Областная государственная автономная нетиповая образовательная организация
«Центр выявления и поддержки одарённых детей в Ульяновской области
«Алые паруса»

СОГЛАСОВАНО

Экспертным советом
«ОГАН ОО Центр «Алые паруса»
Протокол № _____ от «___» ____ 20__

ПРИНЯТО
на заседании Педагогического совета
«ОГАН ОО «Алые паруса»
Протокол № ___ от «___» _____ 20__

УТВЕРЖДАЮ

Исполняющий обязанности
директора «ОГАН ОО Центр «Алые паруса»
_____ Т.А. Хмелевская

Приказ № _____ от «___» ____ 20__

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2D6B8A63DFFC9E75A25102920244BA31
Владелец: Хмелевская Татьяна Александровна
Действителен: с 06.12.2022 до 29.02.2024

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«Астрономия (5-6 класс)»

направленность: естественнонаучная
уровень программы: базовый

Срок реализации программы: **7 месяцев**
Возраст обучающихся: **11-13 лет**

Автор-разработчик:
педагог дополнительного образования
Явтушенко Марина Сергеевна

Ульяновск, 2023 г.

Структура дополнительной общеразвивающей программы

1. Комплекс основных характеристик программы 3
1.1 Пояснительная записка 3
1.2 Цели и задачи программы. 5
1.3 Содержание программы 6
1.3.1 Учебный план 6
1.4 Планируемые результаты. 8
2 Комплекс организационно-педагогических условий 16
2.1 Календарный учебный график 16
2.2 Условия реализации программы 19
2.3 Формы аттестации. 20
2.4 Критерии оценки. 20
Список литературы. 21
Приложение 1. 24
Приложение 2. 36

1 Комплекс основных характеристик программы
1.1 Пояснительная записка

Нормативно-правовое обеспечение программы

• Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ст. 2, ст. 15, ст.16, ст.17, ст.75, ст. 79).

• Приказ Минпросвещения РФ от 27.07.2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

• Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (Письмо Минобрнауки России от 18.11.2015 г. № 09-3242).

• Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СанПиН 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» (зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2020 № 61573)

• Распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 N 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей и признании утратившим силу Распоряжения Правительства РФ от 04.09.2014 N 1726-р»

• Приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. N 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»).

• Методические рекомендации Министерства просвещения Российской Федерации от 20.03.2020 г. по реализации образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования, образовательных программ среднего профессионального образования и дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

• Устав «ОГАН ОО Центр «Алые паруса».

• Локальные акты «ОГАН ОО Центр «Алые паруса».

Уровень программы: базовый.

Направленность программы естественнонаучная.

Программа «Астрономия (5-6 класс)» предназначена для школьников 5-6 классов, проявляющих повышенный интерес к астрономии, демонстрирующих высокую мотивацию к обучению. Для усвоения курса «Астрономия» учащийся должен обладать:

- знанием фактического материала предмета «окружающий мир» по теме астрономия в рамках программы начальной школы (3-4 кл.);

- навыками работы с системой координат (декартовыми координатами, географическими координатами);

- умением устанавливать причинно-следственные метапредметные связи.

Дополнительность программы по отношению к программам общего образования.

Данный вид деятельности не изучается в общеобразовательных учреждениях Ульяновской области. Данная программа является дополнительной к программе среднего образования, что особенно актуально в связи с отменой курса астрономии в основном школьном образовании с 2023 г.

Актуальность программы Программа направлена на становление и развитие региональной системы профильной естественно-научной подготовки школьников, раскрытию их научного потенциала через ознакомление с задачами астрономии. Программа направлена на многостороннее развитие навыков и способностей старшеклассников, проявляющих тягу к изучению физики и астрономии.

Новизна программы состоит в том, что она расширяет представление о космосе и научных исследованиях в области астрономии и астрофизики; одной из задач программы «Астрономия (5-6 класс)» является выявление мотивированных к ее изучению учеников, знакомство аудитории с задачами астрономии. Содержание занятий включает в себя оригинальный материал, существенно углубляющий и расширяющий содержание школьной программы. Программа позволяет обеспечить формирование как предметных умений, так и универсальных учебных действий обучающихся, а также способствует достижению определённых личностных результатов (принятие решений, фантазирование и изобретательность, планирование, аргументирование и др.), которые в дальнейшем позволят учащимся применять полученные знания и умения для решения различных жизненных задач.

Отличительные особенности программы.

Программа составлена в соответствии с Методической программой Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 5-6 классов, существенно углубляет содержание школьной программы, содержит оригинальный материал, выходящий за рамки школьного курса, использует успешные практики ведущих учебно-научных центров и составителей задач по астрономии.

На практических занятиях особое внимание уделяется эксперименту, освоению навыков работы с оптическим оборудованием, понимание принципов их работы.

Повышение познавательного интереса школьников достигается как подбором задач, так и методикой работы с ними. Специфика предполагаемой деятельности детей обусловлена психологическими особенностями детей младшего и среднего школьного возраста в восприятии материала, мотивации к учебной деятельности, коммуникативной и аналитической деятельности, сформированности мировоззрения.

Педагогическая целесообразность программы состоит в том, что в процессе её реализации обучающиеся овладевают теоретическими знаниями и умениями применять эти знания для решения практических и

экспериментальных задач в области астрономии, а именно навигации по звездному небу, пониманию устройства Солнечной системы, расположению созвездий и наиболее известных астеризмов. Программа предполагает глубокое погружение в предмет и предназначена для учащихся, проявляющих высокий интерес к изучению астрономии. Программа создаёт условия для интеллектуального и духовного развития личности обучающихся, их социального, культурного и профессионального самоопределения и творческой самореализации.

Адресат программы: обучающиеся 11-13 лет.

Форма обучения: очная, с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения (далее ДОТ и ЭО).

Формы занятий

Занятия по данной программе состоят из теоретической и практической частей, причем большее количество времени занимает практическая часть.

Для очного обучения чаще всего применяется комбинированные и практические занятия.

При реализации программы с использованием ДОТ и ЭО возможны следующие формы проведения занятий:

- Видеоконференция – обеспечивает двухстороннюю аудио- и видеосвязь между педагогом и обучающимися. Преимуществом такой формы виртуального общения является визуальный контакт в режиме реального времени. Охватывает большое количество участников образовательного процесса.

- Чат–занятия – это занятия, которые проводятся с использованием чатов - электронной системы общения, проводится синхронно, то есть все участники имеют доступ к чату в режиме онлайн.

- Онлайн–консультации – это наиболее эффективная форма взаимодействия между педагогом и обучающимися. Преимущество таких консультаций в том, что, как при аудио и тем более видео контакте, создается максимально приближённая к реальности атмосфера живого общения. К наиболее приемлемым для дополнительного образования можно отнести, также, такие формы как мастер классы, дистанционные конкурса, фестивали, выставки, электронные экскурсии.

Виды занятий: лекции, практические занятия. Основной формой является групповое занятие.

***Объем программы*:** 70 часов.

Срок освоения программы: 7 месяцев.

Режим занятий: занятия проводятся 1 раза в неделю по 2 академических часа с перерывом 10 минут.

1.2 Цели и задачи программы

Цель программы – создать условия для развития сообразительности, критичности мышления, системности и глубины знаний, физической интуиции,

логического мышления, памяти, способствовать формированию навыков к исследовательской работе, выявлять детей, мотивированных к изучению астрономии.

Задачи:

Образовательные:

– познакомить с историей развития астрономии; с последними научными достижениями в области астрофизики, экспериментальной астрономии, астрометрии и небесной механики;

– дать теоретические знания по всем разделам общей астрономии: познакомить учащихся с научными сведениями о галактиках, звёздах, планетах, спутниках и способах исследования небесных тел.

– научить пользоваться астрономическими приборами; обучить основным навыкам наблюдений небесных объектов.

– углубить знания, полученные в школе при изучении предметов естественнонаучного цикла и математики.

Развивающие:

– развить научное мышление, понимание физических процессов, происходящих в природе (в космических объектах, Солнечной системе, Галактике и т. д.);

– развить навыки применения полученных знаний в повседневной жизни (умение определять стороны горизонта без компаса, время без часов, определять координаты своего местоположения);

– развить умение отстаивать свою точку зрения, дискутировать на научные темы, использовать в качестве доказательств физические законы

– развить устойчивый интерес к астрономии и к физике, как актуальным и современным наукам.

Воспитательные:

– сформировать способности к самоанализу и критическому мышлению;

– воспитать качества личности: целеустремленность, усидчивость, ответственность, обеспечивающие социальную мобильность, способность принимать самостоятельные решения;

– сформировать качества мышления, необходимые для адаптации в современном информационном обществе;

– воспитать убежденность в возможности познания законов природы.

1.3 Содержание программы

1.3.1 Учебный план

Название раздела, темы	**Количество часов**			**Формы аттестации/ контроля**
	Всего	**Теория**	**Практика**	
Входная диагностика	12	2	10	

Тема 1. Основные объекты звездного неба.	6	2	4	Устный опрос. Решение задач
Тема 2. Видимое движение Солнца по небу.	6	2	4	Устный опрос. Решение задач
Тема 3. Солнечная система.	10	4	6	Устный опрос. Решение задач
Тема 4. Основы летоисчисления.	8	2	6	Устный опрос. Решение задач
Тема 5. Вращение Земли.	8	2	6	Устный опрос. Решение задач
Тема 6. Основные сведения о Луне.	6	2	4	Устный опрос. Решение задач
Тема 7. Начальные представления о структуре Вселенной.	8	2	6	Устный опрос. Решение задач
Тема 8. Самые-самые числа в астрономических масштабах. Что мы ищем в космосе?	6	2	4	Устный опрос. Решение задач
Итого:	**70**	**20**	**50**	

Содержание учебного плана

Входная диагностика

Теория: Знакомство с коллективом. Задача как предмет изучения в процессе обучения.

Практика: Тестирование на определение уровня способностей проводится на платформе Moodle под авторизованным доступом. Знакомство с библиотекой, электронными ресурсами. Решение задач. Оперирование вопросами при решении задач разного вида.

Контроль. Тестирование. Решение поставленных задач.

Тема 1 Основные объекты звездного неба.

Теория: Основные объекты звездного неба. Созвездия и наиболее яркие звезды неба. Условия их видимости в разные сезоны года. Ориентирование на местности по полярной звезде. Астеризмы. Видимые отличия планет от звезд.

Практика: Решение задач.

Контроль. Устный опрос. Решение задач.

Тема 2 Видимое движение Солнца по небу.

Теория: Видимое движение Солнца по небу. Эклиптика, зодиакальные созвездия. Положение Солнца в созвездиях в зависимости от времени года.

Практика: Решение задач.

Контроль. Устный опрос. Решение задач.

Тема 3 Солнечная система.

Теория: Солнечная система. Структура и состав Солнечной системы. Астрономическая единица. Планеты Солнечной системы: радиусы орбит, физические характеристики (размеры, форма, масса, плотность, период

вращения). Обращение Земли вокруг Солнца, как причина смены времен года. Крупнейшие спутники планет. Системы мира Птолемея и Коперника.

Практика: Решение задач.

Контроль. Устный опрос. Решение задач.

Тема 4 Основы летоисчисления.

Теория: Основы летоисчисления. Календарный год. Високосные и невисокосные года. Юлианский и григорианский календари.

Практика: Решение задач.

Контроль. Устный опрос. Решение задач.

Тема 5 Вращение Земли.

Теория: Вращение Земли. Полюс и экватор. Смена дня и ночи. Изменение вида звездного неба в течении суток.

Практика: Решение задач.

Контроль. Устный опрос. Решение задач.

Тема 6 Основные сведения о Луне.

Теория: Основные сведения о Луне. Движение Луны вокруг Земли, фазы Луны. Солнечные и лунные затмения.

Практика: Решение задач.

Контроль. Устный опрос. Решение задач.

Тема 7 Начальные представления о структуре Вселенной.

Теория: Начальные представления о структуре Вселенной. Основные типы объектов Вселенной (звезды, галактики). Характерные пространственные масштабы.

Практика: Решение задач.

Контроль. Устный опрос. Решение задач.

Тема 8 Самые-самые числа в астрономических масштабах. Что мы ищем в космосе?

Теория: Способы представления очень больших и очень малых чисел. Единицы измерения расстояний в астрономии. Степень числа 10. Зачем мы изучаем астрономию?

Практика: Решение задач.

Контроль. Устный опрос. Решение задач.

Итоговая контрольная работа

Практика: Контрольная работа

Контроль. Решение поставленных задач.

1.4 Планируемые результаты

Личностные результаты:

- совершенствование полученных в основном курсе физики знаний и умений;
- формирование представлений о постановке, классификации, приёмах и методах решения школьных физических задач;

- развитый интереса к физике через решения практических задач, встречающихся в повседневной жизни;
- формирование профессиональных намерений для выбора профессии;
- расширение знаний основных физических законов на примере решения задач повышенной трудности;
- раскрытие некоторых нестандартных приёмов из математического аппарата, применяемого для решения задач повышенной сложности;
- проявление себя на более высоком уровне в перечневых олимпиадах ВсОШ, РСОШ, конкурсах школьных проектов;
- развитие физической интуиции и определённых техник решения задач по физике, в соответствии с возрастающими требованиями современного уровня процессов во всех областях жизнедеятельности человека.

Метапредметные результаты:

- умение самостоятельно ставить и формулировать для себя новые задачи в изучении физики;
- умение развивать мотивы и познавательные интересы в изучении физики;
- умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные;
- умение осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;
- умение осуществлять самоконтроль за своей деятельностью в процессе достижения результатов;
- умение оценивать правильность выполнения учебной задачи.

Предметные результаты:

- умение определять взаимосвязь между основополагающими научными понятиями, физикой и другими естественными науками;
- владение приёмами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений;
- умение решать практико-ориентированные качественные и расчетные физические задачи;
- умение применять физические модели при решении физических задач, находить адекватную предложенной задаче физическую модель;
- умение использовать изученные нестандартные математические приёмы в процессе решения задач.

2 Комплекс организационно-педагогических условий
2.1 Календарный учебный график

Место проведения:
Время проведения занятий:
Изменения расписания занятий:

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов	Форма занятия	Форма контроля	Дата проведения занятия		Причина изменения даты
					планируемая	фактическая	
Входная диагностика - 12 часов							
1.	Входная диагностика	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Тестирование			
2.	Входная диагностика	2	Практическая работа.	Решение задач			
3.	Входная диагностика	2	Практическая работа.	Решение задач			
4.	Входная диагностика	2	Практическая работа.	Решение задач			
5.	Входная диагностика	2	Практическая работа.	Решение задач			
6.	Входная диагностика	2	Практическая работа.	Решение задач			
7.	Тема 1 Основные объекты звездного неба.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
8.	Тема 1 Основные объекты звездного неба.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
9.	Тема 1 Основные объекты звездного неба.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
10.	Тема 2 Видимое движение Солнца по небу.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
11.	Тема 2 Видимое движение Солнца по небу.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			

12.	Тема 2 Видимое движение Солнца по небу.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
13.	Тема 3 Солнечная система.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
14.	Тема 3 Солнечная система.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
15.	Тема 3 Солнечная система.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
16.	Тема 3 Солнечная система.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
17.	Тема 3 Солнечная система.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
18.	Тема 4 Основы летоисчисления.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
19.	Тема 4 Основы летоисчисления.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
20.	Тема 4 Основы летоисчисления.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
21.	Тема 4 Основы летоисчисления.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
22.	Тема 5 Вращение Земли.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
23.	Тема 5 Вращение Земли.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
24.	Тема 5 Вращение Земли.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
25.	Тема 5 Вращение Земли.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
26.	Тема 6 Основные сведения о Луне.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
27.	Тема 6 Основные сведения о Луне.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			

28.	Тема 6 Основные сведения о Луне.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
29.	Тема 7 Начальные представления о структуре Вселенной.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
30.	Тема 7 Начальные представления о структуре Вселенной.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
31.	Тема 7 Начальные представления о структуре Вселенной.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
32.	Тема 7 Начальные представления о структуре Вселенной.	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
33.	Тема 8 Самые-самые числа в астрономических масштабах. Что мы ищем в космосе?	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
34.	Тема 8 Самые-самые числа в астрономических масштабах. Что мы ищем в космосе?	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
35.	Тема 8 Самые-самые числа в астрономических масштабах. Что мы ищем в космосе?	2	Комбинированное занятие.	Устный опрос Решение задач			
Итого: 70 часов							

2.2 Условия реализации программы

Материально-техническое обеспечение

Организационные условия, позволяющие реализовать содержание учебного курса, предполагают наличие кабинета, обеспеченного соответствующей мебелью: рабочими столами, стульями, компьютерами, программным обеспечением, выходом в интернет, мультимедийной доской, столом для преподавателя, кафедрой для демонстрационных экспериментов.

Рабочее место оснащено столом, стульями, персональным компьютером или ноутбуком, компьютерной мышью, программным обеспечением.

Группа обучающихся состоит не более чем из 15 человек.

К работе обучающиеся приступают после проведения соответствующего инструктажа по правилам техники безопасной работы, объявления темы занятия, плана работы. Новую тему педагог объясняет с применением технологий мультимедиа с использованием дистанционных технологий обучения.

Методическое обеспечение

Методическую помощь учителям и обучающимся при подготовке к занятиям могут оказать:

- Оборудование для визуализации представляемой информации.
- Специальная, научная и методическая литература.
- Наборы для выполнения самостоятельных экспериментов.

Методические материалы

Формы работы на уроке: краткое, не более 10 минут, объяснение педагогом основных положений изучаемого материала. Детали и нюансы выясняются в процессе решения учащимися теоретических и экспериментальных задач, восприятия демонстраций физических явлений, выполнения лабораторных работ и др.

Типы занятий: комбинированные, теоретические, практические, лабораторные, самостоятельные, контрольные.

Методы обучения:

– по способу организации занятий – словесные, наглядные, практические.

– по уровню деятельности обучающихся – объяснительно-иллюстративные, частично-поисковые, поисковые, исследовательские. Для проверки теоретических знаний используются методы опросов наблюдения.

Информационное обеспечение

Персональный компьютер с пакетом Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Power Point) и выходом в сеть Интернет

Кадровое обеспечение: В реализации программы занят один педагог дополнительного образования, кандидат физико-математических наук Явтушенко Марина Сергеевна, педагогический стаж 13 лет.

2.3 Формы аттестации

Формы проведения аттестации: рейтинговые олимпиады по пройденным темам, решение задач, контрольные работы. По результатам промежуточных олимпиад в группу могут быть добавлены новые ученики.

2.4 Критерии оценки

Методическая программа ВсОШ по астрономии представлена в Приложении 1.

Примерные тестовые задания по программе представлены в Приложении 2.

Формы подведения итогов: итоговый зачет, результаты участия в олимпиадах по астрономии 1 - 3 уровня.

Способы определения результативности: В образовательном процессе для диагностики успешности освоения учебной программы используются:

- метод наблюдения;
- метод анализа продуктов образовательной деятельности обучающегося.

Оценка формирования команды по следующим критериям

- сплоченность команды;
- согласованность индивидуальных целей членов команды;
- эффективности работы в команде в сравнении с эффективностью работы над индивидуальными проектами;
- выделение лидера команды.

Виды контроля

- входная диагностика. Цель входной диагностики – выявление уровня подготовленности к решению задач разного уровня сложности;
- текущий контроль. Цель текущего контроля – определение эффективности усвоения данной программы.
- промежуточная аттестация. Проводится по завершении каждой темы.

Формы диагностики:

1. Промежуточная диагностика, проводится по завершении темы в форме решения поставленных задач.
2. Итоговая диагностика, проводится после завершения всей учебной программы.

Предметом оценки служат умения и знания в предметной области «Астрономия».

Оперативный контроль учебных достижений осуществляется на протяжении всех занятий и позволяет дать оценку систематичности учебной работы обучающихся по формированию знаний и умений в рамках освоения данного материала. Проводится в процессе устного опроса, проведения практических работ, выполнения индивидуальных заданий и т. п.

Задачи текущего контроля: повышение мотивации обучающихся к регулярной учебной работе; развитие навыков самостоятельной работы; обеспечение обратной связи между обучающимися и преподавателем, позволяющей определить уровень освоения учебного материала; дифференциация итоговой оценки знаний

Шкала оценки знаний

Оценка	Значение	Средняя оценка	Баллы
A+	Замечательно	5	100
A	Отлично	4,75	95-99
A-	Почти отлично	4,5	90-94
B+	Очень хорошо	4,25	85-89
B	Хорошо	4	80-84
B-	Почти хорошо	3,75	75-79
C+	Вполне удовлетворительно	3,5	70-74
C	Удовлетворительно	3,25	65-69
C-	Почти удовлетворительно	3	60-64
F	Неудовлетворительно	0	59-0

Рейтинг – шкала

Форма контроля	**Баллы**
Текущий	10-20
Промежуточный	15-30
Домашний	5-10
Итоговый контроль	30-40
Всего:	100

Список литературы

Литература для педагогов

1. Агекян, Т. А. Звезды, галактики, Метагалактика. / Т. А. Агекян. - М.: Наука, 1982. - 416 с.

2. Белонучкин, В. Е. Кеплер, Ньютон и все, все, все. / В. Е. Белонучкин - М.: Наука, 1990. - 128 с.

3. Гусев, Е. Б. Расширяя границы Вселенной: история астрономии в задачах. / Е. Б. Гусев, В. Г. Сурдин. - М.: МЦНМО, 2003. - 176 с.

4. Дагаев, М. М. Наблюдение звездного неба. / М. М. Дагаев. - М.: Наука, 1983. - 176 с.

5. Зигель, Ф. Ю. Сокровища звездного неба. / Ф. Ю. Зигель. - М.: Наука, 1981. - 312 с.

6. Иванов, В. В. Парадоксальная Вселенная: 175 задач по астрономии. / В. В. Иванов, А. В. Кривов, П. А. Денисенков. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997. - 141 с. (дополненный электронный вариант доступен по адресу: http://www.astro.spbu.ru/staff/viva/Book/Book.html).

7. Иванов, В. В. Вселенная в числах и фактах. / В. В. Иванов, В. П. Решетников, К. В. Холшевников. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008. - 76 с.

8. Карпенко, Ю. А. Названия звездного неба. / Ю. А. Карпенко. - М.: Наука, 1985. - 169 с.

9. Книги по астрономии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.astroolymp.ru/books.php

10. Климишин, И. А. Астрономия наших дней. / И. А. Климишин. - М.: Наука, 1986. - 559 с.

11. Климишин, И. А. Календарь и хронология. / И. А. Климишин. - М.: Наука, 1985. - 320 с.

12. Климишин, И. А. Элементарная астрономия. / И. А. Климишин. - М.: Наука, 1991. - 464 с.

13. Кононович, Э. В. Солнце - дневная звезда. / Э. В. Кононович. - М.: Просвещение, 1982. - 112 с.

14. Кононович, Э. В. Общий курс астрономии. / Э. В. Кононович, В. И. Мороз. - М.: Едиториал УРСС, 2001. - 544 с.

15. Куликовский, П. Г. Справочник любителя астрономии. / П. Г. Куликовский. - М.: УРСС, 2017. - 704 с.

16. Лейзер, Д. Создавая картину Вселенной. / Д. Лейзер. - М.: Мир, 1988. - 328 с.

17. Липунов, В. М. В мире двойных звезд. / В. М. Липунов. - М.: УРСС, 2009. - 254 с.

18. Навашин, М. С. Телескоп астронома-любителя. / М. С. Навашин. - М.: Наука, 1979. - 440 с.

19. Новиков, И. Д. Как взорвалась Вселенная. / И. Д. Новиков. - М.: Наука, 1988. - 269 с.

20. Сайт проекта Астронет. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.astronet.ru.

Литература для обучающихся

1. Шкловский, И.С. Звезды: их рождение, жизнь и смерть. / И. С. Шкловский. - М.: Наука, 1984. - 384 с.

2. Школьная астрономия Петербурга. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://school.astro.spbu.ru.

3. Энциклопедический словарь юного астронома / сост. Н. П. Ерпылев. - М.: Педагогика, 1986. - 336 с.

4. Энциклопедия для детей. Том 8. Астрономия / гл. ред. М. Аксёнова. - М.: Аванта+, 2007. - 528 с.

Литература для родителей

1. Сюняев, Р. А. Физика космоса. Маленькая энциклопедия. / Р. А. Сюняев. - М.: Советская энциклопедия, 1986. - 655 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.astronet.ru/db/FK86/

2. Хокинг, С. Краткая история времени. / С. Хокинг. - СПб.: Амфора, 2003. - 266 с.

3. Цесевич, В. П. Что и как наблюдать на небе. / В. П. Цесевич. - М.: Наука, 1984. - 304 с.

4. Чурюмов, К. И. Кометы и их наблюдение / К. И. Чурюмов. - М.: Наука, 1980. - 160 с.

5. Шкловский, И. С. Вселенная, жизнь, разум / И. С. Шкловский. - М.: Наука, 1987. - 336 с.

Приложение 1
Программа непрерывного астрономического образования[1]

УРОВЕНЬ I
5-6 класс, школьный этап

Раздел 1. Классическая астрономия

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

§1.2. Земля, ее свойства и движение Три базовых факта о Земле: шарообразная форма, вращение вокруг своей оси и вокруг Солнца. Форма и размеры Земли. Смена времен года, равноденствия и солнцестояния. Основные единицы времени: солнечные сутки и тропический год. Видимый путь Солнца по небу, зодиакальные созвездия.

§1.3. Луна, ее свойства и движение. Движение Луны вокруг Земли и осевое вращение Луны. Смена фаз Луны. Синодический месяц. Основные типы солнечных и лунных затмений, условия их наступления.

Раздел 2. Строение Вселенной

§2.1. Солнце и планеты Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира. Строение Солнечной системы: Солнце; планеты и их спутники; карликовые планеты; астероиды, кометы и другие малые тела. Астрономическая единица. Расстояние от Солнца, строение и (качественно) физические характеристики планет. Наблюдение планет, их видимое отличие от звезд. Крупнейшие спутники планет. Искусственные объекты космоса: спутники, зонды, автоматические межпланетные станции. Исследование ближнего космоса.

§2.2. Звезды и расстояния до них Характерные расстояния до ближайших звезд в сравнении с масштабами Солнечной системы, принципы измерения расстояния. Скорость света, световой год, его связь с астрономической единицей. Характеристики звезд: масса, радиус, температура. Представление о двойных звездах и экзопланетах. Звездные скопления, их основные свойства.

§2.3. Объекты далекого космоса Каталог Мессье, его самые известные объекты. Туманности. Галактики, их основные свойства и типы. Представление о расстояниях до галактик и масштабах Вселенной. Смежные вопросы физики Понятия массы и плотности. Объем и плотность шарообразного тела.

1 Методическая программа ВсОШ по астрономии, 2019 г. http://www.astroolymp.ru/syllabus.php

Прямолинейное распространение света, понятие о преломлении света.

УРОВЕНЬ II

7 класс, школьный этап

Раздел 3. Небесная сфера (часть 1)

§3.1. Географические координаты Градусная и часовая мера угла. Широта и долгота на поверхности Земли. Полюса, экватор, параллели и меридианы. Географическое положение континентов и крупнейших стран мира (качественно). Фигура Земли. Экваториальный и полярный радиусы. Длина окружности экватора, меридиана.

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

Смежные вопросы математики

Градусная и часовая мера угла. Понятие сферы, большие и малые круги. Формула для длины окружности. Теорема о равенстве углов со взаимно перпендикулярными сторонами.

УРОВЕНЬ III

7 класс, муниципальный этап

8 класс, школьный этап

Раздел 4. Небесная сфера (часть 2)

§4.1. Угловые измерения на небе Угловые расстояния между небесными объектами. Угловые размеры объекта, их связь с линейными размерами (при известном расстоянии; малые углы).

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

§4.3. Экваториальные координаты на небесной сфере Большие и малые круги небесной сферы, принципы построения систем сферических координат. Склонение и часовой угол. Высоты светил в верхней и нижней кульминации для любой точки Земли, незаходящие и невосходящие светила. Угол между

линиями небесного экватора и горизонтом в точке их пересечения в зависимости от широты места. Выражения для углового расстояния между двумя точками неба для элементарных случаев (близкие точки, точки на горизонте или экваторе, на одном азимуте, меридиане или круге склонения). Стереографическая проекция.

§4.4. Экваториальные координаты и время Прямое восхождение светила и звездное время. Соотношение звездных и солнечных суток. Местное солнечное время. Всемирное время, поясное и декретное время. Часовые пояса и зоны, гражданское (административное) время, линия перемены дат. Сезонный перевод часов. Юлианские дни.

§4.5. Видимое движение Солнца и эклиптические координаты Эклиптика, ее положение в экваториальной системе координат. Полюса эклиптики, их положение на небе. Гелиоцентрическая система координат в Солнечной системе. Тропики и полярные круги на Земле. Изменение склонения Солнца в течение года, полярный день, полярная ночь. Климатические и астрономические пояса Земли. Гелиоцентрическая система координат в Солнечной системе.

§4.6. Основы летоисчисления и измерения времени Календарные год, месяц и сутки, их соотношение с тропическим годом, синодическим месяцем и солнечными сутками. Системы различных календарей. Високосный год, юлианский и григорианский календарь. Солнечные часы. Смежные вопросы математики Радианная и часовая мера угла. Угловой размер тела. Прямоугольный треугольник. Теорема Пифагора. Элементы тригонометрии. Стандартная запись числа. Математические операции со степенями. Пользование непрограммируемым инженерным калькулятором.

УРОВЕНЬ IV

8 класс, муниципальный этап

9 класс, школьный этап

Раздел 5. Кинематика Солнечной системы

§5.1. Кинематика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит) Упрощенная запись III закона Кеплера для круговой орбиты (как эмпирический факт). Угловая и линейная скорость планеты относительно Солнца. Синодический и сидерический период планеты. Внутренние и внешние планеты. Конфигурации и условия видимости планет.

§5.2. Малые тела Солнечной системы (приближение круговых орбит) Движение карликовых и малых планет (в предположении круговой орбиты). Представление о движении комет и метеорных потоках. Внешние области Солнечной системы. Пояс Койпера, облако Оорта.

§5.3. Движение Луны и спутников планет (приближение круговых орбит) Синодический и сидерический периоды Луны, их связь. Солнечные и лунные затмения. Величина фазы, продолжительность, стадии затмения. Характерные расстояния и периоды обращения спутников планет. Определение скорости

света на основе анализа движения спутников планет.

Смежные вопросы математики

Подобие треугольников. Возведение в степень, квадратные и кубические корни.

Смежные вопросы физики

Понятие периода движения по окружности, угловой скорости равномерного кругового движения. Прямолинейное распространение света.

УРОВЕНЬ V

9 класс, муниципальный этап

10 класс, школьный этап

Раздел 6. Небесная механика

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

§6.2. Механика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит) Период обращения, выражение III закона Кеплера в обобщенной формулировке для круговых орбит. Линейная скорость планеты относительно Земли. Петлеобразное движение планет, геоцентрическая угловая скорость планеты на небе в момент основных конфигураций.

§6.3. Движение искусственных спутников и Луны вокруг Земли (приближение круговой орбиты). Движение спутников планет Приливы, их периодичность. Искусственные спутники Земли на низких орбитах, их видимое движение на небе. Торможение спутников в атмосферах планет. Геостационарные спутники.

Смежные вопросы математики

Сложение и вычитание векторов.

Смежные вопросы физики

Закон всемирного тяготения, законы Ньютона. Сила тяжести, вес тела. Величина ускорения свободного падения, центростремительного ускорения. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Законы Ньютона. Первая космическая (круговая) скорость.

Раздел 7. Астрономическая оптика

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

(альт-азимутальная, экваториальная).

Смежные вопросы физики

Законы геометрической оптики. Отражение и преломление света на границе двух сред. Плоские и сферические зеркала, линзы. Построение изображений.

УРОВЕНЬ VI

9 класс, региональный этап

10 класс, муниципальный этап

11 класс, школьный этап

Раздел 8. Звездная астрономия

§8.1. Энергия излучения Понятия мощности излучения (светимости), энергетического потока излучения, плотности потока излучения, освещенности, яркости. Убывание плотности потока излучения обратно пропорционально квадрату расстояния (без учета поглощения).

§8.2. Шкала звездных величин Видимая звездная величина. Формула Погсона. Видимые звездные величины наиболее ярких звезд и планет. Поверхностная яркость, ее независимость от расстояния, звездная величина фона ночного неба.

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

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

§8.5. Излучение абсолютно черного тела Закон Стефана-Больцмана. Эффективная температура и радиус звезды. Светимость звезды и освещенность от нее, связь с абсолютной и видимой звездной величиной.

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

§8.7. Движение звезд Эффект Доплера. Лучевая и трансверсальная скорость звезды. Собственное движение и параллакс звезды.

§8.8. Двойные и затменные переменные звезды Движение двух тел сопоставимой массы для случая круговых орбит. Центр масс. Обобщенный III закон Кеплера для кругового движения. Затменные переменные звезды, главный и вторичный минимум, их глубина и длительность.

§8.9. Планеты и экзопланеты Сферическое и геометрическое альбедо. Зона обитаемости. Качественное понятие о парниковом эффекте. Движение экзопланет вокруг звезд для случая круговых орбит. Транзиты экзопланет, их

временные и фотометрические свойства, условия наблюдения.

§8.10. Звездные скопления Характеристики и наблюдаемые свойства рассеянных и шаровых звездных скоплений и входящих в них звезд. Расположение скоплений на небе. Метод группового параллакса определения расстояний до скоплений.

§8.11. Основы галактической астрономии Представление о строении нашей Галактики. Движение Солнца в Галактике.

Смежные вопросы математики

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

Смежные вопросы физики

Общее понятие энергии, мощности, потока энергии, плотности потока энергии, яркости, освещенности. Понятие об электромагнитных волнах, длина волны, период и частота, скорость распространения, диапазоны электромагнитных волн. Понятие об абсолютно черном теле. Виды теплопередачи. Эффект Доплера. Понятие центра масс.

Раздел 9. Астрономическая оптика

§9.1. Ограничение разрешающей способности телескопа Понятие о дифракции. Дифракционное ограничение разрешающей способности телескопа.

§9.2. Светосила и проницающая способность телескопа Относительное отверстие телескопа, его проницающая способность. Видимый блеск точечных и протяженных источников при наблюдении в телескоп. Представление об ограничениях на проницающую способность телескопа (фон ночного неба).

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

Смежные вопросы физики

Понятие об интерференции и дифракции. Пределы применимости геометрической оптики. Понятие о дифракции света. Свойства и строение человеческого глаза. Аберрации оптики.

УРОВЕНЬ VII

9 класс, заключительный этап

10 класс, региональный этап

11 класс, муниципальный этап

Раздел 10. Небесная механика

§10.1. Законы Кеплера, движение по эллипсу Эллипс, его характеристики – большая и малая оси, эксцентриситет. Три закона Кеплера для случая большой центральной массы. Потенциальная энергия взаимодействия точечных

масс. Импульс и момент импульса. Перицентр и апоцентр, скорость движения в этих точках. Параболическая (вторая космическая) скорость. Эксцентриситет и скорости в перицентре параболы и гиперболы.

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

§10.3. Система Солнце – Земля – Луна Характеристики орбиты Луны, перигей и апогей. Солнечные и лунные затмения для случая произвольных расстояний до Солнца и Луны. Кольцеобразно-полные затмения Солнца. Покрытия Луной звезд и планет, условия их наблюдений. Либрации Луны.

§10.4. Задача двух тел и звездная динамика Распространение законов Кеплера на случай произвольных масс. Обобщенный III закон Кеплера для эллиптического движения. Приведенная масса. Доплеровский метод открытия и анализа двойных систем и экзопланет. Элементы орбит двойных звезд и экзопланет (элементарные случаи). Восстановление характеристик орбит двойных звезд из наблюдений (элементарные случаи). Движение звезд в поле центрально-симметричных масс (звездных скоплений, центров галактик).

Смежные вопросы математики

Эллипс, связь различных характеристик эллипса. Площадь эллипса. Понятие о параболе и гиперболе. Теоремы синусов и косинусов. Сложение и вычитание векторов. Формулы приближенного вычисления для малых параметров.

Смежные вопросы физики

Импульс, момент инерции, момент импульса. Потенциальная энергия взаимодействия точечных масс. Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса для случая точечных масс. Космические скорости. Движение в поле сферически-симметричной массы.

Раздел 11. Небесная сфера

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

§11.2. Аберрация света и поправки к координатам светил Топоцентрические и геоцентрические координаты. Изменение видимых положений светил вследствие движения Земли. Параллактический и аберрационный эллипсы звезд на разных эклиптических широтах. Поправки к гелиоцентрическим координатам и лучевым скоростям звезд.

§11.3. Прецессия оси вращения Земли Предварение равноденствий,

звездный (сидерический) и тропический год, их соотношение. Изменение экваториальных и эклиптических координат звезд вследствие прецессии. Нутация (качественно).

Смежные вопросы математики

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

Смежные вопросы физики

Момент силы, момент импульса, импульс момента силы. Основное уравнение динамики вращательного движения.

УРОВЕНЬ VIII

10 класс, заключительный этап

11 класс, региональный этап

Раздел 12. Элементы астрофизики

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

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

§12.3. Спектр излучения звезд Характерный вид спектра излучения абсолютно черного тела. Закон смещения Вина. Фотометрические системы UBVRI, показатели цвета. Цветовая температура. Болометрическая звездная величина, болометрическая поправка. Потемнение дисков звезд к краю.

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

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

§12.6. Эволюция нормальных звезд Звездообразование, его области в Галактике. Масса Джинса. Типы звездного населения в галактиках. Стадия главной последовательности. Стадия красного гиганта, синтез тяжелых элементов в ядре. Равновесие и перенос энергии в звездах. Эволюционные

треки маломассивных и массивных звезд на диаграмме Герцшпрунга-Рассела, вид этой диаграммы для звездных скоплений, определение их возраста по положению "точки поворота". Звездные ассоциации.

§12.7. Пульсирующие переменные звезды Цефеиды, их характеристики. Зависимость «период-светимость», определение расстояний. Представление о полосе нестабильности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела. Звезды типа RR Лиры, долгопериодические переменные звезды.

§12.8. Поздние стадии эволюции звезд Белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры. Пределы Чандрасекара, Оппенгеймера Волкова. Гравитационный радиус. Новые звезды. Сверхновые звезды, их классификация и основные свойства. Планетарные туманности и остатки вспышек сверхновых. Пульсары.

§12.9. Межзвездная среда Плотность, температура и химический состав межзвездной среды. Пылевые облака. Области H I и H II. Молекулярные облака. Линия 21 см. Газовые и диффузные туманности.

§12.10. Галактики и основы космологии Классификация и наблюдательные свойства галактик. Местная группа галактик. Типы звездного населения. Сверхмассивные черные дыры в галактиках, активные ядра галактик, квазары. Закон Хаббла, красное смещение.

Смежные вопросы математики

Производная функции. Исследование функций на основе производной, геометрический смысл производной.

Смежные вопросы физики

Квантовые и волновые свойства света. Фотоны. Энергия и импульс фотонов. Внешний фотоэффект. Давление света. Квантово-механическая модель атома. Постулаты Бора. Стационарные состояния атома. Понятие об энергетических уровнях электронов в атоме. Виды спектров. Спектральный анализ. Спектр атома водорода и водородоподобных ионов. Связь массы и энергии. Дефект массы, энергия связи и удельная энергия связи. Законы сохранения в ядерной физике. Синтез и распад ядер. Термоядерные реакции. Основные свойства элементарных частиц (электрон, протон, нейтрон, фотон, нейтрино). Свойства идеального газа. Понятие о температуре, давлении газа, концентрации частиц.

УРОВЕНЬ IX

10 класс, заключительный этап

Раздел 13. Небесная сфера

§13.1. Суточные пути светил (общий случай) Основы сферической тригонометрии. Параллактический треугольник. Преобразования горизонтальных, экваториальных и эклиптических координат. Вычисление углового расстояния между точками небесной сферы для произвольного случая. Азимуты и часовые углы восхода и захода светил для произвольного склонения и широты.

§13.2. Система Солнце-Земля-Луна (общий случай) Вращение линии узлов и линии апсид лунной орбиты, тропический, аномалистический и драконический месяцы. Наклон лунной орбиты к эклиптике, условия для наступления солнечных и лунных затмений различных типов. Циклы затмений, сарос. Серии покрытий Луной звезд и планет. Предельная эклиптическая широта и расстояние от узла для наступления затмений различных типов, покрытия звезды или планеты.

§13.3. Движение близких тел в небе Земли (общий случай) Видимый путь Луны и искусственных спутников в небе Земли. Триангуляция близких объектов (спутников, метеоров). Учет несферичности Земли. Основы современных систем спутниковой навигации.

§13.4. Галактическая система координат Основные точки и большие круги, преобразования в другие системы небесных координат. Положение центра Галактики и галактических полюсов в небе Земли. Характерные положения различных типов небесных объектов в галактической системе координат.

Смежные вопросы математики Основы сферической тригонометрии, сферические теоремы синусов и косинусов. Площадь шарового слоя, участка сферы. Линейная аппроксимация, определение ее коэффициентов.

УРОВЕНЬ X

11 класс, заключительный этап

Раздел 14. Небесная механика

§14.1. Элементы орбит Пространственное положение орбиты, кеплеровы элементы, основные точки и направления. Элементы параболической и гиперболической орбиты. Эксцентриситет, прицельный параметр и угол между асимптотами гиперболы. Орбиты двойных звезд и экзопланет в проекции на небесную сферу (общий случай).

§14.2. Движение в поле тяжести двух и более тел Точки Лагранжа. Приливное ускорение. Сфера Хилла, полость Роша. Представление об устойчивости систем. Изменение орбит малых планет и комет при сближении с большими планетами, активные и пассивные гравитационные маневры. Высота приливов (элементарная теория). Приливное разрушение спутников (элементарная теория). Приливное трение (качественное представление).

§14.3. Движение систем с переменной массой и энергией Уравнения Циолковского и Мещерского. Теорема о вириале для гравитационно-связанных систем. Движение спутников в атмосферах планет, движение тел около звезд с сильным звездным ветром. Эволюция тесных двойных систем. Понятие о гравитационных волнах.

Смежные вопросы математики Парабола и гипербола, их геометрические свойства и характеристики. Понятие производной функции, ее геометрический и физический смысл.

Раздел 15. Астрофизика и космология

§15.1. Формула Планка Спектральная мощность излучения единицы поверхности. Формула Планка, приближения Релея-Джинса и Вина, область их применимости. Яркостная температура. Закон Кирхгофа.

§15.2. Гидростатическое равновесие звезд. Взаимодействие излучения с зарядами. Гидростатическое равновесие звезд, предел светимости Эддингтона.

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

§15.4. Перенос излучения в среде Преломление света и атмосферная рефракция для произвольного положения объекта. Спектральная зависимость преломления, "зеленый луч". Влияние преломления на яркостные характеристики объектов. Оптическая толщина. Поглощение и рассеяние света в атмосферах Земли и планет, закон Бугера. Отражение света различными поверхностями, закон Ламберта. Межзвездное поглощение света, его зависимость от длины волны. Избыток цвета, трехцветные диаграммы, звездная величина объекта на заданном расстоянии при наличии поглощения. Метод фотометрического параллакса определения расстояний до звезд.

§15.5. Всеволновая астрономия Приемники излучения в гамма-, рентгеновской, ультрафиолетовой, инфракрасной и радиоастрономии. Янский. Угловое разрешение радиотелескопов и радиоинтерферометров.

§15.6. Физика атмосфер планет Тепловой баланс планет и парниковый эффект. Озоновый слой в атмосфере Земли, его оптические свойства. Серебристые облака. Строение атмосфер планет Солнечной системы, представления об атмосферах экзопланет.

§15.7. Магнетизм во Вселенной. Дипольное магнитное поле. Магнитное поле токового слоя. Магнитное давление. Магнитосферы небесных тел. Энергия магнитного поля и его переход в другие формы энергии.

§15.8. Галактика и галактики Строение и морфология галактик различных типов. Кривые вращения, темная материя. Функции светимости звезд, начальная функция масс, отношение "масса/светимость". Соотношения Талли-Фишера и Фабер-Джексона.

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

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

темная энергия. Реликтовое излучение, его свойства.

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

Смежные вопросы физики Волновые свойства света. Понятие об интерференции, дифракции, дисперсии света. Магнитное поле. Магнитная индукция. Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Основы специальной теории относительности. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистское сокращение длины и замедление времени.

Источник: Программа Всероссийской Олимпиады школьников по астрономии (ЦМПК, 2019)

Приложение 2

Примерные вопросы входного тестирования по программе

1. Какие созвездия нельзя увидеть, находясь на Северном Полюсе?
- Эридан
- Пегас
- Возничий
- Стрелец
- Южный Крест
- Большая Медведица
- Геркулес

2. Выберите объекты, соответствующие описаниям:

явление, возникающее при попадании в атмосферу Земли небольших небесных объектов, которые, сгорая в атмосфере, оставляют на несколько секунд яркий след	ракета межзвездное вещество метеор звезда болид метеорит планета комета черная дыра
массивное светящееся небесное тело, состоящее из газа или плазмы, светимость которого обусловлена термоядерными реакциями	
небольшое ледяное тело Солнечной системы, которое, проходя близко к Солнцу, нагревается и начинает выделять газы	

3. Транзит — это прохождение одного небесного тела перед другим, например, планеты перед звездой. На рисунке изображена **звезда**, которую мы наблюдаем, и **планета**, которая проходит перед ней и частично загораживает. Планета намного меньше звезды и полностью затмить ее не может, но яркость наблюдаемой **звезды**, которая фиксируется приборами, уменьшается. По этому изменению яркости можно вычислить наличие **планеты** и ее параметры.

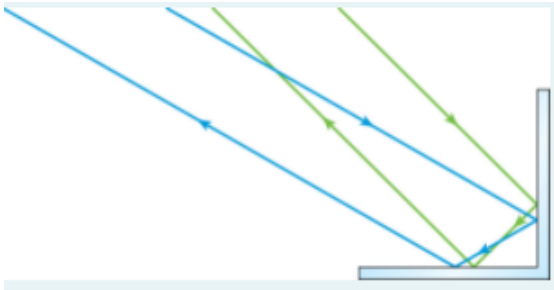
Можно ли с Земли наблюдать транзит Меркурия перед Солнцем?

Можно ли с Земли наблюдать транзит Марса перед Солнцем?

На графике черными точками и красной линией показано изменение яркости звезды в разные моменты времени. Оцените из приведенного **графика**, во сколько раз диаметр звезды больше диаметра планеты.

Оцените время транзита планеты, если цена деления по шкале времени составляет 120 дней.

4. Высота солнца над горизонтом составляет 60 градусов. Под каким углом к горизонту нужно расположить плоское зеркало, чтобы с помощью него направить солнечный луч на дно глубокого колодца?

5. На рисунке изображен уголковый отражатель - прибор, состоящий из перпендикулярно ("уголком") расположенных зеркал и отражающий падающий

луч в обратном направлении. С помощью уголкового отражателя, установленного на Луне на станции "Луноход 1", измеряют расстояние от Земли до Луны. Определите и вы расстояние от Луны до Земли в километрах (округлив до целого), если известно, что отправленный на Луну с Земли сигнал вернулся через 2,5628 с, а скорость сигнала 300000км/ч.