к учению носит преимущественно внешний характер: похвала взрослых, соревнование с одноклассниками, получение высоких отметок.
- Повышенный интерес к занимательным аспектам обучения, игровым технологиям, совместным проектам и экспериментам.
- Необходимость постоянно поддерживать интерес к процессу обучения, создавать благоприятную атмосферу доверия и поддержки.

## 4. Коммуникативные потребности:

- Большое значение приобретает общение со сверстниками, сотрудничество в группах, возможность высказывать свое мнение и защищать позиции.
- Детям необходима поддержка взрослого наставника, который выступает в роли помощника, советчика и друга одновременно.
- Желание утвердиться в глазах окружающих, показать свои таланты и достижения.

## 5. Возможности физического развития:

- Растущие физические возможности и двигательная активность требуют включения активных форм работы, подвижных игр и упражнений, обеспечивающих смену поз и движений.

- Появляется способность длительное время удерживать внимание на одном виде деятельности, однако смена вида деятельности должна происходить примерно каждые 15–20 минут.

Учитывая вышеперечисленные особенности, методика обучения должна строиться таким образом, чтобы задействовать разнообразные каналы восприятия, обеспечивать активный режим работы, учитывать коммуникативные и социальные потребности детей, а также способствовать формированию устойчивой положительной мотивации к учебе.

### **1.9. Сроки реализации программы**

Объем программы: 72 часа.

Срок реализации образовательной программы: 9 месяцев.

## Раздел 2. Содержание программы

### 2.1. Учебный план дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Олимпиадная астрономия: Небесная механика»

№ п/ п	Темы	Количество часов			Форма контроля
		Всего	Теория	Практика	
Раздел 1. Введение в небесную механику (6 часов)					
1	Основные законы Кеплера и их применение	2	1	1	Входное тестирование
2	Закон всемирного тяготения Ньютона.	2	1	1	Решение задач
3	Гравитационная задача двух тел.	2	1	1	Решение задач
Итого по разделу программы		6	3	3	-
Раздел 2. Движение небесных тел (12 часов)					
4	Орбиты планет и спутников: элементы орбиты (эксцентриситет, большая полуось, наклонение).	2	1	1	Обсуждение
5	Первая и вторая космические скорости.	2	1	1	Индивидуальное задание

<b>6</b>	Эффект Оберта и гравитационные маневры.	2	1	1	Индивидуальное задание
<b>7</b>	Возмущения орбит (влияние третьего тела, сопротивление среды).	2	1	1	Индивидуальное задание
<b>8</b>	Расчет орбитальных параметров.	2		2	Обсуждение
<b>9</b>	Задачи на космические скорости и маневры.	2		2	Тест
<b>Итого по разделу программы</b>		<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	-
<b>Раздел 3. Законы сохранения в небесной механике (8 часов)</b>					
<b>10</b>	Сохранение момента импульса.	2	1	1	Решение задач
<b>11</b>	Сохранение механической энергии.	2	1	1	Решение задач
<b>12</b>	Задача трех тел и точки Лагранжа.	2	1	1	Решение задач
<b>13</b>	Разбор задач на точки Лагранжа (ВСОШ, региональные этапы).	2	0	2	Решение задач
<b>Итого по разделу программы</b>		<b>8</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	-
<b>Раздел 4. «Математический аппарат небесной механики» (10 часов)</b>					
<b>14</b>	Тригонометрия в астрономии (сферические координаты, параллакс).	2	1	1	Решение задач
<b>15</b>	Основы векторного анализа (градиент, момент силы).	2	1	1	Решение задач

<b>16</b>	Приближения и пределы	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	Индивидуальное задание
<b>17</b>	Численные методы (расчет траекторий, метод Эйлера).	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	Индивидуальное задание
<b>Итого по разделу программы</b>		<b>10</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	-
<b>Раздел 5. «Прикладные задачи небесной механики» (12 часов)</b>					
<b>18</b>	Расчет времени затмений и покрытий.	<b>2</b>		<b>2</b>	Индивидуальное задание
<b>19</b>	Определение масс небесных тел.	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	Индивидуальное задание
<b>20</b>	Движение искусственных спутников.	<b>2</b>		<b>2</b>	Индивидуальное задание
<b>21</b>	Задачи на релятивистские эффекты (прецессия Меркурия).	<b>1</b>	<b>1</b>		Индивидуальное задание
<b>22</b>	Анализ реальных данных на примере, параметров орбит экзопланет.	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	Индивидуальное задание
<b>Итого по разделу программы</b>		<b>12</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	-
<b>Раздел 6. «Разбор олимпиадных задач» ( 24 часа)</b>					
<b>23</b>	Задачи Санкт-Петербургской астрономической олимпиады	<b>6</b>		<b>6</b>	Индивидуальное задание

<b>24</b>	Задачи Московской астрономической олимпиады.	<b>6</b>		<b>6</b>	Индивидуальное задание
<b>25</b>	Разбор заданий регионального и заключительного этапов ВСОШ.	<b>12</b>		<b>12</b>	Индивидуальное задание
<b>Итого по разделу программы</b>		<b>24</b>		<b>24</b>	
<b>Всего</b>		<b>72</b>			<b>-</b>

## 2.2. Календарный учебный график дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Олимпиадная астрономияб небесная механика»

<b>Год обучения</b>	<b>Дата начала обучения</b>	<b>Дата окончания обучения</b>	<b>Всего учебных недель</b>	<b>Количество учебных часов</b>	<b>Режим занятий</b>
1	15.09	15.06	36	72	1 раз в неделю по 2 часа

## **2.3. Содержание программы «Олимпиадная астрономия: небесная механика»**

### **1. Введение в небесную механику**

Теоретический материал:

- Основные законы Кеплера и их приложения: Объясняются эмпирические закономерности Иоганна Кеплера относительно движения планет вокруг Солнца: первый закон (эллиптические орбиты), второй закон (скорость изменения площади сектора), третий закон (связь периода обращения и размера орбиты).
- Закон всемирного тяготения Ньютона: Подробно раскрывается формула всемирного тяготения, показывается её связь с законами Кеплера и объясняется смысл величин массы, расстояния и гравитационной постоянной.
- Гравитационная задача двух тел: Описываются принципы расчёта движения пары тел под действием взаимного притяжения, рассматриваются частные случаи круговых и эллиптических орбит.

Практические занятия:

- Решение задач на законы Кеплера и Ньютона: выполнение упражнений, рассчитывая периоды обращения планет, размеры орбит и величины скоростей на конкретных примерах.
- Разбор задач из олимпиад Санкт-Петербурга и Москвы: Предлагаются задачи повышенного уровня сложности, демонстрируются различные стратегии их решения, проводится детальный разбор хода рассуждений.

## 2. Движение небесных тел

### Теоретический материал:

- Орбиты планет и спутников: элементы орбиты: Раскрывается терминология и физическая сущность элементов орбиты (эксцентриситет, перигелий, афелий, угол наклона, долгота восходящего узла).
- Первая и вторая космические скорости: Объясняется разница между первой скоростью (ускорение свободного падения) и второй скоростью (скоростью покидания сферы влияния центрального тела).
- Эффект Оберта и гравитационные маневры: Изучаются энергетические преимущества запуска ракет вблизи крупных планет и особенности коррекций орбит путем кратковременных разгонных импульсов.
- Возмущения орбит: Исследуются причины изменений орбит (воздействие третьих тел, сопротивления атмосферы и солнечного ветра), объясняются методы коррекции и стабилизации орбит.

### Практические занятия:

- Расчёт орбитальных параметров: Упражнения включают построение эллиптических орбит, расчеты периодов обращения и массовых соотношений небесных тел.
- Задачи на космические скорости и маневры: Рассматриваются задачи, касающиеся старта с поверхности Земли, выхода на низкую околоземную орбиту и перехода на дальнюю траекторию полета.



- Разбор олимпиадных задач (Москва, СПб, ВСОШ): Реальные задания разбираются поэтапно, показываются техники оптимизации и правильного оформления решений.

### 3. Законы сохранения в небесной механике

Теоретический материал:

- Сохранение момента импульса. Объяснено сохранение вектора момента импульса при отсутствии внешних сил, приведены примеры (вращение планет, спутников, двойных звёзд).
- Сохранение механической энергии: Изучается полная энергия замкнутой системы (кинетическая плюс потенциальная), показано её неизменность при движении небесных тел.
- Задача трёх тел и точки Лагранжа: Описана проблема гравитационного равновесия, положение точек стабильности и нестабильных положений в системах тройного взаимодействия.

Практические занятия:

- Расчёт параметров движения в поле тяготения: Упражнения посвящены поиску кинетической и потенциальной энергий, вычислению значений угловых моментов и сравнению различных состояний системы.
- Разбор задач на точки Лагранжа (ВСОШ, региональные этапы): Демонстрируется практическое применение пунктов устойчивости и перемещений между ними в реальных ситуациях.

### 4. Математический аппарат небесной механики

Теоретический материал:

- Тригонометрия в астрономии: Излагается сфера применения сферических координат, используются понятия прямого восхождения, склонения, азимута и высоты.
- Основы векторного анализа: Описано применение операций с векторами (скалярное произведение, векторное умножение, градиент) для описания полей тяготения и центростремительных сил.
- Элементы дифференциального исчисления: Введены понятия бесконечно малых и пределов функций, рассматривается их использование для анализа динамики движения.
- Численные методы: Вводятся численные методы аппроксимации (метод Эйлера, Рунге-Кутты), применяются для моделирования траекторий и изучения устойчивого движения.

Практические занятия:

- Решение задач с применением математического аппарата: Задания предполагают использование формул и теорем, ранее рассмотренных в теории, выполняются пошагово с пояснением вычислительных шагов.
- Разбор сложных задач из олимпиад: Предложены задачи, требующие интеграции математических и физических знаний, с подробным анализом ошибок и оптимизаций.

## 5. Прикладные задачи небесной механики

Теоретический материал:

- Расчёт времени затмений и покрытий: Рассматривается механизм возникновения солнечных и лунных затмений, предсказание покрытий звёзд и планет.
- Определение масс небесных тел: Объяснен способ определения масс по наблюдению орбитальных параметров и эффектов возмущений.
- Движение искусственных спутников: Исследуется классификация типов орбит, причины деградации и поддержания орбит спутников.
- Задачи на релятивистские эффекты (прецессия Меркурия): Вводится эффект смещения перигелия и его сравнение с ньютоновскими расчетами.

Практические занятия:

- Разбор задач ВСОШ высокого уровня: Специально подобранные задания показывают особенности учёта множества факторов в сложной обстановке реального космоса.
- Анализ реальных данных (например, параметры орбит экзопланет): Используется база данных NASA и аналогичных организаций для моделирования и анализа движения известных экзопланет.

## 6. Разбор олимпиадных задач

Теоретический материал:

- Структура и содержание задач олимпиад разных уровней: Проводится обзор примеров задач последних лет, выделяется специфика региональной и национальной стадий, определяются тенденции усложнения задач.

- Примеры решений и рекомендации по подготовке: Учителя демонстрируют эффективные методики и общие советы по улучшению результата.

#### Практические занятия:

- Задачи Санкт-Петербургской астрономической олимпиады: Рассматриваются классические задачи петербургского этапа, уделяя внимание деталям решений и распространённым ошибкам.
- Задачи Московской астрономической олимпиады: Демонстрация специфичных московских задач, относящихся к физическим аспектам небесной механики.
- Имитация олимпиады (пробный тур): Один из финальных этапов — пробная олимпиада, проводимая по официальным стандартам и условиям.