

Министерство образования и науки Мурманской области
Государственное автономное нетиповое образовательное учреждение Мурманской
области «Центр образования «Лапландия»
Центр выявления и поддержки одарённых детей и молодёжи
«Полярная звезда»

ПРИНЯТО
экспертным советом
ЦВиПОДиМ «Полярная звезда»
Протокол от «07» мая 2024 г. № 12

УТВЕРЖДЕНА
Приказом ГАНОУ МО
«ЦО «Лапландия»
от «15» мая 2024 г. №695

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
«Астрономический практикум»

Возраст учащихся: **14-17 лет**
Срок реализации программы: **4 месяца**

Составитель:
Белоушко Константин Евгеньевич,
педагог дополнительного образования,
филиал ФГКОУ «Нахимовское военно-
морское ордена Почёта училище МО РФ»
в г. Мурманске

Пояснительная записка

Область применения программы

Программа направлена на формирование навыков решения олимпиадных теоретических и практических заданий по астрономии, умения планировать и проводить самостоятельные астрономические наблюдения, обрабатывать данные дистанционного зондирования и различных наблюдений, в том числе полученных с помощью космических аппаратов, проведения расчетов и формулировки выводов по результатам наблюдений.

Направленность (профиль) программы: естественнонаучная.

Уровень программы – продвинутый.

Нормативно-правовая база разработки и реализации программы

Программа разработана в соответствии:

- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;

Актуальность, педагогическая целесообразность программы

Астрономический практикум необходим для глубокого понимания теоретического материала, развития аналитического мышления, астрономического кругозора. Задания практического тура Всероссийской олимпиады по астрономии подразумевают владение разнообразными навыками по обработки данных наблюдений, анализу графиков зависимостей, работе с фотографическими изображениями объектов и явлений, анализа и интерпретации результатов астрономических наблюдений, в том числе с космических аппаратов. Полученные навыки будут полезны обучающимся также и при выполнении исследовательских проектов. Во время проведения занятий предусматривается также разбор олимпиадных заданий прошлых лет и решение расчетных задач.

Особенности программы.

Отличительная особенность программы состоит в том, что она ориентирована не только на решение задач повышенного уровня, но и на выполнение заданий практикума и предусматривает проведение астрономических наблюдений и работы с различными необходимыми для этого приборами и устройствами (бинокль, телескоп, теодолит, секстант и т.д.).

Цель программы: совершенствование у обучающихся навыков выполнения практических и теоретических заданий всероссийской олимпиады школьников (далее – ВсОШ) и перечневых олимпиад по астрономии.

Задачи программы

Обучающие:

- осознание принципиальной роли астрономии в познании фундаментальных законов природы и формировании современной естественнонаучной картины мира;
- совершенствование знаний о физической природе небесных тел и систем, строении и эволюции Вселенной, пространственных и временных масштабах Вселенной, наиболее важных астрономических открытиях, определивших развитие науки и техники;
- совершенствование навыков объяснять видимое положение и движение небесных тел принципами определения местоположения и времени по астрономическим объектам, навыками практического использования компьютерных приложений для определения вида звездного неба в конкретном пункте для заданного времени;
- совершенствование познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний по астрономии с использованием различных источников информации и современных информационных технологий;
- использование приобретенных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни;
- формирование навыков использования естественнонаучных и особенно физико-математических знаний для объективного анализа устройства окружающего мира на примере достижений современной астрофизики, астрономии и космонавтики.

Развивающие:

- совершенствование у обучающихся умений и навыков выполнения олимпиадных заданий по астрономии,
- формирование умений выполнения различных типов олимпиадных заданий

Воспитательные:

- развитие ответственности, трудолюбия, целеустремленности и организованности.
- развитие культуры взаимоотношений при работе в парах, группах, коллективе.
- формирование ответственного отношения к оборудованию и материалам, уважения к труду вспомогательного персонала.

– воспитание умения предупреждать конфликтные ситуации во время занятий, разрешать спорные проблемы на основе уважительного и доброжелательного отношения к окружающим, самообладания при проигрыше и выигрыше.

Адресат программы. Данная программа предназначена для обучающихся 14-17 лет – участников муниципального и регионального этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии.

Прием обучающихся осуществляется на основании заявления и личных достижений.

Минимальное количество человек в группе – 12. Максимальное количество человек в группе – 20.

Уровень программы – продвинутый.

Формы реализации программы: очная.

Срок освоения программы: 4 месяца

Объем программы: 96 часов

Форма организации занятий: групповая.

Режим занятий: 2 раза в неделю по 3 академических часа

Виды учебных занятий и работ: лекции, практические занятия, астрономические наблюдения

Ожидаемые результаты обучения

Предметные результаты:

- совершенствование навыков владения научной терминологией, ключевыми понятиями, методами и приемами научной и исследовательской деятельности;
- совершенствование навыков решения задач повышенной сложности;
- положительная динамика результативности участия в этапах всероссийской олимпиады школьников, интеллектуальных конкурсных мероприятиях различного уровня.

Метапредметные результаты:

- умение самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учебной и познавательной деятельности, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;
- умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;
- умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;
- умение оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности ее решения;
- умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;
- умение создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач;
- умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с педагогом и сверстниками, работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учета интересов, формулировать, аргументировать и отстаивать свое мнение;
- умение осознанно использовать речевые средства в соответствии с задачей коммуникации для выражения своих чувств, мыслей и потребностей, планирования и регуляции своей деятельности;
- владение устной и письменной речью, монологической контекстной речью.

Личностные результаты:

- овладение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осуществления осознанного выбора в различных видах деятельности;
- развитие личностных качеств: инициативности, способности творчески мыслить и находить нестандартные решения, готовности к обучению;
- развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий;
- развитие аналитического мышления, умение применять его в познавательной, коммуникативной, социальной практике и профессиональной ориентации;
- развитие мотивации к обучению и познанию, ответственного отношения к учению, готовности и способности обучающихся к саморазвитию и самообразованию, осознанному

выбору и построению дальнейшей индивидуальной траектории образования с учётом устойчивых познавательных интересов;

- освоение социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах, включая взрослые и социальные сообщества;

- развитие морального сознания и компетентности в решении моральных проблем на основе личного выбора, формирование нравственных чувств и нравственного поведения, осознанного и ответственного отношения к собственным поступкам;

- развитие коммуникативной компетентности в процессе образовательной, учебно-исследовательской, творческой и других видов деятельности.

Формы итогового контроля: диагностика эффективности освоения программы осуществляется по результатам выполнения практических работ и решения итоговой контрольной работы.

Учебный план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Математические методы в астрономии	6	2	4	решение олимпиадных заданий прошлых лет
2	Законы физики в астрономии	6	2	4	решение олимпиадных заданий прошлых лет
3	География в астрономии	3	1	2	решение олимпиадных заданий прошлых лет
4	Звездное небо и небесная сфера	9	4	5	Выполнение практической работы, решение олимпиадных заданий прошлых лет
5	Измерение времени	9	4	5	Выполнение практической работы, решение олимпиадных заданий прошлых лет
6	Солнечная система	9	4	5	Выполнение практической работы, решение олимпиадных заданий прошлых лет
7	Небесная механика	12	6	6	Выполнение практической работы, решение олимпиадных заданий прошлых лет
8	Методы астрофизики	12	6	6	Выполнение практической работы,

					решение олимпиадных заданий прошлых лет
9	Астрономические инструменты	9	4	5	Выполнение практической работы, решение олимпиадных заданий прошлых лет
10	Солнце и звёзды	9	4	5	Выполнение практической работы, решение олимпиадных заданий прошлых лет
11	Галактики	9	4	5	Выполнение практической работы, решение олимпиадных заданий прошлых лет.
12	Итоговое занятие	3	-	3	Решение итоговой контрольной работы
	ИТОГО:	96	41	55	

Содержание изучаемого курса Астрономический практикум

Математические методы в астрономии

Теория — 2 часа

Объем шара, площадь сферы. Элементарное понятие о погрешности. Единицы измерения углов: радиан, часовая мера. Геометрия на сфере, большие и малые круги. Основные сведения о тригонометрии. Эллипс, его основные точки, большая и малая полуоси, эксцентриситет. Логарифмы. Исследование функций, производные, оценка точности приближенных вычислений, основные сведения об интегрировании.

Практика — 4 часа

Математические операции со степенями. Приближенные вычисления без использования калькулятора, решение произвольных треугольников (теоремы синусов и косинусов), приближенное вычисление тригонометрических функций и логарифмов. Исследование функций, производные, оценка точности приближенных вычислений, основные сведения об интегрировании

Законы физики в астрономии

Теория — 2 часа

Скорость света, характерные параметры тел (размеры, массы, плотности). Электромагнитные волны, различные диапазоны электромагнитных волн (качественно). механика (включая закон сохранения момента импульса), эффект Доплера, газовые законы, понятие температуры, тепловой энергии газа, концентрации частиц и давления, геометрическая оптика, элементарные сведения о спектрах излучения. элементы специальной теории относительности, гравитационное красное смещение (качественно), связь массы и энергии покоя, основные свойства элементарных частиц (электрон, протон, нейтрон, фотон), квантовые и волновые свойства света, энергия квантов, связь с частотой и длиной волны,

давление света, спектры поглощения и излучения, спектр атома водорода, дисперсия, интерференция и дифракция, понятие о ядерных реакциях.

Практика — 4 часа

Решения олимпиадных задач по физике.

География в астрономии

Теория — 1 час

Географические координаты. Форма и размеры Земли. Связь угловых величин с линейными на поверхности Земли. Понятие о полярных днях и ночах, равноденствиях и пр. Влияние атмосферы Земли на астрономические наблюдения (качественно).

Практика — 2 часа

Решения олимпиадных задач по географии

Звездное небо и небесная сфера

Теория — 4 часа

Созвездия и ярчайшие звезды неба: названия, условия видимости в различные сезоны года. Млечный Путь. Суточное движение небесных светил на различных широтах. Восход, заход, кульминация. Горизонтальная и экваториальная система координат, основные круги и линии на небесной сфере. Высота над горизонтом небесных светил в кульминации. Рефракция (качественно). Сумерки: гражданские, навигационные, астрономические. Движение звезд в пространстве. Лучевая скорость звезд и метод ее измерения. Тангенциальная скорость и собственное движение звезд. Апокс. Понятия углового расстояния на небесной сфере и угловых размеров объектов. Подвижная карта звездного неба. Видимость Солнца на различных широтах в течение года. Изменение вида звездного неба в течение года. Прецессия (качественно). Солнечные и лунные затмения — общие сведения, типы затмений (полное, частичное, кольцеобразное).

Практика — 5 часа

Решения олимпиадных задач по астрономии

Измерение времени

Теория — 4 часа

Местное, поясное время. Часовые пояса и исчисление времени в России; декретное время, летнее время. Летоисчисление. Календарь: принципы устройства календарей. Тропический год. Солнечные часы. Уравнение времени (качественно). Календарь, солнечная и лунная система календаря.

Практика — 5 часа

Расчет равнения времени (качественно), решение временных задач

Солнечная система

Теория — 4 часа

Природа тел Солнечной системы: большие планеты, астероиды, кометы, метеорные потоки и метеориты. Размеры, форма, масса тел Солнечной системы, плотность их вещества (оценочно). Строение, состав, общие характеристики. Орбиты тел Солнечной системы: большие полуоси, эксцентриситеты, периоды, скорости. Угловые размеры планет. Движение планет Солнечной системы: истинное и видимое (качественно). Конфигурации планет. Сидерический, синодический периоды планет, связь между ними. Видимые движения и конфигурации планет. Система Солнце — Земля — Луна. Движение Луны вокруг Земли, фазы Луны, либрации. Солнечные и лунные затмения, их типы, условия наступления. Сидерический и синодический месяцы. Сарос. Покрывтия звезд и планет Луной, условия их наступления.

Практика — 5 часа

Определение расстояний до тел Солнечной системы (методы радиолокации и суточного параллакса), астрономическая единица. Решения олимпиадных задач по астрономии

Небесная механика

Теория — 6 часа

Движение небесных тел под действием силы всемирного тяготения. Движение по эллиптической орбите. Параболические и гиперболические орбиты (качественно). Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. III обобщенный закон Кеплера и определение масс небесных тел. Первая и вторая космические скорости. Возмущения в движении планет (качественно). Понятие о приливах. Приливное воздействие. Полости Роша, точки либрации. Прецессия, влияние прецессии на экваториальные координаты.

Практика — 6 часа

Решение задач повышенной сложности по теме Небесная механика.

Методы астрофизики

Теория — 6 часа

Шкала звездных величин. Представление о видимых звездных величинах различных астрономических объектов. Зависимость яркости от расстояния до объекта. Шкала звездных величин. Звездная величина, ее связь с освещенностью. Формула Погсона. Связь видимого блеска с расстоянием. Абсолютная звездная величина. Изменение видимой яркости планет и комет при их движении по орбите. Оптические свойства атмосфер планет и межзвездной среды. Рассеяние и поглощение света в атмосфере Земли, в межпланетной и межзвездной среде, зависимость поглощения от длины волны. Атмосферная рефракция, зависимость от высоты объекта, длины волны света. Законы излучения. Интенсивность излучения. Понятие спектра. Излучение абсолютно черного тела. Законы излучения абсолютно черного тела: закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина. Понятие эффективной температуры. Формула Планка. Приближения Рэлея-Джинса и Вина, области их применения. Распределение энергии в спектрах различных астрономических объектов. Спектры звезд. Основы спектрального анализа. Линии поглощения в спектрах звезд, спектральная классификация.

Практика — 6 часа

Решение задач на звездные величины в целых числах. Решение задач повышенной сложности.

Астрономические инструменты

Теория — 4 часа

Телескопы. Общие представления о назначении и устройстве телескопов. Предельное угловое разрешение и проникающая способность. Ограничения со стороны земной атмосферы на разрешающую способность. Аберрации оптики, оптические схемы современных телескопов (качественно). Внесистемные единицы в астрономии (астрономическая единица, световой год, парсек, килопарсек, мегапарсек). Методы радиолокации, суточного и годичного параллакса. Приемники излучения и методы наблюдений. Элементарные сведения о современных методах фотометрии и спектроскопии. Фотоумножители, ПЗС-матрицы. Представление о фотометрических системах UBVR, показатели цвета. Использование светофильтров. Прием радиоволн. Радиоинтерферометрия.

Практика — 5 часа

Масштаб изображения. Измерения расстояний в астрономии. Решение задач повышенной сложности.

Солнце и звёзды

Теория — 4 часа

Солнце. Основные характеристики, общее представление о внутреннем строении и строении атмосферы. Характеристики Солнца как звезды, солнечная постоянная. Солнечная активность, циклы солнечной активности. Атмосферы Солнца и звезд. Фотосфера и хромосфера Солнца. Магнитные поля на Солнце. Солнечно-земные связи. Звезды, общие понятия. Основные характеристики звезд: температура, радиус, масса и светимость. Связь светимости звезды с температурой и радиусом. Простейшая спектральная классификация звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Звезды главной последовательности, гиганты, сверхгиганты. Двойные и переменные звезды. Затменные переменные звезды. Спектрально-двойные звезды. Определение масс и размеров звезд в двойных системах. Пульсирующие переменные звезды (качественно). Плазма. Понятие об ионизованном газе. Процессы ионизации и рекомбинации. Общее представление об ионах в атмосфере Земли и межпланетной среде. Магнитное поле Земли. Полярные сияния. Космические лучи. Спектры излучения разреженного газа. Представление о спектрах солнечной короны, планетарных и диффузных туманностей, полярных сияний. Представление о внутреннем строении и источниках энергии Солнца и звезд. Ядерные источники энергии звезд, запасы ядерной энергии. Выделение энергии при термоядерных реакциях. Образование химических элементов в недрах звезд различных типов, в сверхновых звездах (качественно). Эволюция Солнца и звезд. Стадия гравитационного сжатия при образовании звезды. Время жизни звезд различной массы. Новые и сверхновые звезды. Поздние стадии эволюции звезд: белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры. Гравитационный радиус. Пульсары.

Практика — 5 часа

Решение задач повышенной сложности.

Галактики*Теория — 4 часа*

Наша Галактика и другие галактики, общее представление о размерах, составе и строении. Строение и типы галактик. Наша Галактика. Ближайшие галактики. Расстояние до ближайших галактик. Наблюдательные особенности галактик. Состав галактик и их физические характеристики. Вращение галактических дисков. Морфологические типы галактик. Активные ядра галактик, радиогалактики, квазары (качественно). Рассеянные и шаровые звездные скопления. Возраст, физические свойства скоплений и особенности входящих в них звезд. Основные различия между рассеянными и шаровыми скоплениями. Межзвездная среда. Представление о распределении газа и пыли в пространстве. Плотность, температура и химический состав межзвездной среды. Газовые и диффузные туманности. Представление о процессах звездообразования. Понятие о межзвездном поглощении. Названия наиболее известных туманностей, галактик, скоплений и т.д. Общие представления о структуре Вселенной. Скопления галактик. Представление о гравитационных линзах (качественно). Крупномасштабная структура Вселенной. Реликтовое излучение и его спектр. Пространственно-временные масштабы Вселенной. Понятие о расширении Вселенной. Определение расстояний до галактик. Красное смещение в спектрах галактик. Закон Хаббла.

Практика — 5 часа

Решение задач повышенной сложности.

Список практических работ для самостоятельного выполнения

1. Малые звёздные атласы
2. Подвижная карта звёздного неба

3. Основные элементы небесной сферы
4. Астрономические календари и справочники
5. Кульминация светил. Вид звёздного неба на разных географических широтах
6. Видимое годовое движение Солнца
7. Преобразование небесных сферических координат
8. Законы Кеплера и Конфигурации планет
9. Вычисление эфемериды малой планеты
10. Движение и фазы Луны
11. Солнечные и лунные затмения
12. Качественный химический состав атмосферы Солнца
13. Лучевая скорость звёзд
14. Фотометрия звёзд
15. Физическая природа Луны
16. Солнечная активность и общее излучение Солнца
17. Спектр вспышки
18. Спектры и светимость звёзд
19. Температура звёзд
20. Общая структура Галактики
21. Звёздные системы
22. Элементы радионаблюдений

Список астрономических наблюдений

1. Изучение созвездий и измерение угловых расстояний между звёздами
2. Наблюдения в малые телескопы и определение их характеристик
3. Определение положения небесного меридиана способом равных высот
4. Определение поправки часов по Солнцу и географической долготы
5. Определение географической широты
6. Определение поправки часов по наблюдениям верхней кульминации светил
7. Определение экваториальных координат светила по его горизонтальным координатам
8. Фотографирование Луны
9. Наблюдения Солнца
10. Наблюдения переменных звёзд
11. Наблюдения искусственных спутников Земли

IV. Комплекс организационно-педагогических условий

Календарный учебный график

Календарный учебный график, включающий месяц, число, форму проведения занятия, количество часов занятия, тему, место проведения занятия в соответствии с календарными датами текущего учебного года (приложение 1 к программе).

Ресурсное обеспечение программы
Материально-техническое обеспечение
Учебно-методические средства обучения:

Применяемое на занятиях дидактическое и учебно-методическое обеспечение включает в себя электронные учебники, справочные материалы и системы используемых Программ, Интернет.

Специальное оборудование: бинокль, телескоп, секстант, теодолит, звёздный глобус, модель небесной сферы, теллурий, подвижная карта звёздного неба, глобус Луны, глобус Марса

Формы и виды контроля

Диагностика эффективности образовательного процесса.

диагностика эффективности освоения программы осуществляется по результатам выполнения практических работ и решения итоговой контрольной работы.

Оценка уровней освоения программы

Критерии оценки уровней освоения программы:

Уровни	Параметры	Показатели
Высокий уровень (80-100%)	Теоретические знания.	Обучающийся глубоко и всесторонне усвоил тему; уверенно, логично, последовательно и грамотно излагает материал; умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; делает выводы и обобщения; свободно владеет понятиями.
	Практические умения и навыки.	Способен применять практические умения и навыки во время выполнения самостоятельных заданий. Работу выполняет с соблюдением правил техники безопасности, аккуратно, доводит ее до конца. Может оценить результаты выполнения своего задания и дать оценку работы своего товарища.
Средний уровень (50-79%)	Теоретические знания.	Тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть обучающийся освоил проблему, по существу излагает ее, но допускает несущественные ошибки и неточности; слабо аргументирует научные положения; затрудняется в формулировании выводов и обобщений; частично владеет системой понятий.
	Практические умения и навыки.	Владеет базовыми навыками и умениями, но не всегда может выполнить самостоятельное задание, затрудняется и просит помощи педагога. В работе допускает небрежность, делает ошибки, но может устранить их после наводящих вопросов или самостоятельно. Оценить результаты своей деятельности может с подсказкой педагога.
Низкий уровень (меньше 50%)	Теоретические знания.	Обучающийся не усвоил значительной части материала, допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее; не может аргументировать научные положения; не формулирует выводов и обобщений; не владеет понятийным аппаратом.
	Практические умения и навыки.	Владеет минимальными начальными навыками и умениями. Учащийся способен выполнять каждую операцию только с подсказкой педагога или товарищей. В работе допускает грубые ошибки, не может их найти даже после указания. Не способен самостоятельно

		оценить результаты своей работы.
--	--	----------------------------------

**Сводная таблица результатов обучения
по дополнительной общеобразовательной программе
«Астрономический практикум»**

№ п/п	ФИ обучающегося	Оценка теоретических знаний	Оценка практических умений и навыков	Итоговая оценка
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				

Показатели освоения дополнительной общеобразовательной программы

Уровни освоения программы (в %):

Низкий _____

Средний _____

Высокий _____

Список литературы

Список литературы для педагога:

1. Дагаев М.М. Лабораторный практикум по курсу общей астрономии. – Изд. 2-е, доп. и испр. - М.: Высшая школа, 1972. [Электронный ресурс]. - URL: <http://ikfia.ysn.ru/wp-content/uploads/2018/01/Dagaev1972ru.pdf>
2. Дробчик, Т. Ю. Астрономия: лабораторный практикум : [16+] / Т. Ю. Дробчик, К. П. Мацуков, Б. П. Невзоров ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. – 102 с.
3. Засов, А.В. Астрономия : учебное пособие / А.В. Засов, Э.В. Кононович. - Москва : Физматлит, 2011. - 262 с. - ISBN 978-5-9221-0952-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68864> .
4. Дробчик, Т.Ю. Астрономия / Т.Ю. Дробчик, К.П. Мацуков, Б.П. Невзоров ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. – 102 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278346>.
5. Астрономия : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Коломиец [и др.] ; ответственный редактор А. В. Коломиец, А. А. Сафонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 293 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08243-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblionline.ru/bcode/429393>.

6. Сурдин, В.Г. Разведка далеких планет / В.Г. Сурдин. – 4-е изд., доп. – Москва : Физматлит, 2017. – 364 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485518>.

Список литературы для обучающихся:

1. Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии / Под ред. В. Г. Сурдина. Изд. 5-е, перераб. и полн. обновл. - М.: Эдиториал УРСС, 2002. — 688 с
2. *Перельман, Я. И.* Занимательная астрономия / Я. И. Перельман. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 182 с. — (Открытая наука). — ISBN 978-5-534-07253-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438072>.
3. Солнечная система / А.А. Бережной, В.В. Бусарев, Л.В. Ксанфомалити и др. ; ред.-сост. В.Г. Сурдин. – 2-е изд., перераб. – Москва : Физматлит, 2017. – 458 с. : ил. – (Астрономия и астрофизика). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485511>.
4. Маров, М.Я. Космос: от Солнечной системы вглубь Вселенной / М.Я. Маров. – Москва : Физматлит, 2017. – 532 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485269>.

Календарный учебный график

Педагоги: Белоушко К.Е., педагог дополнительного образования Филиала НВМУ в г. Мурманске

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
1.	сентябрь	6	16:00 - 18.25	Теория/ практика	3	Математика в астрономии	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
2.	сентябрь	7	18:00 - 20.25	Практика	3	Математика в астрономии	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
3.	сентябрь	13	16:00 - 18.25	Теория/ практика	3	Физика в астрономии	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
4.	сентябрь	14	18:00 - 20.25	Практика	3	Физика в астрономии	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
5.	сентябрь	20	16:00 - 18.25	Теория/ практика	3	География в астрономии	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
6.	сентябрь	21	18:00 - 20.25	Теория	3	Звездное небо и небесная сфера	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Беседа
7.	сентябрь	27	16:00 - 18.25	Теория/ практика	3	Звездное небо и небесная сфера	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
8.	сентябрь	28	18:00 - 20.25	Практика	3	Звездное небо и небесная сфера	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
9.	октябрь	4	16:00 - 18.25	Теория/ практика	3	Измерение времени	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы

10.	октябрь	5	18:00 - 20.25	Практика	3	Измерение времени	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
11.	октябрь	11	16:00 - 18.25	Практика	3	Измерение времени	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
12.	октябрь	12	18:00 - 20.25	Теория	3	Солнечная система	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Беседа
13.	октябрь	18	16:00 - 18.25	Теория/ практика	3	Солнечная система	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
14.	октябрь	19	18:00 - 20.25	Практика	3	Солнечная система	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
15.	октябрь	25	16:00 - 18.25	Теория	3	Небесная механика	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
16.	октябрь	26	18:00 - 20.25	Теория	3	Небесная механика	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Беседа
17.	ноябрь	1	16:00 - 18.25	Практика	3	Небесная механика	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
18.	ноябрь	2	18:00 - 20.25	Практика	3	Небесная механика	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
19.	ноябрь	8	16:00 - 18.25	Теория	3	Методы астрофизики	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Беседа
20.	ноябрь	9	18:00 - 20.25	Теория	3	Методы астрофизики	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Беседа
21.	ноябрь	15	16:00 - 18.25	Практика	3	Методы астрофизики	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
22.	ноябрь	16	18:00 - 20.25	Практика	3	Методы астрофизики	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
23.	ноябрь	22	16:00 - 18.25	Теория	3	Астрономические инструменты	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Беседа
24.	ноябрь	23	18:00 - 20.25	Теория/	3	Астрономические инструменты	пр. Ленина,	Контроль решения

				практика			д. 57, каб. 310	задач и выполнения практической работы
25.	ноябрь	29	16:00 - 18.25	Практика	3	Астрономические инструменты	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
26.	ноябрь	30	18:00 - 20.25	Теория	3	Солнце и звёзды	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Беседа
27.	декабрь	6	16:00 - 18.25	Теория/ практика	3	Солнце и звёзды	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
28.	декабрь	7	18:00 - 20.25	Практика	3	Солнце и звёзды	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
29.	декабрь	13	16:00 - 18.25	Теория	3	Галактики	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Беседа
30.	декабрь	14	18:00 - 20.25	Теория/ практика	3	Галактики	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
31.	декабрь	20	16:00 - 18.25	Практика	3	Галактики	пр. Ленина, д. 57, каб. 310	Контроль решения задач и выполнения практической работы
32.	декабрь	21	18:00 - 20.25	Практика	3	<i>Итоговое занятие</i>	<i>пр. Ленина, д. 57, каб. 310</i>	Решение итоговой контрольной работы

Приложение 2

Программа воспитания

Цель воспитания – создание условий для воспитания гармонично развитой и социально ответственной личности на основе духовно-нравственных ценностей народов Российской Федерации, исторических и национально-культурных традиций»

Задачи:

- воспитание положительных морально-волевых качеств: ответственности, дисциплинированности, честности, трудолюбия, самостоятельности;
- формирование доброжелательного отношения к товарищам, уважительного отношения к результатам своих достижений и достижениям других;
- формирование духовно-нравственных качеств социально активной личности, воспитание трудолюбия, инициативности и настойчивости в преодолении трудностей;
- формирование навыков критического мышления, воли, упорства, дисциплинированности в реализации своих замыслов, трудолюбия, самостоятельности;

Воспитательная работа включает:

- Организация и проведение культурно-массовых мероприятий, коллективный просмотр и анализ видеофильмов.
- Трудовое воспитание. Учатие обучающихся в поддержании порядка в помещениях лаборатории.
- Нравственное воспитание. Участие в беседах.

План воспитательной работы

№ п/п	Название события, мероприятия	Сроки	Форма проведения
1	Научно-познавательное шоу	сентябрь	Посещение планетария
2	День города-героя Мурманска	4 октября	Просмотр видеофильма
3	Всемирный день науки	10 ноября	Просмотр видеофильма
4	Международный день женщин и девочек в науке	11 февраля	Беседа
5	Познавательное мероприятие в МОДЮБ «БиблиоДвиж»	март	Мероприятие
6	Международный день полета человека в космос	12 апреля	Беседа, просмотр видеофильма
7	Познавательное мероприятие в «Сопки 21А»	май	Мероприятие

Примерные задачи для контроля знаний

1. Математические методы в астрономии

1.1. Звезда Альнилам имеет массу около 40 масс Солнца при радиусе 32 радиуса Солнца. Во сколько раз средняя плотность Солнца больше средней плотности звезды Альнилам?

1.2. Атмосфера звезды на 70% по массе состоит из водорода и на 30% – из гелия. Во сколько раз в атмосфере звезды больше атомов водорода, чем атомов гелия, если известно, что масса одного атома гелия в четыре раза больше, чем масса одного атома водорода?

1.3. Юный астроном вышел задолго до восхода Солнца во двор, чтобы пронаблюдать недавно открытый им метеорный поток ноябрьских α -Пегасид. Сколько метеоров, вылетающих из Квадрата Пегаса (со стороной 15°), увидит юный астроном за два часа наблюдений, если известно, что в час с одного квадратного градуса неба в среднем вылетает 0,02 метеоров?

2. Законы физики в астрономии

2.1. Спутники Сатурна Рея и Гиперион обладают следующими параметрами: масса Рея составляет $2,3 \cdot 10^{21}$ кг, диаметр равен 1528 км. Масса Гипериона составляет $5,7 \cdot 10^{18}$ кг, диаметр равен 266 км. Оцените отношение плотностей Рея и Гипериона.

2.2. Известно, что плотность энергии магнитного поля пропорциональна квадрату его индукции. Во сколько раз полная энергия магнитного поля, заключенная в слое толщиной 1 метр у поверхности белого карлика, больше энергии в слое толщиной 1 метр у поверхности Солнца? Индукция магнитного поля Солнца составляет 10^{-4} Тл, а белого карлика — 10^2 Тл. Радиус белого карлика в 100 раз меньше радиуса Солнца. В качестве ответа укажите десятичный логарифм отношения энергий.

2.3. Масса некоторой нейтронной звезды составляет 1,4 массы Солнца, а ее период вращения вокруг оси равен 1 секунде. При этом известно, что скорость точки на экваторе этой звезды равна 0,0002 скорости света. Считая вещество нейтронной звезды однородным, найдите массу кружки объемом 300 миллилитров, заполненной данным веществом.

3. География в астрономии

3.1. Чему равно расстояние (в метрах) между двумя точками на поверхности Земли, если их широты отличаются на одну угловую минуту, а долгота одинакова?

3.2. Чему равно (в километрах) кратчайшее расстояние по поверхности Земли от Мурманска до Северного географического полюса?

3.3. Марсоход Оппортьюнити начал работу на Марсе 25 января 2004 года. Последний сеанс связи состоялся 10 июня 2018 года. За время своей работы марсоход проехал 45 километров. Считая, что марсоход всё это время двигался с постоянной скоростью, оцените, сколько времени потребуется марсоходу, чтобы проехать от северного полюса Марса до южного, если известно, что радиус Марса в два раза меньше радиуса Земли.

4. Звездное небо и небесная сфера

4.1. Июньской ночью полная Луна оказалась на небе для земного наблюдателя рядом с яркой звездой. Какие это могли быть звезды из перечисленных?

4.2. 7 февраля юный астроном планирует наблюдать Венеру рядом с Луной. Также известно, что 17 октября произойдет суперлуние. Какое созвездие нужно наблюдать сегодня юному астроному, чтобы увидеть Венеру?

4.3. В течение всего 2024 года произойдет 13 покрытий Антареса (α Скорпиона) Луной, причём в декабре состоятся 2 таких покрытия. Оцените, какого числа произошло покрытие в январе и поясните свой ответ.

5. Измерение времени

5.1. Сближение астероида Апофис с Землей состоится 13 апреля 2029 года. Определите, в какой день недели это случится.

5.2. Звездные сутки (период вращения Земли вокруг своей оси) короче средних солнечных суток примерно на $1/366$ часть. На сколько минут звездные сутки короче средних солнечных?

5.3. Марокканский султан Абу Марван Абд аль-Малик откладывал битву при Эль-Ксар-эль-Кебуре, поскольку пятница — святой день для его армии, воскресенье — для христиан, его противников, а суббота — для евреев, которые были и в той, и в другой армии. Определите дату битвы, если известно, что она

состоялась в первый «доступный» день августа 1578 года? Не забудьте обосновать свой вывод.

6. Солнечная система

6.1. Какие планеты Солнечной системы могут покрывать друг друга (и первая — вторую, и вторая — первую) для наблюдателя с Земли? Перечислите все возможные пары таких планет. Каким был бы ответ на тот же вопрос, если бы он был задан 20 лет назад?

6.2. Почему кометы часто летают хвостом вперед, а метеоры — всегда хвостом назад?

6.3. При наблюдении с Земли Марс находится в западной квадратуре, а Юпитер — в противостоянии. Марсианин одновременно отправил на Юпитер и на Землю радиосигнал с сообщением. Землянин получил сигнал в 12:00 по своим часам. Какое время показывали часы землянина, когда сигнал, отправленный на Юпитер, дошел туда? Марс расположен в 1,5 раза дальше от Солнца, чем Земля, а Юпитер — в 5.

7. Небесная механика

7.1. Вокруг звезды по круговым орбитам движутся две планеты. Скорость движения более близкой к звезде планеты вдвое больше скорости более далекой планеты. Во сколько раз орбитальный период более далекой планеты больше орбитального периода более близкой планеты?

7.2. В июне произошло покрытие полной Луной некоторого астероида. Расстояние между Луной и астероидом в этот момент составило 90 миллионов км. Считая орбиту астероида круговой, определите период его обращения вокруг Солнца в годах.

7.3. Объект Оумуамуа, не принадлежащий Солнечной системе, пролетел мимо Солнца на минимальном расстоянии 0.25 а.е. С какой скоростью он должен был двигаться при этом относительно Солнца?

8. Методы астрофизики

8.1. На каком расстоянии от наблюдателя Солнце выглядело бы как звезда $+15^m$ звездной величины? Ответ дайте в парсеках.

8.2. В тесной двойной системе видимые звездные величины компонентов равны $+2^m,00$ и $+4^m,00$. Чему равна видимая звездная величина системы как единого целого?

8.3. Астероид-кентавр (не проявляющий кометной активности) движется по эллиптической орбите с перигелийным расстоянием 12 а.е. и афелийным расстоянием 36 а.е. Во сколько раз отличаются максимальная и минимальная освещенности, создаваемые им на Земле?

9. Астрономические инструменты

9.1. Радиointерферометрический комплекс «Квазар–КВО» Института прикладной астрономии РАН содержит радиотелескопы, разнесенные на максимальное расстояние около 4400 км. Оцените предельное угловое разрешение комплекса (в угловых секундах) при наблюдениях на длине волны 13 см.

9.2. У астронома-любителя есть фотоаппарат с ПЗС-матрицей с квадратными пикселями, а также несколько объективов с различными фокусными расстояниями. В один из солнечных дней 2023 года он решил понаблюдать пятна на Солнце. Оцените наименьшее возможное фокусное расстояние объектива, с которым на фотографии удастся зарегистрировать пятна на Солнце. Можно считать, что пятно станет заметным, если займет на снимке площадь не менее 4×4 пикселя. Общее количество пикселей камеры — 30 миллионов. Линейные размеры матрицы 36×24 мм.

9.3. Любитель астрономии решил сфотографировать различные объекты глубокого космоса со своего городского балкона. Для начала он сделал пробные снимки яркого объекта и снял галактику M51 («Водоворот», видимая звездная величина $+8^m$, угловые размеры $13' \times 12'$). В результате обработки снимков выяснилось, что для того, чтобы увидеть галактику на снимке, ему необходимо было сделать и сложить 20 кадров. Какое минимальное количество кадров надо будет сделать при наблюдении водородной туманности NGC7000 («Северная Америка», видимая звездная величина $+4^m$, угловые размеры $120' \times 100'$), чтобы увидеть ее на снимке? Оба объекта снимались в одних и тех же условиях с одинаковыми параметрами камеры и полностью помещались на снимок.

10. Солнце и звёзды

10.1. Как известно, светимости звезд Главной последовательности примерно пропорциональны четвертой степени их масс. Как зависит от массы звезды время ее жизни на Главной последовательности?

10.2. Арктур является одной из первых звезд, у которых было открыто собственное движение, оценку которого осуществил в 1718 году Эдмунд Галлей. Какое расстояние с тех пор прошел Арктур, если лучевая скорость звезды равна -5 км/с, годичный параллакс $0,1''$, собственное движение $2''/\text{год}$?

10.3. Светимость Сириуса А в 25 раз больше светимости Солнца, а эффективная температура $—10^4$ К. Чему равен его радиус в километрах?

11. Галактики

11.1. Радиогалактика находится на космологическом красном смещении $z = 0.056$. Определите расстояние до нее в мегапарсеках.

11.2. Эллиптическая галактика М49 имеет угловые размеры $10' \times 8'$. Ее средняя поверхностная яркость равна 13^m с квадратной минуты. Расстояние до М49 равно 16 Мпк. Определите абсолютную звездную величину галактики, пренебрегая поглощением света.

11.3. Линия Лайман-альфа в спектре квазара наблюдается на длине волны 1410 А. Чему равно расстояние до квазара?

Уровни освоения программы

Низкий: Обучающийся не выполнил задания итогового теста, то есть набрал менее 30% от общего количества баллов.

Средний (хорошо): Обучающийся частично выполнил задания итогового теста, то есть набрал от 30% до 60% от общего количества баллов.

Высокий (отлично): Обучающийся выполнил задания итогового теста, то есть набрал более 60% от общего количества баллов.

Примеры практических работ

1. Малые звёздные атласы

1. Указать границы карт звездного атласа по прямому восхождению и по склонению.
2. Определить цену наименьшего деления штриховки карт звездного атласа.
3. По картам звездного атласа определить экваториальные координаты, характеристику и видимую звездную величину пяти наиболее ярких звезд созвездия:
 - 1) Возничего;
 - 2) Кассиопеи;
 - 3) Большого Пса;
 - 4) Близнецов;
 - 5) Ориона;
 - 6) Лебедя;
 - 7) Скорпиона;
 - 8) Льва
4. Подсчитать количество звездных скоплений, двойных и переменных звезд в созвездии:
 - 1) Лебедя;
 - 2) Скорпиона;
 - 3) Стрельца;
 - 4) Змееносца;
 - 5) Кассиопеи;
 - 6) Возничего;
 - 7) Персея;
 - 8) Близнецов.
5. Для того же созвездия указать название и видимую звездную величину наиболее яркой двойной звезды и наиболее яркой переменной звезды в максимуме блеска.
6. По картам звездного атласа определить экваториальные координаты, характеристику и видимую звездную величину звезд:
 - 1) Альдебарана и Фомальгаута;
 - 2) Альтаира и Проциона;
 - 3) Беги и Ригеля;
 - 4) Арктура и Сириуса;
 - 5) Кастора и Антареса;
 - 6) Регула и Алголя;
 - 7) Денеба и Поллукса;
 - 8) Капеллы и Спики.

7. Выписать названия ярких созвездий, по которым проходит Млечный Путь (яркими считаются созвездия, в которых имеются звезды второй видимой звездной величины и ярче).

2. Подвижная карта звёздного неба

1. Установить подвижную карту звездного неба на день и час занятий и указать расположение созвездий на небесном своде, отдельно отметив восходящие и заходящие в это время созвездия.

2. Изучить контуры созвездий Большой Медведицы, Малой Медведицы, Кассиопеи, Лебеда, Льва, Пегаса, Возничего и Ориона.

3. Установить подвижную карту звездного неба последовательно на $0^{\text{ч}}$, $6^{\text{ч}}$, $12^{\text{ч}}$ и $18^{\text{ч}}$ 1 октября, указать расположение в эти моменты времени созвездий Большой Медведицы, Кассиопеи, Ориона и Лебеда и сформулировать выводы о характере и причине изменения вида звездного неба в течение суток.

4. Определить день года, в который в $8^{\text{ч}}30^{\text{м}}$ вечера в верхней кульминации находится звезда:

- 1) Вега;
- 2) Альдебаран;
- 3) Арктур;
- 4) Денеб;
- 5) Капелла;
- 6) Алголь;
- 7) Спика;
- 8) Регул.

5. Определить дату, в которую та же звезда, в тот же момент суток находится в нижней кульминации.

6. В дни 21 марта, 22 июня, 23 сентября и 22 декабря найти моменты времени восхода, верхней кульминации, захода и нижней кульминации звезды:

- 1) Альтаира;
- 2) Сириуса;
- 3) Поллукса;
- 4) Ригеля;
- 5) Антареса;
- 6) Бетельгейзе;
- 7) Проциона;
- 8) Кастора.

7. Определить время восхода и захода Большой Медведицы и Кассиопеи в произвольно выбранный день года.

8. Из анализа результатов пунктов 4—7 сформулировать выводы:
 а) о продолжительности промежутка времени между моментами верхней и нижней кульминации одних и тех же звезд в пределах суток;
 б) об изменении моментов времени восхода, кульминаций и захода звезд на

протяжении года, указав направление и величину этого изменения за полгода, за месяц, за полмесяца и за сутки;

в) об условиях видимости различных созвездий в данном месте Земли.

1.

3. Основные элементы небесной сферы

1. По модели небесной сферы изучить ее основные элементы и изменение их положения относительно наблюдателя в процессе суточного вращения небесной сферы.

2. Указать расположение основных элементов небесной сферы относительно истинного горизонта.

3. Начертить мелом на черном глобусе те элементы небесной сферы, которые могут быть на нем изображены.

4. Отождествить на модели небесной сферы ее основные элементы, изображенные на подвижной карте звездного неба.

5. Укрепить на одном из кругов склонения модели две насадки, изображающие небесные светила, одну — вблизи небесного экватора и другую — вблизи северного полюса мира. Вращая модель в направлении суточного вращения небесной сферы, показать сходство и различие в расположении небесных параллелей и в суточном движении небесных светил относительно небесного экватора и истинного горизонта.

6. По результатам пункта 5 сформулировать выводы о характере суточного движения небесных светил и о продолжительности их видимости на протяжении суток в зависимости от их склонения.

7. Начертить изображение небесной сферы в проекции на плоскость:

- а) небесного меридиана;
- б) истинного горизонта;
- в) небесного экватора.

4. Астрономические календари и справочники

1. Ознакомиться со структурой и содержанием «Астрономического календаря (постоянной части) ВАГО», «Астрономического календаря-ежегодника (переменной части) ВАГО» и «Школьного астрономического календаря».

2. По соответствующим таблицам найти названия и видимую звездную величину звезд, положения которых определяются экваториальными координатами:

- 1) $\alpha = 200^{\circ}22'30''$, $\delta = -10^{\circ}47'.8$; $\alpha = 11^{\circ}12'45''$, $\delta = +57^{\circ}26'.7$;
- 2) $\alpha = 77^{\circ}52'45''$, $\delta = +45^{\circ}55'.7$; $\alpha = 184^{\circ}04'45''$, $\delta = -0^{\circ}16'.7$;
- 3) $\alpha = 151^{\circ}09'45''$, $\delta = +12^{\circ}18'.6$; $\alpha = 54^{\circ}58'30''$, $\delta = -10^{\circ}00'.0$;
- 4) $\alpha = 309^{\circ}45'45''$, $\delta = +45^{\circ}01'.8$; $\alpha = 25^{\circ}12'15''$, $\delta = -16^{\circ}18'.3$;
- 5) $\alpha = 76^{\circ}06'00''$, $\delta = -5^{\circ}10'.5$; $\alpha = 309^{\circ}05'45''$, $\delta = +15^{\circ}39'.9$;
- 6) $\alpha = 278^{\circ}38'30''$, $\delta = +38^{\circ}43'.1$; $\alpha = 75^{\circ}37'30''$, $\delta = -22^{\circ}27'.8$;
- 7) $\alpha = 213^{\circ}07'00''$, $\delta = +19^{\circ}32'.8$; $\alpha = 47^{\circ}16'30''$, $\delta = -29^{\circ}15'.7$;
- 8) $\alpha = 246^{\circ}16'45''$, $\delta = -26^{\circ}16'.7$; $\alpha = 66^{\circ}08'00''$, $\delta = +19^{\circ}01'.6$

3. Из эфемерид Солнца и Луны (переменная часть Астрономического календаря ВАГО) выписать моменты времени восхода и захода этих светил в пункте с $\lambda=0^{\text{ч}}$ и $\varphi=+56^{\circ}$, азимуты точек их восхода и захода и найти моменты их верхней кульминации для следующего дня года:

- 1) 11 января;
- 2) 5 февраля;
- 3) 7 марта;
- 4) 16 апреля;
- 5) 21 мая;
- 6) 20 июня;
- 7) 25 июля;
- 8) 29 августа.

4. По эфемериде Луны определить даты и моменты времени четырех основных фаз Луны:

- 1) в январе;
- 2) в феврале;
- 3) в марте;
- 4) в апреле;
- 5) в мае;
- 6) в июне;
- 7) в июле;
- 8) в августе.

5. По эфемеридам Солнца, Луны и планет, помещенным в «Школьном астрономическом календаре», ознакомиться со значениями их экваториальных координат в различные дни года и сформулировать вывод о причине, по которой положения этих светил не указываются на звездных картах.

6. Из Школьного астрономического календаря выписать экваториальные координаты, видимую звездную величину, температуру и цвет звезды:

- 1) Кастора;
- 2) Альтаира;
- 3) Поллукса;
- 4) Полярной;

- 5) Антареса;
- 6) Регула;
- 7) Спика;
- 8) Сириуса.

7. Для середины месяца, указанного в пункте 4, проверить по подвижной карте описание вида звездного неба около полуночи, приведенное в разделе «Справочника наблюдателя» Школьного астрономического календаря, и указать созвездия, в которых в этот день находятся Солнце, Луна и планеты:

- 1) Меркурий;
- 2) Венера;
- 3) Марс;
- 4) Юпитер;
- 5) Сатурн;
- 6) Уран;
- 7) Нептун;
- 8) Плутон

8. По подвижной карте звездного неба определить для той же даты приближенные моменты времени восхода и захода тех же светил.

9. По результатам пункта 7 (и 8) сформулировать выводы о положении относительно Солнца и об условиях видимости Луны и планеты в заданный день года.

5. Кульминация светил. Вид звёздного неба на разных географических широтах

1. По географической карте с планисферой изучить расположение основных элементов небесной сферы относительно истинного горизонта и общие условия видимости созвездий в точках земной поверхности с различной географической широтой.

2. На модели небесной сферы изучить вид и особенности суточного вращения небесной сферы на экваторе, тропиках, полярных кругах и географических полюсах Земли.

3. На модели небесной сферы отождествить величины, входящие в формулы зенитного расстояния и высоты небесных светил в моменты их верхней и нижней кульминации.

4. Вычислить зенитное расстояние и высоту в верхней и нижней кульминации звезд на земном экваторе, северном тропике, северном полярном круге, северном географическом полюсе и в городах:

№ вар анта	Звезды	Города
1)	Капелла и Альфард	Ленинград и Владивосток
2)	Мирфак и Ригель	Пермь и Ереван
3)	Шедар и Спика	Мурманск и Сухуми
4)	Мицар и Фомальгаут	Петрозаводск и Фрунзе
5)	Алголь и Сириус	Новгород и Самарканд
6)	Вега и Антарес	Москва и Ашхабад
7)	Денеб и Мира	Архангельск и Ташкент
8)	Дубхе и Менкар	Владимир и Тбилиси

5.

Определить пояса географических широт, в которых эти звезды являются незаходящими и невосходящими.

6. Определить географическую широту мест земной поверхности, в которых те же звезды кульминируют в зените.

7. Определить склонение звезд, доступных наблюдениям в городах, указанных в пункте 4.

8. Изобразить на чертеже вид и направление вращения небесной сферы в произвольной точке поверхности южного полушария Земли.

9. Из анализа результатов пунктов 1—7 сформулировать выводы о причине различия вида звездного неба и об условиях видимости небесных светил в разных местах земной поверхности.

6. Видимое годовое движение Солнца

1. Вычислить наклонение эклиптики и определить экваториальные и эклиптические координаты ее основных точек по измеренному зенитному расстоянию Солнца в верхней кульминации в дни солнцестояний:

22 июня	22 декабря
1) $29^{\circ}48'$ ю	$76^{\circ}42'$ ю
2) $19^{\circ}23'$ ю	$66^{\circ}17'$ ю
3) $34^{\circ}57'$ ю	$81^{\circ}51'$ ю
4) $32^{\circ}21'$ ю	$79^{\circ}15'$ ю
5) $14^{\circ}18'$ ю	$61^{\circ}12'$ ю
6) $28^{\circ}12'$ ю	$75^{\circ}06'$ ю
7) $17^{\circ}51'$ ю	$64^{\circ}45'$ ю
8) $26^{\circ}44'$ ю	$73^{\circ}38'$ ю

2. Сформулировать причины видимого годового движения Солнца по эклиптике и ее наклонения к небесному экватору на определенный угол, приведя в качестве доказательства соответствующий чертеж.

3. Определить наклонение видимого годового пути Солнца к небесному экватору на планетах Марсе, Юпитере и Уране.

4. Определить наклонение эклиптики около 3000 лет назад, если по наблюдениям в ту эпоху в некотором месте северного полушария Земли полуденная высота Солнца в день летнего солнцестояния равнялась $+63^{\circ}48'$, а в день зимнего солнцестояния $+16^{\circ}00'$ к югу от зенита.

5. По результатам пунктов 1 и 4 сформулировать вывод о причине и направлении изменения наклона эклиптики и вычислить величину годичного изменения наклона.

6. По картам звездного атласа установить названия и границы зодиакальных созвездий, указать те из них, в которых находятся основные точки эклиптики, и определить среднюю продолжительность перемещения Солнца на фоне каждого зодиакального созвездия.

7. По подвижной карте звездного неба выяснить изменение условий видимости зодиакальных и прилегающих к ним созвездий на протяжении года и объяснить причину этого изменения.

8. По подвижной карте звездного неба определить азимуты точек и моменты времени восхода и захода Солнца, а также примерную продолжительность дня и ночи на географической широте карты в дни равноденствий и солнцестояний.

9. Из эфемериды Солнца выписать значения азимутов точек и моментов времени восхода и захода Солнца на географической широте $\varphi = +56^{\circ}$ и вычислить для той же широты продолжительность дня и ночи в дни равноденствий, солнцестояний и в следующие дни года:

1) 28 января, 1 мая, 11 августа и 14 ноября;

2) 3 февраля, 4 мая, 8 августа и 8 ноября,

3) 31 января, 8 мая, 4 августа и 11 ноября;

4) 6 февраля, 11 мая, 1 августа и 5 ноября;

5) 10 февраля, 15 мая, 28 июля и 1 ноября;

6) 29 января, 2 мая, 10 августа и 13 ноября;

7) 8 февраля, 13 мая, 30 июля и 4 ноября;

8) 1 февраля, 6 мая, 6 августа и 10 ноября

10. Вычислить для дней равноденствий и солнцестояний полуденную и полуночную высоту Солнца в: 1) Москве; 2) Рязани; 3) Казани; 4) Витебске; 5) Омске; 6) Новосибирске; 7) Смоленске; 8) Красноярске.

11. Построить схематический чертеж-график дневного пути Солнца в дни равноденствий и солнцестояний.

12. Из анализа результатов пунктов 9 и 10 сформулировать выводы о характере и причине изменения на протяжении года:

а) азимутов точек восхода и захода Солнца;

б) моментов времени восхода и захода Солнца;

в) полуденной и полуночной высоты Солнца;

г) продолжительности дня и ночи.

7. Преобразование небесных сферических координат

1. Вычислить высоту и азимут звезды:

- 1) Капеллы, 5 декабря в $17^{\text{ч}}32^{\text{м}}18^{\text{с}}$ в Москве;
- 2) Капеллы, 5 декабря в $21^{\text{ч}}32^{\text{м}}18^{\text{с}}$ в Москве;
- 3) Капеллы, 6 декабря в $01^{\text{ч}}32^{\text{м}}18^{\text{с}}$ в Москве;
- 4) Капеллы, 6 декабря в $05^{\text{ч}}32^{\text{м}}18^{\text{с}}$ в Москве;
- 5) Сириуса, 1 января в $18^{\text{ч}}50^{\text{м}}41^{\text{с}}$ в Мурманске;
- 6) Сириуса, 1 января в $22^{\text{ч}}50^{\text{м}}41^{\text{с}}$ в Мурманске;
- 7) Сириуса, 2 января в $02^{\text{ч}}50^{\text{м}}41^{\text{с}}$ в Мурманске;
- 8) Сириуса, 2 января в $06^{\text{ч}}50^{\text{м}}41^{\text{с}}$ в Мурманске.

2. Сопоставив результаты вычислений для разных моментов времени в одном городе, сформулировать выводы о характере изменения часового угла, азимута и высоты светила на протяжении суток и объяснить возможность измерения часовых углов единицами времени и не допустить измерения азимута теми же единицами.

3. Вывести формулы для вычисления экваториальных координат светила по его горизонтальным координатам.

4. Вычислить экваториальные и эклиптические координаты Солнца по его зенитному расстоянию, измеренному весной, в истинный полдень и указать день года, в который произведено измерение:

- 1) Мурманск, $h' = 34^{\circ}04'$;
- 2) Москва, $h' = 63^{\circ}58'$;
- 3) Санкт-Петербург, $h' = 37^{\circ}25'$;
- 4) Ярославль, $h' = 47^{\circ}50'$;
- 5) Владивосток, $h' = 42^{\circ}22'$;
- 6) Иркутск, $h' = 59^{\circ}32'$;
- 7) Казань, $h' = 40^{\circ}19'$;
- 8) Сочи, $h' = 52^{\circ}37'$

8. Законы Кеплера и конфигурации планет

1. Вывести зависимость средней угловой и линейной скорости планеты от ее среднего расстояния от Солнца, выразив каждую скорость через соответствующую скорость Земли.

2. Вычислить среднюю угловую и линейную скорость, а также сидерический и синодический периоды обращения планеты:

- 1) Меркурия;
- 2) Венеры;
- 3) Марса;
- 4) Юпитера;
- 5) Сатурна;
- 6) Урана;
- 7) Нептуна;
- 8) Плутона.

3. По уравнению синодического движения и по общим результатам пунктов 1 и 2 построить на одном чертеже графики зависимости обоих периодов обращения,

средней угловой и линейной скорости планет от их среднего расстояния от Солнца, указав пределы этих величин для больших планет Солнечной системы.

4. Определить гелиоцентрическую долготу Земли и планет по их конфигурациям, сокращенно обозначенным:

- нижнее соединение — н. с.;
- верхнее соединение — в. с.;
- наибольшая восточная элонгация — в. э.;
- наибольшая западная элонгация — з. э.;
- соединение — с.;
- противостояние — п.;
- западная квадратура — з. к.;
- восточная квадратура — в. к.

№ варианта	Дата	Меркурий	Венера	Марс	Юпитер
1)	21 марта	н. с.	з. э.	в. к.	с.
	22 июня	з. э.	в. э.	с.	п.
2)	23 сентября	в. с.	в. э.	п.	з. к.
	22 декабря	в. э.	з. э.	в. к.	с.
3)	21 марта	з. э.	н. с.	с.	в. к.
	22 декабря	в. с.	в. э.	з. к.	п.
4)	23 сентября	в. э.	н. с.	з. к.	с.
	22 июня	з. э.	в. э.	с.	п.
5)	22 декабря	н. с.	в. э.	с.	з. к.
	21 марта	з. э.	в. с.	в. к.	п.
6)	22 июня	в. с.	н. с.	з. к.	с.
	23 сентября	в. э.	з. э.	с.	п.
7)	21 марта	н. с.	в. с.	в. к.	з. к.
	22 июня	з. э.	в. э.	п.	с.
8)	23 сентября	в. э.	в. с.	з. к.	п.
	22 декабря	з. э.	в. э.	п.	с.

5. По известной дате указанной ниже конфигурации, взятой из Астрономического календаря-ежегодника, вычислить дату очередной такой же конфигурации планеты:

- 1) Меркурия (наибольшая западная элонгация);
- 2) Венеры (наибольшая восточная элонгация);
- 3) Марса (соединение);
- 4) Юпитера (противостояние);
- 5) Сатурна (соединение);
- 6) Урана (противостояние);
- 7) Нептуна (соединение).
- 8) Плутона (противостояние)

6. Указать для тех же дат конфигурацию Земли по наблюдениям с той же планеты.

7. По значениям гелиоцентрической долготы определить видимость двух планет в заданный день года, указать созвездия, в которых находятся планеты, и вычислить ближайшие даты наступления их конфигураций:

№ варианта	Заданный день	Планеты	Конфигурация
1)	1 января	Меркурий Юпитер	Верхнее соединение Противостояние
2)	10 февраля	Венера Марс	Нижнее соединение Соединение
3)	2 марта	Меркурий Марс	Наибольшая восточная элонгация Противостояние
4)	11 апреля	Венера Юпитер	Верхнее соединение Соединение
5)	1 мая	Меркурий Юпитер	Наибольшая западная элонгация Противостояние
6)	10 июня	Венера Марс	Наибольшая восточная элонгация Соединение
7)	20 июля	Меркурий Марс	Нижнее соединение Противостояние
8)	9 августа	Венера Юпитер	Наибольшая западная элонгация Соединение

8.

Для вычисленных в пункте 7 дат определить:

а) гелиоцентрическую долготу Земли и тех же планет;

б) геоцентрическую долготу тех же планет и Солнца.

9. По известной дате определенной конфигурации планеты вычислить ближайший день наступления другой ее конфигурации:

№ варианта	Планеты	Дата	Конфигурация	Вычислить дату наступления
1)	Меркурий	21 февраля	Нижнее соединение	Наибольшей западной элонгации
	Венера	10 апреля	Нижнее соединение	Наибольшей восточной элонгации
2)	Меркурий	5 января	Верхнее соединение	Наибольшей восточной элонгации
	Венера	22 июня	Верхнее соединение	Наибольшей западной элонгации
3)	Меркурий	6 февраля	Наибольшая восточная элонгация	Нижнего соединения
	Венера	20 июня	Наибольшая западная элонгация	Верхнего соединения
4)	Меркурий	1 июня	Наибольшая восточная элонгация	Наибольшей западной элонгации
	Венера	20 июня	Наибольшая западная элонгация	Нижнего соединения
5)	Меркурий	20 марта	Наибольшая западная элонгация	Наибольшей восточной элонгации
	Венера	29 января	Наибольшая восточная элонгация	Нижнего соединения
6)	Меркурий	1 мая	Верхнее соединение	Наибольшей западной элонгации
	Венера	20 июня	Наибольшая западная элонгация	Наибольшей восточной элонгации
7)	Меркурий	8 сентября	Наибольшая восточная элонгация	Верхнего соединения
	Венера	10 апреля	Нижнее соединение	Наибольшей западной элонгации
8)	Меркурий	19 июля	Наибольшая западная элонгация	Наибольшей восточной элонгации
	Венера	29 января	Наибольшая восточная элонгация	Нижнего соединения

9. Вычисление эфемериды малой планеты

10. Движение и фазы Луны
11. Солнечные и лунные затмения
12. Качественный химический состав атмосферы Солнца
13. Лучевая скорость звёзд
14. Фотометрия звёзд
15. Физическая природа Луны
16. Солнечная активность и общее излучение Солнца
17. Спектр вспышки
18. Спектры и светимость звёзд
19. Температура звёзд
20. Общая структура Галактики
21. Звёздные системы
22. Элементы радионаблюдений