

**Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования  
Центр детского (юношеского) технического творчества  
Кировского района Санкт – Петербурга  
198095, Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, д. 34, литер 3**

**Принята на заседании  
педагогического совета  
от « 31 » 08 2020 г.  
Протокол № 1**

**УТВЕРЖДЕНА  
Приказом №40-ОД от «31\_» 08\_2020 г.  
Директор ГБУ ДО ЦДЮТТ  
Ясинская Е.С.**

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»**

Возраст учащихся: 14 - 17 лет  
Срок реализации: 2 года

**Разработчик:**  
*Тронь А.А.,  
педагог дополнительного образования*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «*Земля и Вселенная*» направлена на формирование научного мировоззрения, освоение методов научного познания мира, развитие исследовательских, прикладных способностей учащихся с наклонностями в области естественных и точных наук.

Учащиеся овладевают основными принципами, понятиями, терминологией и методами научных фундаментальных исследований в области астрономии, астрофизики, космологии, геофизики, проникаются принципами научной этики, приобщаются к духовной и интеллектуальной российской и мировой культуре, получают физико-математическое образование, овладевают образовательными технологиями получения образования в форме экстерната.

Программа реализуется в ЦДЮТТ Кировского района с 2012 г., является победителем Городского конкурса дополнительных общеобразовательных программ в 2016 г.

Начиная с первого года обучения, учащиеся проводят самостоятельные исследования в виде наблюдений (Солнце, конфигурации спутников Юпитера, Луна, переменные звёзды), овладевают навыками работы с научной литературой, интернет-ресурсами, знакомятся с научным сообществом Санкт-Петербурга (Городской астрономический семинар в ИПА РАН, научно-образовательный центр ГАО РАН, Астрономический институт им. В.В. Соболева СПбГУ). В ходе занятий и общения с учёными учащиеся находят свою конкретную тему исследований, которую они ведут индивидуально или в соавторстве со своими коллегами, с представлением полученных результатов на российских и международных конференциях, таких как «Интеллектуальное возрождение», «Харитоновские чтения», «Сахаровские чтения», «Catch a Star» и др.

На протяжении всех лет обучения, начиная с первого, учащиеся посещают научные учреждения, выставки и музеи (музей Космонавтики и ракетной техники, мемориальный музей Д.И.Менделеева, ГАО РАН, ИПА РАН, Астрономический институт им. В.В. Соболева СПбГУ, ФТИ РАН им. А.Ф.Иоффе), что способствует их ранней профессиональной ориентации.

На втором году обучения учащиеся знакомятся с методиками исследований, овладевают современными технологиями работы с научными данными. Они осваивают такие инструменты исследователя, как системы вычислений и моделирования (пакеты MAPLE, MATLAB), методы дистанционных наблюдений и обработки данных, основы математической статистики. В курсе координатно-временного обеспечения они осваивают работу с системами ГЛОНАСС и GPS, методы редукций наблюдений, производят расчеты орбит астероидов и комет. В ходе общения с представителями научной общественности продолжается непрерывный процесс профориентации учащихся, поиски и разработки тем исследовательских работ. В летний период учащиеся принимают участие в научно-образовательных экспедициях на базе таких центров как Горная станция ГАО РАН (Кисловодск), САО РАН (Нижний Архыз) и др. В ходе всего второго года обучения учащиеся осваивают методы и технологии самообразования. В гуманитарном разделе программы учащиеся знакомятся с историей науки и культуры, базовыми ценностями русской научной и философской мысли.

Помимо наблюдательной практики, учащиеся знакомятся с электронной измерительной техникой на базе ЦДЮТТ и отдела радиоастрономии ГАО РАН.

Учащиеся принимают участие в научно-практических конференциях и конкурсах, где они представляют свои работы, знакомятся с известными учеными, руководителями лабораторий ВУЗов и НИИ. Самые лучшие работы могут быть опубликованы в профессиональных научных изданиях и периодике.

Особенное внимание с первого и до последнего занятия уделяется охране труда и мерам безопасности исследовательской деятельности. Только после того, как учащиеся овладеют безопасными приёмами работы с телескопами, в особенности – с солнечными, техникой безопасности при проведении полевых наблюдений, они допускаются к практической работе под руководством педагога.

Программа разработана согласно требованиям следующих документов:

- Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ.
- Концепция развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства РФ от 04.09.2014 № 1726-р).
- СанПин к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей (утверждено постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 № 41)
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден приказом Министерства просвещения РФ от 09.11.2018 № 196).
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. N 996-р).
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ в государственных образовательных организациях Санкт-Петербурга, находящихся в ведении Комитета по образованию (утверждено распоряжением Комитета по образованию от 01.03.2017 №617-р).

**Направленность программы** – естественнонаучная.

**Уровень освоения программы** – базовый.

**Актуальность программы**

Настоящая образовательная программа полностью отвечает содержанию основных нормативных документов федерального и регионального уровня, регламентирующих сферы образования и воспитания в РФ. В программе учитывается положение, сформулированное в Законе «Об образовании в РФ» (статья 75), о том, что дополнительное образование детей и взрослых направлено на формирование и развитие творческих способностей детей и взрослых, удовлетворение их индивидуальных потребностей в интеллектуальном, нравственном и физическом совершенствовании, формирование культуры здорового и безопасного образа жизни, укрепление здоровья, а также на организацию их свободного времени. Дополнительное образование детей обеспечивает их адаптацию к жизни в обществе, профессиональную ориентацию, а также выявление и поддержку детей, проявивших выдающиеся способности.

В Концепции развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства РФ от 24.09.14. № 1726-р) отмечается роль дополнительного образования детей в качестве инструмента формирования ценностей, мировоззрения, гражданской идентичности подрастающего поколения. Наличие ярко выраженного гуманитарного компонента, заложенного в основу программы «Земля и Вселенная» и позволяющего не просто обучать, но воспитывать учащегося как глубокую разностороннюю личность, как исследователя, ориентированного на деятельность, приносящую пользу науке и обществу в целом, в полной мере согласуется с вышеобозначенным положением Концепции. Дополнительное образование должно быть

«направлено на обеспечение персонального жизнестроительства обучающихся в контексте позитивной социализации как здесь и сейчас, так и на перспективу в плане их социально-профессионального самоопределения, реализации личных жизненных замыслов и притязаний». Знакомство на занятиях с культурными, духовными и нравственными ценностями российского общества путем изучения некоторых аспектов истории, философии, культурологии, литературы и др. гуманитарных наук, создает условия для воспитания у учащихся активной гражданской позиции, гражданской ответственности, основанной на традиционных ценностях, формирования здоровых нравственных установок. Патриотизм, в том числе, воспитывается через беседы о достижениях российской науки, о роли российского научного сообщества в мире.

В Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, помимо необходимости формировать у детей ценностно-смысловые ориентации, мотивацию к непрерывному личностному росту, говорится и о более частных аспектах, таких как: развитие у подрастающего поколения интереса к чтению; создание условий для повышения у детей уровня владения русским и родным языками и иными коммуникативными компетенциями; расширение воспитательных возможностей информационных ресурсов - создание условий для позитивного развития детей в информационной среде (интернет, кино, телевидение, книги, СМИ, в том числе радио и телевидение).

В ходе обучения по программе «Земля и Вселенная» учащиеся, участвуя в дискуссиях, выступая на конференциях, создавая статьи для сборников, читая большое количество литературы, как научной, так и художественной, повышают уровень своей языковой культуры.

Широкое применение при обучении по программе информационных ресурсов, в т.ч. сети Интернет, подразумевает под собой обучение старшеклассников навыкам работы с информацией, информационной безопасности, формирование стремления использования Интернета как конструктивного инструмента в целях самообразования и саморазвития личности.

Необходимо отметить и воспитательный эффект программы в области экологического воспитания. Осмысление человека как части Природы, выезды на природу, полевые наблюдения – все это способствует «формированию у детей экологической картины мира, развитие у них стремления беречь и охранять природу; воспитание чувства ответственности за состояние природных ресурсов и разумное взаимодействие с ними» (Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года)

В Концепции развития дополнительного образования детей говорится о важности «взаимодействия с социально-профессиональными и культурно-досуговыми общностями взрослых и сверстников, занимающихся тем же или близким видом деятельности». В дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Земля и Вселенная», в соответствии с этим положением, заложено использование возможностей сетевого взаимодействия с научными учреждениями города, а также возможность контактов учащихся со сверстниками из других учреждений, осуществляемое в ходе конференций, совместных проектов и т.д. Таким образом, для реализации задач программы в полной мере задействуется богатое социально-культурное и научное пространство Санкт-Петербурга, как одного из ведущих центров культуры и исследовательской деятельности.

В ходе обучения по программе старшеклассники ведут работу над исследовательскими проектами. Об ориентации образования на создание конкретного персонального продукта и его публичную презентацию также говорится в различных нормативных документах.

Профессиональная ориентация, которая начинается практически с первого года обучения, не только помогает в дальнейшем юным исследователям выбрать профиль

своего обучения, но и приобщает к лучшим традициям отечественных научных школ. Привлечение подростков к реальным исследованиям, к научной работе, помощь в выборе будущей профессиональной деятельности, возможность удовлетворения творческих потребностей и приобщение к богатству российской культуры делает настоящую образовательную программу актуальной и востребованной. Знания и навыки, приобретенные в объединении, лежат в основе практически всех видов научной, технической и интеллектуальной деятельности.

Необходимо также отметить социально-оздоровительную роль проводимых занятий. Творческая работа в объединении с благоприятным психологическим и интеллектуальным климатом, среди увлеченных коллег, является залогом успешной учебы и дальнейшего духовного и профессионального роста.

При этом максимально используются научно-педагогические ресурсы астрономии, как области, охватывающей все дисциплины, все исторические эпохи и все масштабы пространства-времени.

Актуальность программы связана также и с необходимостью подготовки научной смены, обладающей не только профессиональными знаниями в своих областях, но и способной самостоятельно решать задачи перехода к инновационному пути развития.

### **Отличительные особенности программы**

Предлагаемая дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа отличается от аналогичных уже существующих программ, прежде всего, привлечением учащихся к научно-исследовательской деятельности на базе ведущих научных учреждений по актуальным проблемам, широким использованием компьютерных технологий, в том числе дистанционных, для обработки данных, поиска и анализа научной информации. Особое внимание уделяется методам дистанционного общения со своими коллегами, дистанционных наблюдений и удаленного управления телескопами и другими исследовательскими инструментами. Также существенное место в программе уделяется навыкам работы с научной литературой, культуре научных публикаций, работе с архивами, каталогами.

Для овладения навыками и технологией международного научного общения, языковой практики, общения со школьниками других стран, чтения научной периодики часть занятий (не менее 25%) проходит на английском языке.

Важным элементом программы является постоянное развитие математической культуры учащихся и углубленное освоение ими физики как научной и образовательной дисциплины и как существенного элемента культуры.

Не менее существенным элементом также является гуманитарная составляющая программы, основанная на традициях русской научной школы, в которой гуманитарное и естественнонаучное знание не только не противопоставлялись друг другу, но образовывали системное единство, оказывающее чрезвычайно плодотворное воздействие на развитие мировой культуры и цивилизации. Важной чертой обучения является осознание и обсуждение глубоких философско-естественнонаучных проблем современной физики и астрономии, ведущее к более глубокому пониманию методологии науки и практики решения важнейших научных проблем.

Гуманитарная составляющая программы (обращение к таким предметам как история, культурология, философия и др.) имеет большое значение для формирования ценностных ориентаций, самосознания личности, мировоззрения учащихся.

Еще одной важной чертой программы является экспедиционная и полевая деятельность учащихся. Регулярные выезды на полевые наблюдения, выходы в природу из искусственной городской среды, обретение навыков походной и полевой жизни являются необходимыми составляющими формирования будущего исследователя.

Программа ориентирует учащихся на самообразование при научно-методическом руководстве со стороны активно действующих ученых в форме экстерната.

### **Адресат программы**

В объединение принимаются подростки в возрасте от 14 до 17 лет, мотивированные на изучение астрономии, желающие заниматься познанием, исследованием как природы и общества, так и самого себя. Специальной подготовки, специальных знаний и способностей не требуется. Пол учащегося значения не имеет. Медицинские противопоказания отсутствуют.

**Цель образовательной программы** – формирование у учащихся научного мировоззрения через раскрытие современной естественнонаучной картины мира и процесса развития знаний о Вселенной при изучении астрономии.

**Задачи программы**

**Обучающие:**

- ознакомить с основными идеями и методами астрофизики, космологии, теоретической физики;
- формировать основы знаний о методах и результатах исследований физической природы небесных тел и их систем, строении и эволюции Вселенной;
- показать роль астрономии в приобретении фундаментальных знаний о природе, использование которых является базой научно-технического прогресса;
- ознакомить с жизнью и трудами выдающихся астрономов прошлого;
- ознакомить с историей развития научной мысли;
- ознакомить с пространственно-временной структурой наблюдаемой Вселенной;
- ознакомить с основными масштабами и структурами наблюдаемого Мира – от элементарных частиц до наблюдаемого горизонта Вселенной;
- ознакомить с основами сферической геометрии, небесных координат, преобразованием координат;
- формировать умение преобразовывать небесные координаты, проводить редукции;
- ознакомить с системами счета времени, шкалами, системами летоисчисления;
- формировать умение преобразовывать временные шкалы;
- ознакомить с основами фотометрии, шкалами звёздных величин;
- формировать знание основ оптической и гамма-астрономии, знание способов измерения положения небесных объектов;
- обучать проводить измерения лучевых скоростей и собственных движений небесных тел, вычислять орбиты небесных тел;
- формировать способность производить вычисления, используя геодетические карты;
- ознакомить с картой звездного неба, формировать умение свободно ориентироваться по нему;
- создать условия для формирования у учащихся фундаментальных представлений о выдающихся достижениях науки, техники и уровне развития современных технологий;
- обучать работе с научной информацией, литературой, ссылочным аппаратом;
- обеспечить знание основ программирования, умение работать в вычислительных пакетах MAPLE, MATLAB;
- обучить владению математическим аппаратом основ анализа, аналитической геометрии, матричного языка;
- формировать умение самостоятельно проводить различные виды астрономических наблюдений;
- формировать умение пользоваться астрономическими каталогами, базами данных;
- формировать способность решать математические, физические, астрономические задачи повышенной сложности;
- научить подростков проводить научно-исследовательскую работу;
- научить использовать на практике межпредметные связи.

**Развивающие:**

- подготовить учащихся к самостоятельной творческой и исследовательской работе в области фундаментальных наук (астрономии, физики, информатики, геофизики, математического моделирования);

- формировать у учащихся навыки комплексного системного самообразования, приобщать их к лучшим традициям русской культуры и российских научных школ;

- способствовать развитию интеллектуальных способностей подростков и их духовному росту;

- способствовать развитию социальной активности;

- развивать интерес к непрерывному осмыслению, анализу окружающего мира, основанному на научном методе, логике и знаниях;

- развивать интерес к постоянному чтению научной, специальной и художественной литературы;

- развивать элементы и навыки научного критического мышления, здорового скепсиса;

- развивать математическую культуру учащихся;

- развивать языковые навыки учащихся;

- развивать умение вести дискуссию, формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;

- создавать условия для постоянного совершенствования разговорного и академического английского языка.

#### **Воспитательные:**

- воспитывать интерес к достижениям отечественной и мировой науки, чувство гордости за достижения отечественной науки;

- воспитывать культуру научного мышления;

- формировать культуру публичного выступления;

- воспитывать ответственность за свои слова и поступки, за результаты своего труда;

- воспитывать умение работать в команде, уважение к чужому мнению и позиции;

- воспитывать приоритет духовных и интеллектуальных ценностей перед потребительскими.

#### **Объем и сроки реализации программы**

Программа реализуется в течение 2х лет в объеме 288 ч.

1 год обучения- 144 часа

2 год обучения -144 часа.

#### **Условия реализации программы**

Прием в объединение осуществляется на основе неформального устного собеседования, главной целью которого является выявление у кандидата истинного, т.е. не зависящего от социальной конъюнктуры, т.н. «востребованности», прагматических целей, моды и прочих внешних обстоятельств и воздействий, интереса к познанию, исследованию, как природы и общества, так и самого себя.

Состав группы - разновозрастной. 1 год обучения – 14-16 лет, 2 год обучения – 15-17 лет.

Программа 2-го года обучения рассчитана на учащихся, имеющих начальную подготовку в объеме программы 1-го года обучения (приобретенную в ходе занятий в объединении, либо же путем самообразования и/или обучения в других образовательных учреждениях). В случае приема на 2 год обучения учащихся, не обучавшихся в объединении, проводится собеседование.

Программа может ежегодно корректироваться, в зависимости от нагрузки педагога (на основании локального акта Учреждения), набранного контингента и уровня его подготовки к данному виду творчества

**Формы проведения занятий:** занятия комбинированные, практические, диспуты, защита проектов, конференции, круглый стол, лабораторные занятия, семинары, экскурсии, наблюдение, экспедиции, посещение лабораторий, институтов, выставок и др.

Выбор данных форм занятий обусловлен предметной областью, к которой относится программа, а также возрастными особенностями учащихся. Разнообразие форм занятий позволяет поддерживать интерес учащихся и мотивацию к дальнейшему обучению.

**Формы организации деятельности учащихся на занятии:**

- *фронтальная:* беседа, показ, объяснение и др.
- *групповая:* организация работы в малых группах, в т.ч. в парах, для выполнения определенных задач;
- *индивидуальная:* для коррекции пробелов в знаниях и отработки отдельных навыков; при работе с одаренными учащимися, при подготовке к конференциям и т.д.

**Материально-техническое оснащение программы**

Для реализации программы необходим отдельный, хорошо освещенный кабинет, оборудованный столами и стульями (Помещение, соответствующее санитарно-гигиеническим нормам и технике безопасности), а также обсерватория.

Кроме того, необходимы:

- ♦ ПК, проектор, экран
- ♦ программные пакеты MatLab и MAPLE
- ♦ ресивер
- ♦ акустическая система объемного звука
- ♦ усилитель NAD312
- ♦ сабвуфер
- ♦ мультимедиа плеер
- ♦ телескоп Mead
- ♦ телескоп Skywatcher.
- ♦ телескоп системы Максудова-Кассегрена
- ♦ ЦАП ASUS Xonar
- ♦ набор окуляров
- ♦ набор светофильтров для окуляров астрономического телескопа
- ♦ оптическая труба апохромат Skywatcher, Synta
- ♦ автоматизированная монтировка
- ♦ астрономические электронные карты и таблицы
- ♦ вычислительные таблицы
- ♦ карты и таблицы историко-географического содержания
- ♦ астрономические моделирующие программы
- ♦ литература по темам
- ♦ записи с обучающими фильмами
- ♦ фотоматериалы
- ♦ мультимедийные презентации по теме
- ♦ мобильный планетарий

**Кадровое обеспечение**

Программа реализуется педагогом дополнительного образования, имеющим достаточный уровень квалификации и профильное образование.



На занятия приглашаются специалисты из ГАО РАН, ИПА РАН, Астрономического института им. В.В. Соболева СПбГУ, ФТИ РАН им. А.Ф.Иоффе и др.

### **Планируемые результаты освоения программы**

#### **Предметные**

- знание основных идей и методов астрофизики, космологии, теоретической физики;
- сформированность представления о роли астрономии в приобретении фундаментальных знаний о природе, использование которых является базой научно-технического прогресса;
- знание истории жизни и трудов выдающихся астрономов прошлого;
- сформированность представлений о выдающихся достижениях науки, техники и уровне развития современных технологий;
- знание о методах и результатах исследований физической природы небесных тел и их систем, строении и эволюции Вселенной;
- сформированность представления о пространственно-временной структуре наблюдаемой Вселенной;
- знание основ сферической геометрии, небесных координат, преобразования координат;
- знание карты звездного неба, умение свободно ориентироваться по нему;
- знание истории развития научной мысли;
- знание систем счета времени, шкал, систем летоисчисления;
- знание основ фотометрии, шкалы звёздных величин;
- знание основ программирования, умение работать в вычислительных пакетах MAPLE, MATLAB;
- знание основ оптической и гамма-астрономии;
- знание способов измерения положения небесных объектов;
- владение математическим аппаратом основ анализа, аналитической геометрии, матричного языка;
- умение самостоятельно проводить различные виды астрономических наблюдений;
- умение преобразовывать небесные координаты, проводить редукции;
- умение преобразовывать временные шкалы;
- умение пользоваться астрономическими каталогами, базами данных;
- умение проводить измерения лучевых скоростей и собственных движений небесных тел;
- умение вычислять орбиты небесных тел;
- способность производить вычисления, используя геодетические карты;
- способность решать математические, физические, астрономические задачи повышенной сложности;
- сформированность навыка самостоятельной творческой и исследовательской работы в области фундаментальных наук (астрономии, физики, информатики, геофизики, математического моделирования)

#### **Метапредметные:**

- стремление и способность к комплексному системному самообразованию;
- владение методами работы с научной информацией, литературой, ссылочным аппаратом (использование словарей, справочников, интернет-ресурсов для поиска информации, умение пользоваться архивами и библиотеками научной литературы);
- умение вести дискуссию, формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;
- высокий уровень языковой культуры;
- владение культурой публичного выступления;
- высокий уровень математической культуры;
- сформированность культуры научного мышления;
- интерес к чтению научной, специальной и художественной литературы;

- умение читать схемы, использовать таблицы, диаграммы и т.д.
- умение самостоятельно определять цели обучения, ставить и формулировать новые учебные задачи, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;
- умение самостоятельно планировать пути достижения целей, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;
- умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, строить логическое рассуждение и делать выводы;
- способность к критическому мышлению, здоровому скепсису

**Личностные:**

- формирование интереса к науке, чувства гордости за достижения отечественной науки;
- сформированность у учащихся ответственного отношения к самому себе, своему труду;
- сформированность приоритета духовных и интеллектуальных ценностей перед материальными, потребительскими;
- интерес к непрерывному осмыслению, анализу окружающего мира, основанному на научном методе, логике и знаниях;
- сформированность навыков сотрудничества со взрослыми и сверстниками в разных социальных ситуациях, умение не создавать конфликтов и находить выходы из спорных ситуаций, уважение к чужому мнению и позиции

**УЧЕБНЫЙ ПЛАН**  
**1 год обучения**

| Раздел. Тема                                                                          | Теория    | Практика  | Всего часов | Формы контроля                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-------------|--------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. «Механика и геометрия Вселенной – астрометрия и небесная механика»</b>   | <b>21</b> | <b>15</b> | <b>36</b>   |                                                  |
| Тема 1. Гравитация, движение в центральных полях                                      | 2         | 2         | 4           | Опрос.<br>Анализ результатов практической работы |
| Тема 2. Задача двух тел, законы Кеплера. Расчёты орбит астероида, кометы              | 3         | 3         | 6           | Опрос.<br>Анализ результатов практической работы |
| Тема 3. Расстояния во Вселенной. Динамические параллаксы. HIPARCOS.                   | 4         | 2         | 6           | Опрос.<br>Анализ результатов практической работы |
| Тема 4. Координатно-временное обеспечение: VLBI, GPS, ГЛОНАСС, геодезия, геодинамика. | 4         | 2         | 6           | Опрос.<br>Анализ результатов практической работы |
| Тема 5. Звёздные системы. Теорема вириала.                                            | 4         | 4         | 8           | Опрос.<br>Анализ результатов практической работы |
| Тема 6. Приливы, система Земля-Луна, тесные двойные системы                           | 4         | 2         | 6           | Опрос.<br>Анализ результатов практической работы |
| <b>Раздел 2. «Звёзды и планеты»</b>                                                   | <b>17</b> | <b>15</b> | <b>32</b>   |                                                  |
| Тема 1. Гидростатическое равновесие. Стационарные звёзды.                             | 4         | 2         | 6           | Анализ результатов практической работы           |
| Тема 2. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Классификация звёзд.                           | 3         | 3         | 6           | Опрос.<br>Анализ результатов практической работы |

|                                                                                                                  |           |           |            |                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                  |           |           |            | работы                                                                         |
| Тема 3. Переменные звёзды. Зависимость «период-светимость».                                                      | 2         | 2         | 4          | Опрос.<br>Анализ<br>результатов<br>практической<br>работы                      |
| Тема 4. Белые карлики, нейтронные звёзды, пульсары, новые и сверхновые звёзды.                                   | 4         | 4         | 8          | Анализ<br>результатов<br>практической<br>работы                                |
| Тема 5. Планеты земной группы и планеты-гиганты. Экзопланеты.                                                    | 4         | 4         | 8          | Анализ<br>результатов<br>практической<br>работы                                |
| <b>Раздел 3. «Информация, сети, алгоритмы, дистанционные методы»</b>                                             | -         | <b>14</b> | <b>14</b>  |                                                                                |
| Тема 1. Освоение технологии дистанционных наблюдений (программы «Faulkes Telescopes», HOU – Univ. Of California) | -         | 12        | 12         | Анализ<br>результатов<br>практической<br>работы                                |
| Тема 2. Дистанционные научные издания                                                                            | -         | 2         | 2          | Анализ<br>результатов<br>практической<br>работы                                |
| <b>Раздел 4. «Моделирование в исследованиях природы и общества»</b>                                              | <b>6</b>  | <b>10</b> | <b>16</b>  |                                                                                |
| Тема 1. Освоение и работа с пакетами MAPLE и MatLab                                                              | 2         | 10        | 10         | Анализ<br>результатов<br>практической<br>работы                                |
| Тема 2. Основы фрактальной математики                                                                            | 4         | -         | 4          | Опрос                                                                          |
| <b>Раздел 5. «История российской культуры, науки и цивилизации»</b>                                              | <b>4</b>  | -         | <b>4</b>   | Дискуссия                                                                      |
| <b>Раздел 6. «Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам».</b>     | <b>6</b>  | <b>10</b> | <b>16</b>  | Анализ<br>результатов<br>практической<br>работы                                |
| <b>Раздел 7. «Наблюдательная практика, в т.ч. в ГАО РАН, САО РАН, ИПА РАН, СПбГУ»</b>                            | -         | <b>16</b> | <b>16</b>  | Анализ<br>результатов<br>практической<br>работы                                |
| <b>Итоговые занятия</b>                                                                                          | <b>1</b>  | <b>3</b>  | <b>4</b>   | Презентация<br>промежуточн<br>ых<br>результатов<br>исследователь<br>ских работ |
| <b>Учебно-массовые мероприятия</b>                                                                               | -         | <b>6</b>  | <b>6</b>   |                                                                                |
| <b>ИТОГО</b>                                                                                                     | <b>55</b> | <b>89</b> | <b>144</b> |                                                                                |

**УЧЕБНЫЙ ПЛАН**  
**2 год обучения**

| Раздел. Тема                                                                                                | Теория    | Практика  | Всего часов | Формы контроля                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-------------|-------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. «Астрофизика, космология, теоретическая физика»</b>                                            | <b>61</b> | <b>33</b> | <b>94</b>   |                                                 |
| Тема 1. Излучение, уравнение переноса                                                                       | 5         | 4         | 9           | Опрос. Анализ результатов практической работы   |
| Тема 2. Основные радиационные процессы                                                                      | 5         | 4         | 9           | Опрос. Анализ результатов практической работы   |
| Тема 3 Плазма и её свойства                                                                                 | 10        | 6         | 16          | Опрос. Анализ результатов практической работы   |
| Тема 4 Основы СТО.                                                                                          | 13        | 8         | 21          | Опрос. Анализ результатов практической работы   |
| Тема 5. Введение в гравитацию (элементы ОТО и другие теории). Гравитационное линзирование.                  | 18        | 7         | 25          | Опрос. Анализ результатов практической работы   |
| Тема 6. Космологические модели                                                                              | 10        | 4         | 14          | Коллективное обсуждение                         |
| <b>Раздел 2. «Информация в природе и обществе, обработка данных»</b>                                        | <b>7</b>  | <b>3</b>  | <b>10</b>   | Коллективное обсуждение, опрос                  |
| <b>Раздел 3. «Духовность и культура»</b>                                                                    | <b>8</b>  | <b>-</b>  | <b>8</b>    | Дискуссия                                       |
| <b>Раздел 4. «Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам»</b> | <b>10</b> | <b>8</b>  | <b>18</b>   | Анализ результатов практической работы          |
| <b>Раздел 5. «Наблюдательная практика, в т.ч. в ГАО РАН, САО РАН, ИПА РАН, СПбГУ»</b>                       | <b>-</b>  | <b>8</b>  | <b>8</b>    | Анализ результатов практической работы          |
| <b>Итоговые занятия</b>                                                                                     | <b>-</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>    | Презентация результатов исследовательских работ |
| <b>Учебно-массовые мероприятия</b>                                                                          | <b>-</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>    |                                                 |
| <b>ИТОГО</b>                                                                                                | <b>86</b> | <b>58</b> | <b>144</b>  |                                                 |

### Календарный учебный график

| <b>Год<br/>обучения</b> | <b>Дата<br/>начала<br/>обучения</b> | <b>Дата<br/>окончания<br/>обучения</b> | <b>Всего<br/>учебных<br/>недель</b> | <b>Кол-во<br/>учебных<br/>часов</b> | <b>Режим занятий</b>         |
|-------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 1 год                   | 14.09.                              | 31.08.                                 | 36                                  | 144                                 | 2 раза в неделю<br>по 2 часа |
| 2 год                   | 01.09.                              | 31.08.                                 | 36                                  | 144                                 | 2 раза в неделю по 2 часа    |

## **Задачи программы 1-го года обучения**

### **Обучающие:**

- обучать основам оптической и гамма-астрономии;
- формировать представление о кинематике систем в нашей галактике;
- обучать вычислениям положения небесных тел;
- обучать проводить измерения лучевых скоростей и собственных движений небесных тел;
- обучать вычислять орбиты небесных тел;
- ознакомить с методами вычисления гравитационных возмущений;
- формировать представление о звездных системах;
- обучать определению вида звезд по классификатору;
- формировать представление об особенностях системы «Земля – Луна»;
- формировать представление о планетах земной группы, планетах-гигантах, экзопланетах;
- ознакомить с основами высокоэнергичной астрофизики;
- формировать представление о спутниковых системах навигации;
- ознакомить с различными технологиями наблюдений за небесными телами;
- обеспечить знание основ программирования, умение работать в вычислительных пакетах MAPLE, MATLAB;
- обучать основам фрактальной математики;
- ознакомить с некоторыми аспектами истории российской культуры, науки и цивилизации;
- обучать основным технологиям проведения наблюдений, координатно-временной ориентации;
- формировать способность решать математические, физические, астрономические задачи повышенной сложности;
- научить подростков проводить научно-исследовательскую работу

### **Развивающие:**

- мотивировать учащихся работать с массивами научной и художественной литературы, исторического знания, способствовать их духовному росту;
- развивать интерес к непрерывному осмыслению, анализу окружающего мира, основанному на научном методе, логике и знаниях;
- развивать математическую культуру учащихся;
- развивать элементы и навыки научного критического мышления, здорового скепсиса;
- создавать условия для стимулирования непрерывного самообразования учащихся;
- развивать языковые навыки учащихся;
- развивать умение вести дискуссию, формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;
- создавать условия для постоянного совершенствования разговорного и академического английского языка;
- способствовать развитию социальной активности

### **Воспитательные:**

- воспитывать интерес к достижениям отечественной и мировой науки, чувство гордости за достижения отечественной науки;
- воспитывать культуру научного мышления;
- формировать культуру публичного выступления;
- воспитывать у учащихся ответственное отношение к самому себе, своему труду;
- воспитывать умение работать в команде, уважать чужое мнение и позицию;

- воспитывать приоритет духовных и интеллектуальных ценностей перед материальными, потребительскими;
- воспитывать у учащихся адекватное отношение к культуре, науке, истории;
- отучать учащихся от компьютерных игр, социальных сетей, рекламы, использования продуктов масс-поп культуры.

## **СОДЕРЖАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

### **1-ГО ГОДА ОБУЧЕНИЯ**

#### **Раздел 1. «Механика и геометрия Вселенной – астрометрия и небесная механика»**

##### **Тема 1. Гравитация, движение в центральных полях**

Астрометрия — один из старейших подразделов астрономии. Расположение небесных тел и навигация. Гравитационные возмущения. Небесная механика. Прогнозирование сближения с околоземными объектами.

##### Практическая часть:

Вычислительная практика на компьютере, наблюдение движения Луны по небесной сфере, составление таблиц и изучение изменения экваториальных координат Луны, работа с научными публикациями. Наблюдения ярких астероидов, вычисление их орбит.

##### **Тема 2. Задача двух тел, законы Кеплера. Расчёты орбит, астероиды, кометы**

Эмпирические законы Кеплера. Решение задачи Кеплера в пакете Mathcad.

Уравнения движения планет. Численное моделирование орбиты.

Проверка второго закона Кеплера.

##### Практическая часть:

Вычислительная практика – моделирование планетных орбит на компьютере, изучение эволюции орбит под действием возмущающих сил, астрономические наблюдения – определения экваториальных координат планет солнечной системы, работа с научными публикациями.

##### **Тема 3. Расстояния во Вселенной. Динамические параллаксы. HIPARCOS.**

Астрономические шкалы расстояний и времен на основе данных кинематики.

Измерение параллаксов ближайших звёзд. Параллакс Солнца.

Геометрические (тригонометрические), динамические (гравитационные) и физические методы определения параллакса.

##### Практическая часть:

Решение задач, астрономические наблюдения - практическое измерение параллаксов ярких близких звёзд, оценка точности измерений. Телескопические фотографические наблюдения с использованием телескопа апохромата, астрономической цифровой камеры, ноутбука.

##### **Тема 4. Координатно-временное обеспечение: VLBI, GPS, ГЛОНАСС, геодезия, геодинамика.**

Спутниковые системы навигации GPS и Глонасс.

Общие сведения о системе. Особенности использования Глонасс.

Геодинамика как наука о природе глубинных экзогенных сил и процессов.

##### Практическая часть:

Определение координат пунктов на земной поверхности с использованием GPS-приемников, оценка точности измерения. Просмотр фильмов с последующим обсуждением, работа с публикациями.



## **Тема 5. Звёздные системы. Теорема вириала.**

Звёздные системы. Уравнения движения механической системы. Теорема вириала. Общие свойства звёздных систем. Краткая история изучения звёздных систем. Классификация звёздных систем. Некоторые единицы измерения в астрономии. Одиночные звёзды. Двойные и кратные звёзды. Рассеянные звёздные скопления. Шаровые звёздные скопления и звёздные ассоциации. Газопылевые комплексы. Агрегаты ассоциаций. Звёздные комплексы. Регионы. Обобщения по "рыхлым" структурам. Межзвёздная среда. Коричневые субкарлики и другие планетоподобные тела. Космические лучи. Планетоиды и т.п. тела. Галактические структуры, отсутствующие в нашей Галактике. "Скрытая" масса, или "тёмная" материя. "Тёмная" энергия. Строение, движение и эволюция нашей Галактики. Спутники нашей Галактики. Галактики и основные их типы: спиральные, эллиптические, неправильные. Специфические типы галактик. Рождение и эволюция галактик. Большие структуры Вселенной.

### Практическая часть:

Астрономические наблюдения в обсерватории ИДЮТТ различных типов объектов нашей Галактики, определение класса объекта из наблюдений, наблюдение галактик различных морфологических типов, работа с научными публикациями. Составление каталога объектов наблюдений. Изучение распределения различных типов звездных объектов по небесной сфере и в пространстве.

## **Тема 6. Приливы, система Земля - Луна, тесные двойные системы**

Система Земля – Луна - двойная планета. Причины приливов.

### Практическая часть:

Астрономические наблюдения либраций Луны, работа с научными публикациями. Расчеты характеристик приливной волны в системе Земля – Луна.

## **Раздел 2. «Звёзды и планеты»**

### **Тема 1. Гидростатическое равновесие. Стационарные звёзды.**

Определение физического состояния стационарных звезд условиями гидростатического равновесия.

#### Практическая часть:

Решение задач по теме, работа с научной литературой.

### **Тема 2. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Классификация звёзд.**

Классификация звёзд. Сущность абсолютной звездной величины. Спектральные классы. Белые карлики, красные гиганты. Разделение звезд на категории (последовательности) по соотношению спектра со светимостью. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Анализ эволюции звезд с помощью диаграммы Герцшпрунга-Рассела.

#### Практическая часть:

Наблюдения на основном телескопе обсерватории ИДЮТТ, получение спектров ярких звезд, определение спектрального класса звезды, определение температуры звезды. Построение диаграммы Герцшпрунга-Рассела. Определения возраста звездных скоплений с помощью диаграммы Герцшпрунга-Рассела.

### **Тема 3. Переменные звёзды. Зависимость «период-светимость»**

Американский астроном Генриетта Ливитт. Эдвин Хаббл.

Зависимость «период—светимость». Классификация звёзд.

#### Практическая часть:

Астрономические наблюдения – наблюдения цефеид, измерение периода светимости, определение блеска звезд, расчет светимости звезды. Определение расстояний до цефеид.

**Тема 4. Белые карлики, нейтронные звёзды, пульсары, новые и сверхновые звёзды**  
Белые карлики, нейтронные звёзды, пульсары, новые и сверхновые звёзды.

Практическая часть:

Просмотр фильмов с последующим обсуждением, астрономические наблюдения двойных звездных систем, включающих белый карлик (таких как Сириус и т.п.), работа с научными публикациями.

**Тема 5. Планеты земной группы и планеты-гиганты. Экзопланеты**

История открытий планет.

Инструменты и проекты изучения экзопланет.

Практическая часть:

Астрономические наблюдения звезд с экзопланетами. Наблюдения транзитов экзопланет, определение орбитального периода. Просмотр фильмов с последующим обсуждением, работа с научными публикациями.

**Раздел 3. «Информация, сети, алгоритмы, дистанционные методы»**

**Тема 1. Освоение технологии дистанционных наблюдений (программы «Faulkes Telescopes», HOU – Univ. Of California)**

Практическая часть:

Дистанционные наблюдения на телескопах Faulkes, обработка результатов наблюдений, работа по подготовке публикаций по итогам наблюдений.

**Тема 2. Дистанционные научные издания**

Практическая часть:

Работа с дистанционными научными публикациями.

**Раздел 4. «Моделирование в исследованиях природы и общества»**

**Тема 1. Освоение и работа с пакетами MAPLE и MatLab**

Основы работы в системах компьютерной алгебры. Программные пакеты MAPLE и Matlab.

Практическая часть:

Вычислительная практика в пакетах MAPLE и MatLab

**Тема 2. Основы фрактальной математики**

Понятие фрактала. Фрактальная математика.

**Раздел 5. «История российской культуры, науки и цивилизации»**

Знаковые открытия в российской науке. Личности, внесшие вклад в российскую культуру и науку. Взаимосвязь понятий «культура» и «цивилизация». Достижения современной отечественной науки.

**Раздел 6. «Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам»**

Изучение материала. Ответы на вопросы учащихся.

Практическая часть:

Решение задач по изучаемой теме. Решение задач городского и российского туров астрономической олимпиады. Участие в олимпиадах.

Работа над темой исследовательской работы.

## **Раздел 7. «Наблюдательная практика, в т.ч. в ГАО РАН, САО РАН, ИПА РАН, СПбГУ»**

### **Практическая часть:**

Выездная практика: работа со звездными каталогами, работа с каталогами малых тел Солнечной системы. Наблюдения переменных звезд.

On-line наблюдения на телескопах Faulkes.

### **Итоговые занятия**

Подведение итогов. Планирование дальнейшей работы объединения на следующий год.

### **Практическая часть:**

Коллективное обсуждение итогов работы объединения за год. Презентация промежуточных результатов исследовательских работ учащихся.

### **Учебно-массовые мероприятия**

Посещение научных учреждений, исследовательских лабораторий, конференций, участие в конкурсах, олимпиадах районного, городского, всероссийского и международного уровней (по плану, составляемому ежегодно).

## **Планируемые результаты освоения программы 1 года обучения**

### **Предметные**

- знание основ оптической и гамма-астрономии;
- сформированность представления о кинематике систем в нашей галактике;
- способность производить вычисления положения небесных тел;
- способность производить измерения лучевых скоростей и собственных движений небесных тел;
- умение вычислять орбиты небесных тел;
- знание методов вычисления гравитационных возмущений;
- сформированность представления о звездных системах;
- умение определять вид звезд по классификатору;
- сформированность представления об особенностях системы «Земля – Луна»;
- сформированность представления о планетах земной группы, планетах-гигантах, экзопланетах;
- знание основ высокоэнергичной астрофизики;
- сформированность представления о спутниковых системах навигации;
- знание различных технологий наблюдений за небесными телами;
- знание основ программирования, умение работать в вычислительных пакетах MAPLE, MATLAB;
- знание основ фрактальной математики;
- знание некоторых аспектов истории российской культуры, науки и цивилизации;
- владение основными технологиями проведения наблюдений, координатно-временной ориентации;
- умение пользоваться астрономическими каталогами, базами данных;
- способность решать математические, физические, астрономические задачи повышенной сложности;
- сформированность начального навыка самостоятельной творческой и исследовательской работы в области фундаментальных наук (астрономии, физики, информатики, геофизики, математического моделирования)

### **Метапредметные:**

- стремление и способность к комплексному системному самообразованию;
- владение методами работы с научной информацией, литературой, ссылочным аппаратом (использование словарей, справочников, интернет-ресурсов для поиска информации, умение пользоваться архивами и библиотеками научной литературы);

- умение вести дискуссию, формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;
- высокий уровень языковой культуры;
- повышение уровня владения разговорным и академическим английским языком;
- владение культурой публичного выступления;
  - высокий уровень математической культуры;
  - сформированность культуры научного мышления;
- интерес к чтению научной, специальной и художественной литературы;
- умение самостоятельно определять цели обучения, ставить и формулировать новые учебные задачи, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;
- умение самостоятельно планировать пути достижения целей, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;
- умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, строить логическое рассуждение и делать выводы;
- способность к критическому мышлению, здоровому скепсису

#### **Личностные:**

- формирование интереса к науке, чувства гордости за достижения отечественной науки;
- сформированность у учащихся ответственного отношения к самому себе, своему труду;
- сформированность приоритета духовных и интеллектуальных ценностей перед материальными, потребительскими;
- интерес к непрерывному осмыслению, анализу окружающего мира, основанному на научном методе, логике и знаниях;
- сформированность навыков сотрудничества со взрослыми и сверстниками в разных социальных ситуациях, умение не создавать конфликтов и находить выходы из спорных ситуаций, уважение к чужому мнению и позиции;
- повышение социальной активности

**Календарно-тематическое планирование**  
**I год обучения**  
**Группа № \_\_\_\_**

| Дата занятия                                                                                 |                 | Название раздела, темы                                                                                         | Всего (час) | Примечание |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|
| планируе<br>мая                                                                              | фактичес<br>кая |                                                                                                                |             |            |
| <b>Раздел 1. «Механика и геометрия Вселенной – астрометрия и небесная механика»</b>          |                 |                                                                                                                | <b>36</b>   |            |
| <b>Тема 1. Гравитация, движение в центральных полях</b>                                      |                 |                                                                                                                | <b>4</b>    |            |
|                                                                                              |                 | Астрометрия. Гравитационные возмущения                                                                         | 2           |            |
|                                                                                              |                 | Небесная механика. Прогнозирование сближения с околоземными объектами                                          | 2           |            |
| <b>Тема 2. Задача двух тел, законы Кеплера. Расчёты орбит астероида, кометы</b>              |                 |                                                                                                                | <b>6</b>    |            |
|                                                                                              |                 | Задача двух тел, законы Кеплера.                                                                               | 2           |            |
|                                                                                              |                 | Уравнения движения планет. Численное моделирование орбиты                                                      | 2           |            |
|                                                                                              |                 | Уравнения движения планет. Численное моделирование орбиты                                                      | 2           |            |
| <b>Тема 3. Расстояния во Вселенной. Динамические параллаксы. HIPARCOS.</b>                   |                 |                                                                                                                | <b>6</b>    |            |
|                                                                                              |                 | Астрономические шкалы расстояний и времен на основе данных кинематики                                          | 2           |            |
|                                                                                              |                 | Измерение параллаксов ближайших звёзд. Параллакс Солнца.                                                       | 2           |            |
|                                                                                              |                 | Геометрические (тригонометрические), динамические (гравитационные) и физические методы определения параллакса. | 2           |            |
| <b>Тема 4. Координатно-временное обеспечение: VLBI, GPS, ГЛОНАСС, геодезия, геодинамика.</b> |                 |                                                                                                                | <b>6</b>    |            |
|                                                                                              |                 | Спутниковые системы навигации                                                                                  | 2           |            |
|                                                                                              |                 | Геодезический взгляд на мир                                                                                    | 2           |            |
|                                                                                              |                 | Геодинамика как наука о природе глубинных сил и процессов                                                      | 2           |            |
| <b>Тема 5. Звёздные системы. Теорема вириала.</b>                                            |                 |                                                                                                                | <b>8</b>    |            |
|                                                                                              |                 | Звёздные системы: свойства, классификация                                                                      | 2           |            |
|                                                                                              |                 | Звёздные системы.                                                                                              | 2           |            |

|                                                                                       |  |                                                                        |           |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------|-----------|--|
|                                                                                       |  | Галактики и основные их типы                                           | 2         |  |
|                                                                                       |  | Уравнения движения механической системы. Теорема вириала.              | 2         |  |
| <b>Тема 6. Приливы, система Земля-Луна, тесные двойные системы</b>                    |  |                                                                        | <b>6</b>  |  |
|                                                                                       |  | Система Земля-Луна. Приливы, причины приливов                          | 2         |  |
|                                                                                       |  | Система Земля-Луна. Приливы, причины приливов                          | 2         |  |
|                                                                                       |  | Система Земля-Луна. Приливы, причины приливов                          | 2         |  |
| <b>Раздел 2. «Звёзды и планеты»</b>                                                   |  |                                                                        | <b>32</b> |  |
| <b>Тема 1. Гидростатическое равновесие. Стационарные звёзды.</b>                      |  |                                                                        | <b>6</b>  |  |
|                                                                                       |  | Гидростатическое равновесие. Стационарные звёзды.                      | 2         |  |
|                                                                                       |  | Гидростатическое равновесие. Стационарные звёзды.                      | 2         |  |
|                                                                                       |  | Гидростатическое равновесие. Стационарные звёзды.                      | 2         |  |
| <b>Тема 2. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Классификация звёзд.</b>                    |  |                                                                        | <b>6</b>  |  |
|                                                                                       |  | Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Классификация звёзд.                    | 2         |  |
|                                                                                       |  | Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Классификация звёзд.                    | 2         |  |
|                                                                                       |  | Анализ эволюции звезд с помощью диаграммы Герцшпрунга-Рассела          | 2         |  |
| <b>Тема 3. Переменные звёзды. Зависимость «период-светимость».</b>                    |  |                                                                        | <b>4</b>  |  |
|                                                                                       |  | Переменные звёзды. Зависимость «период-светимость».                    | 2         |  |
|                                                                                       |  | Переменные звёзды. Зависимость «период-светимость».                    | 2         |  |
| <b>Тема 4. Белые карлики, нейтронные звёзды, пульсары, новые и сверхновые звёзды.</b> |  |                                                                        | <b>8</b>  |  |
|                                                                                       |  | Белые карлики, нейтронные звёзды, пульсары, новые и сверхновые звёзды. | 2         |  |
|                                                                                       |  | Белые карлики, нейтронные звёзды, пульсары, новые и сверхновые звёзды. | 2         |  |
|                                                                                       |  | Белые карлики, нейтронные звёзды, пульсары, новые и сверхновые звёзды. | 2         |  |
|                                                                                       |  | Белые карлики, нейтронные звёзды, пульсары, новые и сверхновые звёзды. | 2         |  |
| <b>Тема 5. Планеты земной группы и планеты-гиганты. Экзопланеты.</b>                  |  |                                                                        | <b>8</b>  |  |

|                                                                                                                         |  |                                                                         |           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------|-----------|--|
|                                                                                                                         |  | Планеты земной группы и планеты-гиганты. Экзопланеты. История открытия. | 2         |  |
|                                                                                                                         |  | Планеты земной группы и планеты-гиганты. Экзопланеты.                   | 2         |  |
|                                                                                                                         |  | Планеты земной группы и планеты-гиганты. Экзопланеты.                   | 2         |  |
|                                                                                                                         |  | Инструменты и проекты изучения экзопланет.                              | 2         |  |
| <b>Раздел 3. «Информация, сети, алгоритмы, дистанционные методы»</b>                                                    |  |                                                                         | <b>14</b> |  |
| <b>Тема 1. Освоение технологии дистанционных наблюдений (программы «Faulkes Telescopes», HOU – Univ. Of California)</b> |  |                                                                         | <b>12</b> |  |
|                                                                                                                         |  | Освоение технологии дистанционных наблюдений                            | 2         |  |
|                                                                                                                         |  | Освоение технологии дистанционных наблюдений                            | 2         |  |
|                                                                                                                         |  | Освоение технологии дистанционных наблюдений                            | 2         |  |
|                                                                                                                         |  | Освоение технологии дистанционных наблюдений                            | 2         |  |
|                                                                                                                         |  | Освоение технологии дистанционных наблюдений                            | 2         |  |
|                                                                                                                         |  | Освоение технологии дистанционных наблюдений                            | 2         |  |
| <b>Тема 2. Дистанционные научные издания</b>                                                                            |  |                                                                         | <b>2</b>  |  |
|                                                                                                                         |  | Работа с дистанционными научными публикациями                           | 2         |  |
| <b>Раздел 4. «Моделирование в исследованиях Природы и общества»</b>                                                     |  |                                                                         | <b>16</b> |  |
| <b>Тема 1. Освоение и работа с пакетами MAPLE и MatLab</b>                                                              |  |                                                                         | <b>12</b> |  |
|                                                                                                                         |  | Освоение и работа с пакетами MAPLE и MatLab                             | 2         |  |
|                                                                                                                         |  | Освоение и работа с пакетами MAPLE и MatLab                             | 2         |  |
|                                                                                                                         |  | Освоение и работа с пакетами MAPLE и MatLab                             | 2         |  |
|                                                                                                                         |  | Освоение и работа с пакетами MAPLE и MatLab                             | 2         |  |
|                                                                                                                         |  | Освоение и работа с пакетами MAPLE и MatLab                             | 2         |  |
| <b>Тема 2. Основы фрактальной математики</b>                                                                            |  |                                                                         | <b>4</b>  |  |
|                                                                                                                         |  | Основы фрактальной математики                                           | 2         |  |

|                                                                                                              |  |                                                                                                         |           |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|
|                                                                                                              |  | Основы фрактальной математики                                                                           | 2         |  |
| <b>Раздел 5. «История российской культуры, науки и цивилизации»</b>                                          |  |                                                                                                         | <b>4</b>  |  |
|                                                                                                              |  | Знаковые открытия в российской науке. Личности, внесшие вклад в российскую культуру и науку.            | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Взаимосвязь понятий «культура» и «цивилизация». Достижения современной отечественной науки. Духовность. | 2         |  |
| <b>Раздел 6. «Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам».</b> |  |                                                                                                         | <b>16</b> |  |
|                                                                                                              |  | Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам                | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам                | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам                | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам                | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам                | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам                | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам                | 2         |  |
| <b>Раздел 7. «Наблюдательная практика, в т.ч. в ГАО РАН, САО РАН, ИПА РАН, СПбГУ»</b>                        |  |                                                                                                         | <b>16</b> |  |
|                                                                                                              |  | Наблюдательная практика                                                                                 | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Наблюдательная практика                                                                                 | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Наблюдательная практика                                                                                 | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Наблюдательная практика                                                                                 | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Наблюдательная практика                                                                                 | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Наблюдательная практика                                                                                 | 2         |  |
|                                                                                                              |  | Наблюдательная практика                                                                                 | 2         |  |



|                                    |  |                                                                        |            |  |
|------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------|------------|--|
|                                    |  | Наблюдательная практика                                                | 2          |  |
| <b>Итоговые занятия</b>            |  |                                                                        | <b>4</b>   |  |
|                                    |  | Презентация промежуточных результатов исследовательских работ учащихся | 2          |  |
|                                    |  | Презентация промежуточных результатов исследовательских работ учащихся | 2          |  |
| <b>Учебно-массовые мероприятия</b> |  |                                                                        | <b>6</b>   |  |
|                                    |  | Учебно-массовое мероприятие                                            | 2          |  |
|                                    |  | Учебно-массовое мероприятие                                            | 2          |  |
|                                    |  | Учебно-массовое мероприятие                                            | 2          |  |
| <b>72<br/>занятия</b>              |  |                                                                        | <b>144</b> |  |

## **Задачи программы 2-го года обучения**

### **Обучающие:**

- расширить знания в области астрофизики, космологии, теоретической физики;
- познакомить с видами излучений, уравнением переноса;
- ознакомить с основными радиационными механизмами;
- ознакомить с основными свойствами плазмы, гравитационными процессами в космической плазме;
- дать понятие об основах СТО;
- ознакомить с основными понятиями, содержанием и главными следствиями общей теории относительности;
- ознакомить с гравитационным линзированием;
- ознакомить с космологическими моделями;
- обучать методикам обработки массивов информационных данных о природе и обществе;
- дать представление о проблеме сохранения планеты и человечества;
- совершенствовать владение основными технологиями проведения астрономических наблюдений;
- обучать решать математические, физические, астрономические задачи повышенной сложности;
- обучать работе с научной информацией, литературой, ссылочным аппаратом

### **Развивающие:**

- способствовать развитию интеллектуальных способностей подростков и их духовному росту;
- способствовать развитию социальной активности;
- развивать интерес к непрерывному осмыслению, анализу окружающего мира, основанному на научном методе, логике и знаниях;
- развивать интерес к постоянному чтению научной, специальной и художественной литературы;
- развивать элементы и навыки научного критического мышления, здорового скепсиса;
- развивать математическую культуру учащихся;
- создать условия для формирования и стимулирования непрерывного самообразования учащихся;
- развивать языковые навыки учащихся;
- развивать умение вести дискуссию, формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;
- создавать условия для постоянного совершенствования разговорного и академического английского языка;
- совершенствовать навык публичных выступлений.

### **Воспитательные:**

- воспитывать интерес к достижениям отечественной и мировой науки, чувство гордости за достижения отечественной науки;
- воспитывать культуру научного мышления;
- воспитывать у учащихся ответственное отношение к самому себе, своему труду;
- воспитывать умение работать в команде, уважать чужое мнение и позицию;
- воспитывать приоритет духовных и интеллектуальных ценностей перед потребительскими

# СОДЕРЖАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## 2-ГО ГОДА ОБУЧЕНИЯ

### **Раздел 1. «Астрофизика, космология, теоретическая физика»**

#### **Тема 1. Излучение, уравнение переноса**

Уравнение переноса. Коэффициент излучения.

Коэффициент поглощения. Уравнение переноса излучения.

Оптическая толщина. Связь с длиной свободного пробега.

Функция источника.

Формальное решение уравнения переноса.

#### Практическая часть:

Решение задач на уравнение внутреннего состояния звезды, расчет давления, плотности и температуры в звездных ядрах, конвективных зонах и фотосферах звезд, работа с научными публикациями. Знакомство с профессиональными моделирующими программами.

#### **Тема 2. Основные радиационные процессы**

Основные радиационные механизмы, играющие роль в формировании спектров космических объектов.

Ионизационный и рекомбинационный процессы, магнитотормозной механизм, комптоновское рассеяние, черенковское и переходное излучение, двухфотонные процессы.

#### Практическая часть:

Работа с научными публикациями. Наблюдения космических лучей с помощью счетчиков Гейгера, построение графика интенсивности высокоэнергичного космического излучения в зависимости от времени. Изучение связи интенсивности космических лучей с солнечной активностью.

#### **Тема 3. Плазма и её свойства**

Формы плазмы. Свойства и параметры плазмы. Определение плазмы. Классификация.

Температура. Степень ионизации. Плотность. Сложные плазменные явления.

Математическое описание. Флюидная (жидкостная) модель. Кинетическое описание.

Particle-In-Cell (частица в ячейке). Базовые характеристики плазмы.

Частоты. Длины. Скорости. Безразмерные величины.

Современные исследования плазмы.

#### Практическая часть:

Расчет простейших случаев движения космической плазмы в магнитных полях, работа с научными публикациями.

#### **Тема 4. Основы СТО**

Физическая теория пространства и времени. СТО или релятивистская теория, релятивистские эффекты.

Принцип относительности. Принцип постоянства скорости света.

Релятивистский закон сложения скоростей.

Основной закон релятивистской динамики.

Исторический экскурс : А. Эйнштейн, нидерландский физик Х. Лоренц и французский физик А. Пуанкаре.

#### Практическая часть:

Решение элементарных задач СТО.

## **Тема 5. Введение в гравитацию (элементы ОТО и другие теории). Гравитационное линзирование.**

Основные понятия, содержание и главные следствия общей теории относительности (ОТО). Теория систем отсчета.

Анализ проблем ОТО. Понятие о 5-мерной теории гравитации и электромагнетизма.

Гравитационное линзирование малоразмерными массивными объектами. Минимальное фокусное расстояние для разных объектов.

Оценка усиления яркости звезды HD 77581 при линзировании.

Линзирование «черными дырами». Некоторые парадоксы «черных дыр».

Об атмосферном линзировании.

### Практическая часть:

Работа с научными публикациями, астрономические наблюдения усиления яркости звезды при гравитационном линзировании, расчет линзирующей массы. Телескопические наблюдения звезды HD 7758.

## **Тема 6. Космологические модели**

Современное представление о жизни Вселенной.

Ранняя Вселенная. Фридмановские модели. Де-Ситтеровские модели.

Космологическая сингулярность. Планковская эпоха. Эпоха великого объединения.

Эпоха раздувания (инфляции). Эпоха электрослабых взаимодействий. Эпоха кварков.

Эпоха адронов. Эпохи лептонов, нуклеосинтеза, первичной рекомбинации.

Образование первых структур. Образование солнечной системы.

Возможное будущее Вселенной.

### Практическая часть:

Просмотр фильмов с последующим обсуждением, работа с научными публикациями.

## **Раздел 2. «Информация в природе и обществе, обработка данных»**

Информация в неживой природе. Информация в живой природе.

Информация как мера увеличения сложности живых организмов. Информационные сигналы. Генетическая информация. Человек и информация. Информационные процессы в технике.

### Практическая часть:

Работа с научными публикациями, обсуждение. Просмотр научно-популярных фильмов.

## **Раздел 3. «Духовность и культура»**

Внутренний духовный мир личности как внутренняя Вселенная. Философское осмысление мира и человека. Взаимосвязь науки и философии.

Проблемы сохранения планеты и человечества. Космические влияния на эволюцию, жизнь и интеллект.

## **Раздел 4. «Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам»**

Теоретический разбор избранных тем.

### Практическая часть:

Решение задач по теме. Решение задач городского и российского туров олимпиад по физике, математике. Работа над темой исследовательской работы.

## **Раздел 5. «Наблюдательная практика, в т.ч. в ГАО РАН, САО РАН, ИПА РАН, СПбГУ»**

### Практическая часть:

Работа со звездными каталогами, работа с каталогами малых тел Солнечной системы.

Наблюдения переменных звезд. Наблюдения околоземных астероидов.

On- и Off-line наблюдения на телескопах Faulkes.  
Подготовка и обсуждение научных публикаций.

### **Итоговые занятия**

#### Практическая часть:

Коллективное обсуждение итогов работы объединения за год.  
Презентация результатов исследовательских работ учащихся.

### **Учебно-массовые мероприятия**

Посещение научных учреждений, исследовательских лабораторий, конференций, участие в конкурсах, олимпиадах районного, городского, всероссийского, международного уровней (по плану, составляемому ежегодно).

### **Планируемые результаты освоения программы 2 года обучения**

#### **Предметные:**

- расширение знаний в области астрофизики, космологии, теоретической физики;
- знание видов излучений, уравнения переноса;
- сформированность представления об основных радиационных механизмах;
- сформированность представления об основных свойствах плазмы, гравитационных процессах в космической плазме;
- знание основ СТО;
- знание основных понятий, содержания и главных следствий общей теории относительности;
- сформированность представления о гравитационном линзировании;
- сформированность представления о космологических моделях;
- владение методиками обработки массивов информационных данных о природе и обществе;
- сформированность представления о проблеме сохранения планеты и человечества;
- знание основных технологий проведения астрономических наблюдений;
- владение основными технологиями проведения астрономических наблюдений;
- умение решать математические, физические, астрономические задачи повышенной сложности (олимпиадного уровня);
- сформированность представления о месте человека во Вселенной

#### **Метапредметные:**

- стремление и способность к комплексному системному самообразованию;
- владение методами работы с научной информацией, литературой, ссылочным аппаратом (использование словарей, справочников, интернет-ресурсов для поиска информации, умение пользоваться архивами и библиотеками научной литературы);
- повышение уровня языковой культуры;
- умение вести дискуссию, формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение;
- совершенствование навыка публичных выступлений;
- повышение уровня владения разговорным и академическим английским языком;
- повышение уровня математической культуры учащихся;
- интерес к чтению научной, специальной и художественной литературы;
- способность к критическому мышлению, здоровому скепсису

#### **Личностные:**

- сформированность интереса к науке, чувства гордости за достижения отечественной науки;
- сформированность у учащихся ответственного отношения к самому себе, своему труду;

- сформированность приоритета духовных и интеллектуальных ценностей перед материальными, потребительскими;
- интерес к непрерывному осмыслению, анализу окружающего мира, основанному на научном методе, логике и знаниях;
- сформированность навыков сотрудничества со взрослыми и сверстниками в разных социальных ситуациях, умение не создавать конфликтов и находить выходы из спорных ситуаций, уважение к чужому мнению и позиции

### Календарно-тематическое планирование

II год обучения

Группа № \_\_\_\_

| Дата занятия                                                     |              | Название раздела, темы                                                                        | Всего (час) | Примечание |
|------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|
| планируе мая                                                     | фактичес кая |                                                                                               |             |            |
| <b>Раздел 1. «Астрофизика, космология, теоретическая физика»</b> |              |                                                                                               | <b>94</b>   |            |
| Тема 1. Излучение, уравнение переноса                            |              |                                                                                               | <b>9</b>    |            |
|                                                                  |              | Уравнение переноса. Коэффициент излучения.                                                    | 3           |            |
|                                                                  |              | Коэффициент поглощения                                                                        |             |            |
|                                                                  |              | Уравнение переноса излучения.                                                                 | 3           |            |
|                                                                  |              | Оптическая толщина. Связь с длиной свободного пробега                                         |             |            |
|                                                                  |              | Знакомство с профессиональными моделирующими программами.                                     | 3           |            |
| <b>Тема 2. Основные радиационные процессы</b>                    |              |                                                                                               | <b>9</b>    |            |
|                                                                  |              | Основные радиационные механизмы, играющие роль в формировании спектров космических объектов.  | 2           |            |
|                                                                  |              | Ионизационный и рекомбинационный процессы, магнитотормозной механизм, комптоновское рассеяние | 2           |            |
|                                                                  |              | Черенковское и переходное излучение, двухфотонные процессы.                                   | 1           |            |
|                                                                  |              | Наблюдения космических лучей с помощью счетчиков Гейгера                                      | 1           |            |
|                                                                  |              | Изучение связи интенсивности космических лучей с солнечной активностью.                       | 3           |            |
| <b>Тема 3. Плазма и её свойства</b>                              |              |                                                                                               | <b>16</b>   |            |
|                                                                  |              | Формы плазмы. Свойства и параметры плазмы. Классификация.                                     | 2           |            |
|                                                                  |              | Температура. Степень ионизации. Плотность. Сложные плазменные явления                         | 2           |            |
|                                                                  |              | Математическое описание. Флюидная (жидкостная) модель. Кинетическое                           | 2           |            |

|                                                                                                   |  |                                                                                |           |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|
|                                                                                                   |  | описание.                                                                      |           |  |
|                                                                                                   |  | Частоты. Длины. Скорости.<br>Безразмерные величины.                            | 2         |  |
|                                                                                                   |  | Современные исследования плазмы.                                               | 2         |  |
|                                                                                                   |  | Решение задач                                                                  | 3         |  |
|                                                                                                   |  | Работа с научными публикациями.                                                | 3         |  |
| <b>Тема 4. Основы СТО.</b>                                                                        |  |                                                                                | <b>21</b> |  |
|                                                                                                   |  | Физическая теория пространства и времени. СТО или релятивистская теория        | 3         |  |
|                                                                                                   |  | Физическая теория пространства и времени. СТО или релятивистская теория        | 3         |  |
|                                                                                                   |  | Принцип относительности. Принцип постоянства скорости света.                   | 3         |  |
|                                                                                                   |  | Релятивистский закон сложения скоростей.                                       | 3         |  |
|                                                                                                   |  | Основной закон релятивистской динамики.                                        | 3         |  |
|                                                                                                   |  | Решение элементарных задач СТО.                                                | 3         |  |
|                                                                                                   |  | Решение элементарных задач СТО.                                                | 3         |  |
| <b>Тема 5. Введение в гравитацию (элементы ОТО и другие теории). Гравитационное линзирование.</b> |  |                                                                                | <b>25</b> |  |
|                                                                                                   |  | Основные понятия, содержание и главные следствия общей теории относительности. | 2         |  |
|                                                                                                   |  | Основные понятия, содержание и главные следствия общей теории относительности. | 2         |  |
|                                                                                                   |  | Теория систем отсчета.                                                         | 2         |  |
|                                                                                                   |  | Анализ проблем ОТО. Понятие о 5-мерной теории гравитации и электромагнетизма.  | 2         |  |
|                                                                                                   |  | Анализ проблем ОТО. Понятие о 5-мерной теории гравитации и электромагнетизма.  | 2         |  |
|                                                                                                   |  | Гравитационное линзирование малоразмерными массивными объектами.               | 2         |  |
|                                                                                                   |  | Линзирование «черными дырами». Некоторые парадоксы «черных дыр».               | 2         |  |
|                                                                                                   |  | Об атмосферном линзировании.                                                   | 2         |  |

|                                                                                                             |  |                                                                                                |           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|
|                                                                                                             |  | Работа с научными публикациями                                                                 | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Работа с научными публикациями                                                                 | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Астрономические наблюдения усиления яркости звезды при гравитационном линзировании             | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Телескопические наблюдения                                                                     | 3         |  |
| <b>Тема 6. Космологические модели</b>                                                                       |  |                                                                                                | <b>14</b> |  |
|                                                                                                             |  | Современное представление о жизни Вселенной.                                                   | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Ранняя Вселенная. Фридмановские модели. Де-Ситтеровские модели. Космологическая сингулярность. | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Планковская эпоха. Эпоха великого объединения. Эпоха раздувания (инфляции).                    | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Эпоха электрослабых взаимодействий. Эпоха кварков. Эпоха адронов.                              | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Эпохи лептонов, нуклеосинтеза, первичной рекомбинации. Образование первых структур.            | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Образование солнечной системы.                                                                 | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Возможное будущее Вселенной.                                                                   | 2         |  |
| <b>Раздел 2. «Информация в природе и обществе, обработка данных»</b>                                        |  |                                                                                                | <b>10</b> |  |
|                                                                                                             |  | Информация в неживой природе.                                                                  | 1         |  |
|                                                                                                             |  | Информация в живой природе.                                                                    | 1         |  |
|                                                                                                             |  | Информация как мера увеличения сложности живых организмов.                                     | 1         |  |
|                                                                                                             |  | Информационные сигналы.                                                                        | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Генетическая информация.                                                                       | 1         |  |
|                                                                                                             |  | Человек и информация.                                                                          | 1         |  |
|                                                                                                             |  | Информационные процессы в технике.                                                             | 3         |  |
| <b>Раздел 3. «Духовность и культура»</b>                                                                    |  |                                                                                                | <b>8</b>  |  |
|                                                                                                             |  | Внутренний духовный мир личности как внутренняя Вселенная.                                     | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Философское осмысление мира и человека.                                                        | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Проблемы сохранения планеты и человечества.                                                    | 2         |  |
|                                                                                                             |  | Космические влияния на эволюцию, жизнь и интеллект.                                            | 1         |  |
|                                                                                                             |  | Космические влияния на эволюцию, жизнь и интеллект.                                            | 1         |  |
| <b>Раздел 4. «Дополнительные главы математики и физики. Подготовка к поступлению в ВУЗы и к олимпиадам»</b> |  |                                                                                                | <b>18</b> |  |



|                                                                                       |  |                                                                             |            |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------|------------|--|
|                                                                                       |  | Решение задач городского и российского туров олимпиад по физике, математике | 3          |  |
|                                                                                       |  | Решение задач городского и российского туров олимпиад по физике, математике | 3          |  |
|                                                                                       |  | Решение задач городского и российского туров олимпиад по физике, математике | 2          |  |
|                                                                                       |  | Решение задач городского и российского туров олимпиад по физике, математике | 2          |  |
|                                                                                       |  | Работа над темой исследовательской работы.                                  | 2          |  |
|                                                                                       |  | Работа над темой исследовательской работы.                                  | 2          |  |
|                                                                                       |  | Работа над темой исследовательской работы.                                  | 2          |  |
|                                                                                       |  | Работа над темой исследовательской работы.                                  | 2          |  |
| <b>Раздел 5. «Наблюдательная практика, в т.ч. в ГАО РАН, САО РАН, ИПА РАН, СПбГУ»</b> |  |                                                                             | <b>8</b>   |  |
|                                                                                       |  | Наблюдательная практика                                                     | 2          |  |
|                                                                                       |  | Наблюдательная практика                                                     | 2          |  |
|                                                                                       |  | Наблюдательная практика                                                     | 2          |  |
|                                                                                       |  | Наблюдательная практика                                                     | 2          |  |
| <b>Итоговые занятия</b>                                                               |  |                                                                             | <b>2</b>   |  |
|                                                                                       |  | Презентация результатов исследовательских работ учащихся                    | 1          |  |
|                                                                                       |  | Презентация результатов исследовательских работ учащихся                    | 31         |  |
| <b>Учебно-массовые мероприятия</b>                                                    |  |                                                                             | <b>4</b>   |  |
|                                                                                       |  | Учебно-массовое мероприятие                                                 | 2          |  |
|                                                                                       |  | Учебно-массовое мероприятие                                                 | 2          |  |
|                                                                                       |  |                                                                             | <b>144</b> |  |

## Оценочные и методические материалы

### Оценочные материалы

#### Система контроля результативности обучения

| Вид контроля                 | Срок                                                 | Форма выявления                                                                                       | Форма фиксации                                                                                                                                                                  | Форма предъявления результатов                                                                                                                                               |
|------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПРЕДМЕТНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ</b> |                                                      |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                              |
| <i>Входной</i>               | Сентябрь 1-года обучения                             | Педагогическое наблюдение, беседа, анализ качества выполнения практических заданий                    | Протокол фиксации результатов входного контроля.<br>Универсальная диагностическая карта ЦДЮТТ                                                                                   | Протокол фиксации результатов входного контроля.<br>Универсальная диагностическая карта ЦДЮТТ                                                                                |
| <i>Текущий</i>               | В течение 1,2 учебного года                          | Опрос, анализ качества выполнения практических заданий, участие в дискуссиях                          | Тетрадь наблюдений педагога                                                                                                                                                     | Тетрадь наблюдений педагога                                                                                                                                                  |
| <i>Промежуточный</i>         | По окончании изучения каждой темы (1,2 год обучения) | Опрос, анализ качества выполнения практических заданий, дискуссии                                     | Информационная карта                                                                                                                                                            | Информационная карта                                                                                                                                                         |
|                              | Декабрь 1,2 года обучения                            | Опрос, дискуссия, анализ качества выполнения практических заданий. Участие в олимпиадах, конференциях | Универсальная диагностическая карта ЦДЮТТ<br>Протокол фиксации результатов промежуточного контроля<br>Дипломы, сертификаты конференций, олимпиад.<br>Публикации работ учащихся. | Универсальная диагностическая карта ЦДЮТТ<br>Протокол фиксации результатов промежуточного контроля<br>Дипломы, сертификаты конференций, олимпиад. Публикации работ учащихся. |

|                                     |                                                               |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | Май<br>1 года<br>обучения                                     | Опрос, дискуссия, анализ качества выполнения практических заданий. Участие в олимпиадах, конференциях | Протокол фиксации результатов промежуточного контроля.<br>Универсальная диагностическая карта ЦДЮТТ.<br>Дипломы, сертификаты конференций, олимпиад.<br>Публикации работ учащихся.                        | Протокол фиксации результатов промежуточного контроля.<br>Универсальная диагностическая карта ЦДЮТТ.<br>Дипломы, сертификаты конференций, олимпиад. Публикации работ учащихся.                        |
| <i>Итогов<br/>ый</i>                | Май<br>2 -го года<br>обучения                                 | Участие в олимпиадах, конференциях. Презентация результатов исследовательской работы                  | Универсальная диагностическая карта ЦДЮТТ.<br>Протокол фиксации результатов итогового контроля.<br>Дипломы, сертификаты конференций, олимпиад.<br>Публикации работ учащихся.<br>Исследовательские работы | Универсальная диагностическая карта ЦДЮТТ.<br>Протокол фиксации результатов итогового контроля.<br>Дипломы, сертификаты конференций, олимпиад. Публикации работ учащихся.<br>Исследовательские работы |
| <b>ЛИЧНОСТНЫЕ КАЧЕСТВА УЧАЩИХСЯ</b> |                                                               |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                       |
| <i>Входной</i>                      | Сентябрь<br>1-года<br>обучения                                | Педагогическое наблюдение, беседа                                                                     | Универсальная диагностическая карта ЦДЮТТ.<br>Информационная карта                                                                                                                                       | Универсальная диагностическая карта ЦДЮТТ<br>Информационная карта                                                                                                                                     |
| <i>Текущий</i>                      | В течение<br>1,2<br>учебного<br>года                          | Педагогическое наблюдение                                                                             | Тетрадь наблюдений педагога                                                                                                                                                                              | Тетрадь наблюдений педагога                                                                                                                                                                           |
| <i>Промеж<br/>точный</i>            | Декабрь<br>1,2 года<br>обучения.<br>Май<br>1 года<br>обучения | Педагогическое наблюдение, беседа, заполнение карт самооценки                                         | Универсальная диагностическая карта ЦДЮТТ<br>Информационная карта.<br>Карты самооценки                                                                                                                   | Аналитическая справка<br>Универсальная диагностическая карта ЦДЮТТ<br>Информационная карта<br><br>Аналитическая справка                                                                               |

|                                     |                                                                |                                                                |                                                                                              |                                                                                                   |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Итогов<br/>ый</i>                | Май<br>2-го года<br>обучения                                   | Педагогическое<br>наблюдение,<br>заполнение карт<br>самооценки | Универсальная<br>диагностическая карта<br>ЦДЮТТ<br>Информационная карта.<br>Карты самооценки | Аналитическая справка<br>Универсальная<br>диагностическая карта<br>ЦДЮТТ.<br>Информационная карта |
| <b>ВЗАИМООТНОШЕНИЯ В КОЛЛЕКТИВЕ</b> |                                                                |                                                                |                                                                                              |                                                                                                   |
| <i>Входной</i>                      | Октябрь<br>1-года<br>обучения                                  | Педагогическое<br>наблюдение                                   | Тетрадь наблюдений<br>педагога                                                               | Тетрадь наблюдений<br>педагога                                                                    |
| <i>Текущий</i>                      | В течение<br>1,2<br>учебного<br>года                           | Педагогическое<br>наблюдение                                   | Тетрадь наблюдений<br>педагога                                                               | Тетрадь наблюдений<br>педагога                                                                    |
| <i>Промеж<br/>точный</i>            | Декабрь<br>1, 2 года<br>обучения.<br>Май<br>1 года<br>обучения | Педагогическое<br>наблюдение                                   | Тетрадь наблюдений<br>педагога                                                               | Аналитическая справка                                                                             |
| <i>Итогов<br/>ый</i>                | Май<br>2-го года<br>обучения                                   | Педагогическое<br>наблюдение                                   | Тетрадь наблюдений<br>педагога                                                               | Аналитическая справка.                                                                            |

Универсальная диагностическая карта, разработанная для всех педагогов ЦДЮТТ, включает в себя образовательный и воспитательный компонент и содержит 6 параметров: самостоятельность при выполнении заданий, сложность выполненных заданий, качество выполнения заданий, культура поведения, творческие способности, активность на занятиях в коллективе. Каждый из параметров оценивается по 4-ём уровням: 2 балла - самый низкий уровень, 5 баллов – наивысший уровень.

Кроме того, фиксация результатов входного контроля осуществляется по трем параметрам: теоретические знания по предмету, владение средой моделирования MATLAB, математические компетенции. Фиксация результатов промежуточного и итогового контроля на 1-ом году освоения программы производится по 5 параметрам: теоретическая подготовка, практическая подготовка, личностные и поведенческие качества, навыки решения задач, опыт исследования; на 2-ом году по параметрам: теоретическая подготовка, практическая подготовка, навыки программирования, математические компетенции, исследовательская работа. Каждый параметр оценивается по трехбалльной шкале: 1 – низкий уровень, 2 – средний, 3 – высокий. Заполнение происходит в программе Excel, производится подсчет количества учащихся, находящихся на том или ином уровне освоения программы.

Диагностика уровня личностного развития учащихся производится 3 раза в год по следующим параметрам: культура поведения, творческие способности, активность на занятиях в коллективе, умение работать в коллективе, ответственность, стремление к самообразованию, духовное развитие, мыслительные навыки.

Итоги диагностики педагог заносит в информационную карту, специально разработанную для данной программы, используя следующую шкалу:

*Оценка параметров*

Начальный уровень - 1 балл

*Уровень*

8- 11 баллов – начальный уровень

Средний уровень – 2 балла  
Высокий уровень – 3 балла

12 – 20 баллов – средний уровень  
21-24 балла – высокий уровень

## Методические материалы

### Используемые методы, приемы, технологии

#### **Методы обучения:**

- словесный (устное изложение, беседа, рассказ, объяснение и т.д.)
- наглядный (наблюдение, показ (выполнение) педагогом, работа по образцу и др.)
- практический (выполнение работы самостоятельно)
- объяснительно-иллюстративный – учащиеся воспринимают и усваивают (запоминают) готовую информацию
- репродуктивный – учащиеся воспроизводят полученные знания и освоенные способы деятельности, работая по шаблону;
- частично-поисковый – работа с элементами самостоятельного поиска.

**Методы воспитания:** беседы, метод примера, педагогическое требование, побуждение, создание воспитательных ситуаций, соревнование, поощрение.

**Методы контроля** - контрольные задания, участие в олимпиадах, конференция и др.

**Основные приемы:** рассказ, беседа, практическая работа, демонстрация практических приемов работы, просмотр видео, устный обучающий контроль, дискуссия, проблемная постановка вопроса, элемент взаимообучения, решение задач.

#### Используемые современные педагогические технологии:

- информационно-коммуникационные (использование компьютерных программ – систем компьютерной алгебры, программ дистанционных наблюдений и др.; работа с электронными каталогами и т.д.)
- проектная деятельность (разработка учащимися научно-исследовательских проектов)
- личностно-ориентированные технологии (учет индивидуальных особенностей и интересов учащихся при подборе заданий, построении образовательного маршрута)

Основной формой предъявления результата в области предметных достижений является разработка и защита каждым учащимся научно-исследовательского проекта. При собеседовании и тестировании в начале обучения выявляется преимущественная склонность подростка к одному из трех типов:

- 1) гуманитарному,
- 2) образно-физическому,
- 3) абстрактно-математическому.

Так, например, учащийся, принадлежащий к первому типу, может быть ориентирован на изучение проблем, связанных с историей или философией науки. И получить, к примеру, задание исследовать влияние философии Кьеркегора на способ осмысления актуальных проблем физики начала 20 века, и на развитие квантовой механики в частности. Подросток второго типа может выбрать тему, связанную с изучением астрофизических механизмов звездного излучения, проблем солнечной активности, межзвездной среды и т.п. Учащийся третьего типа ориентируется на изучение и применение методов математической статистики, обработки данных наблюдений, расчет орбит, изучение эволюций спутников планет Солнечной системы и т.д.

- дистанционное обучение

Темп современной жизни и загруженность школьников основной программой не позволяет в полной мере использовать все возможности и преимущества очной

встречи работы в объединении для обсуждения возникших проблем, поиска путей их решения, изучения разделов астрономии и физики. Поэтому с целью выполнения программы, поддержания интенсивности работы и достижения ожидаемого результата используется способ дистанционного обучения через Интернет. В оперативном режиме обсуждаются проблемы, выбирается маршрут дальнейшего движения, пересылается необходимая научная литература в электронном виде (учебники, монографии, статьи), а также производится мониторинг текущего состояния научного исследования, над которым работает учащийся.

### **Дидактические средства**

Аудио- и видеоматериалы

задачники

мультимедийные презентации

литература по темам (по физике, астрономии, истории, географии, религии и др.)

программы «Faulkes Telescopes», HOU- Univ.of California

астрономические моделирующие программы

пакеты Maple, Matlab

## Информационные источники

### Список литературы на 1 год обучения

#### Для педагога:

1. Алешкевич А.С. Самостоятельные работы по астрономии. - Минск, «Народная асвета», 1980.
2. Горбачкий В.Г. Газодинамические неустойчивости в астрофизических системах, 1999.
3. Горбачкий В.Г. Космическая газодинамика - Наука, 1977.
4. «Земля и Вселенная», комплект журналов
5. Саакян Г.С. Равновесные конфигурации вырожденных газовых масс – Наука, 1972.
6. Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики – Наука, 1985.
7. Шапиро С., Тюкольски С. Чёрные дыры, белые карлики и нейтронные звёзды (в двух частях), часть 1 - Мир, 1985.
8. Beskin et al. (eds.) Accretion discs, jets and high energy phenomena in astrophysics (сборник статей).
9. Cravens T. Physics of solar system plasmas (CUP, 2012).
10. Dyson J., Williams D. The physics of the interstellar medium (2nd ed.), 1997.
11. Inogamov N. The role of Rayleigh-Taylor and Richtmyer-Meshkiv instabilities in astrophysics(eng, Astrophys. Space Phys., 1999)
12. LeVeque R., Mihalas D., Dorfi E., Muller E. Computational Methods for Astrophysical Fluid Flow, 1998.
13. Salaris M., Cassisi S. Evolution of stars and stellar populations - Wiley, 2005.  
<http://www.astronet.ru>  
<http://www.astrotop.ru>  
<http://www.nasa.gov>
14. Старкман Гленн, Шварцман Доминик. Хорошо ли настроена Вселенная? \ В мире науки (Scientific American). – М., N11 2005, с.28-35
15. Тегмарк Макс. Параллельные Вселенные. / В мире науки. Scientific American. – М.: N8, 2003, с.23-33
16. Троицкий В.С. Внеземные цивилизации и опыт. // Астрономия и современная картина мира. - М., 1996. - 247 с.
17. Федингин Е.И. Опыт использования электронных энциклопедий и Internet для активизации самостоятельной работы по астрономии. // Современная астрономия и методика ее преподавания. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции 2004 г., РГПУ им. А.И.Герцена. – СПб, 2004
18. Цесевич В.П. Что и как наблюдать на небе. – М., «Наука», 1984, 303 с.
19. Цицын Ф.А. Астрономическая картина мира: новые аспекты. // Астрономия и современная картина мира. - М., 1996. - 247 с.
20. Чурюмов К.И. Визуальные наблюдения комет. // Новые технологии в преподавании астрономии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Нижний Новгород, 2003

#### Для учащихся:

1. Ахундов М.Д., Баженов Л.Б. Эволюция Вселенной, причинность и нелинейность. // Астрономия и современная картина мира. - М., 1996. - 247 с.

2. Борзенко И. М., Кувакин В. А., Кудишина А. А. Человечность человека. Основы современного гуманизма. М., Российское Гуманистическое Общество (РГО), 2005; «Светский союз». Альманах, Издание РГО, вып. 6, 2007.
3. Бубликов С.В., Молеваник С.П. Возможности изучения проблем космической безопасности Земли на уроках решения задач по физике. // Физика в школе и вузе. Международный сборник научных статей. Вып. – СПб, 2004
4. Ван дер Варден Б.Л. Математическая статистика. – М., 1960
5. В защиту науки. Бюллетень 1. – М.: Наука, 2006.
6. Гинзбург В. Л. О науке, о себе и о других. 3–е изд. М.: Физматлит, 2004.
7. Горбацкий В.Г. Лекции по истории астрономии. – СПб, Издательство С-Петербургского университета, 2003. 256 с.
8. Еремеева А.И. Астрономическая картина мира и научные революции. // Вселенная, астрономия, философия. – М., 1988. – С. 169-180.
9. «Здравый смысл», журнал - Орган Российского Гуманистического Общества (РГО), М., №№ 1-41, 1997–2006.
10. Кругляков Э. П. Ученые с большой дороги. М.: Наука, 2001.
11. Кругляков. Э. П. Ученые с большой дороги — 2. М.: Наука, 2005.
12. Фейнберг Е. Л. Две культуры. Интуиция и логика в искусстве и науке. М.: Наука, 1992; Фрязино: «Век 2», 2004

## **На 2 год обучения**

### **Для педагога:**

1. Горбацкий В.Г. Газодинамические неустойчивости в астрофизических системах, 1999.
2. Горбацкий В.Г. Космическая газодинамика – М, Наука, 1977.
3. «Земля и Вселенная», подборка журналов
4. Кунце Х.-И. Методы физических измерений. - М., Мир, 1989
5. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии. – М., УРСС, 2004
6. Левитан Е.П. Дидактика астрономии. - М., УРСС, 2004.
7. Морозов А.Г., Хоперсков А.В. Физика дисков - ВолГУ, 2005.
8. Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики – М, Наука, 1985.
9. Шапиро С., Тюкольски С. Чёрные дыры, белые карлики и нейтронные звёзды (в двух частях), часть 1 – М., Мир, 1985.
10. Beskin et al. (eds.) Accretion discs, jets and high energy phenomena in astrophysics (сборник статей).
11. Celebonovic V., Daepfen W., Gough D. (eds.) Equation-of-State and Phase-Transition Issues in Models of Ordinary Astrophysical Matter.
12. Cravens T. Physics of solar system plasmas (CUP, 1997).
13. Dyson J., Williams D. The physics of the interstellar medium (2nd ed.), 1997.
14. Harwit M. Astrophysical concepts (3ed., Springer).
15. Inogamov N. The role of Rayleigh-Taylor and Richtmyer-Meshkiv instabilities in astrophysics(eng, Astrophys. Space Phys., 1999)
16. Karshenboim S.G., Peik E. (eds.) Astrophysics, clocks and fundamental constant, 2004.
17. LeVeque R., Mihalas D., Dorfi E., Muller E. Computational Methods for Astrophysical Fluid Flow, 1998.
18. Salaris M., Cassisi S. Evolution of stars and stellar populations - Wiley, 2005.

### **Для учащихся:**

1. Астрономия: век XXI. Ред.-сост. В.Г. Сурдин. – Фрязино: Век-2, 2007.



2. Вайнберг С. Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной. – М.: Энергоиздат, 1981.
3. Гриб А.А. Концепции современного естествознания. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003.
4. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика.- Фрязино: Век 2, 2006.
5. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц.- М.: Едиториал УРСС, 2002.
6. Клапдор-Клайнгротхаус Г.В., Цюбер К. Астрофизика элементарных частиц. - М.: Ред. журн. УФН, 2000.
7. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии.- М.: Едиториал УРСС, 2001.
8. Лайтман А., Пресс С., Прайс Р., Тюкольски С. – Сборник задач по теории относительности и гравитации.- М.: Мир, 1979.
9. Новиков И.Д. Как взорвалась Вселенная.- М.: Наука ФМ, 1988.
10. Рис М., Руффини Р., Уилер Дж. Черные дыры, гравитационные волны и космология.- М.: Мир, 1977.
11. Розенталь И.Л. Элементарные частицы и структура Вселенной.- М.: Наука, 1984.
12. Савельев И.В.. Курс общей физики в 5 тт.- М.: АСТ, 2003-2007.
13. Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении.- М.: Едиториал УРСС, 2002.
14. Сурдин В.Г. Рождение звезд.- М.: УРСС, 2001.
15. Birks, J. B. *Rutherford at Manchester* . New York: Benjamin, 1962.
16. Brown, Dan. *Angels & Demons* . New York: Atria Books, 2000.
17. Carroll, Lewis. *Through the Looking-Glass, and What Alice Found there* . London
18. Chown, Marcus. *The Magic Furnace: the Search for the Origins of Atoms*. Oxford: Oxford University Press, 2001
- Close, F. E. *Neutrino* . Oxford: Oxford University Press, 2010
19. Fukuda, Y., T. Hayakawa, E. Ichihara, et al. «Measurements of the Solar Neutrino Flux from Super– Kamiokande’s First 300 Days». *Physical Review Letters* 81, no. 6 (1998): 1158–1162.
20. Hofstadter, Douglas R. *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid* . New York: Basic Books, 1979.
21. James, Laylin K. *Nobel Laureates in Chemistry, 1901–1992* . Washington, DC: American Chemical Society, 1993.
22. Rutherford, E. «The Scattering of a and b Particles by Matter and the Structure of the Atom». *Philosophical Magazine* 21 (1911): 669–688.
23. Tuniz, Claudio. *Radioactivity: A Very Short Introduction*. Oxford: Oxford University Press, 2012.
24. Wald, G. «the Origin of Optical Activity». *Annals of the New York Academy of Science* 69, no. 2 (1957): 352–368.
25. Xue, L., and the STAR Collaboration. «Observation of the Antimatter Helium- 4 Nucleus at the RHIC». *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics* 38, no. 12 (2011): 124072.

### Интернет-источники

<http://www.astronet.ru>  
<http://www.astrotop.ru>  
[www.spaceweather.com](http://www.spaceweather.com)  
[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)  
<http://www.universetoday.com>

