

УДК 373.5.016:52
ББК 74.262.26
К15



Каирова, Марина Анатольевна.

К15 **Астрономия : 10—11-е классы : методическое пособие к учебно-методическому комплексу «Астрономия. 10—11 классы. Базовый уровень» Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута / М. А. Каирова. — Москва : Просвещение, 2024. — 70 с. : ил.**

ISBN 978-5-09-118563-8.

Методическое пособие входит в учебно-методический комплект «Астрономия. 10—11 классы. Базовый уровень» Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута, разработанный в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования Российской Федерации № 732 от 12.08.2022 г.

В методическое пособие входит программа и методические рекомендации к реализации курса «Астрономия». Книга поможет учителям и преподавателям общеобразовательных и профессиональных образовательных организаций эффективно выстраивать процесс преподавания астрономии в условиях введения и реализации обновлённого ФГОС среднего общего образования.

УДК 373.5.016:52
ББК 74.262.26

ISBN 978-5-09-118563-8

© АО «Издательство «Просвещение», 2023, 2024
© Художественное оформление.
АО «Издательство «Просвещение», 2023, 2024
Все права защищены

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Поурочно-тематическое планирование	5
Межпредметные связи курса астрономии	19
Методические рекомендации к изучению курса астрономии	27
Обеспечение образовательной деятельности по астрономии	44
Рабочая программа среднего общего образования «Астрономия. Базовый уровень. 10—11 классы»	
Пояснительная записка	46
Общая характеристика учебного курса «Астрономия»	47
Цели и задачи изучения учебного курса «Астрономия»	48
Место учебного курса «Астрономия» в учебном плане	50
Учебно-методическое обеспечение учебного курса «Астрономия».	51
Планируемые результаты освоения учебного курса «Астрономия» на уровне среднего общего образования (базовый уровень)	52
Содержание учебного курса «Астрономия» (базовый уровень)	60
Тематическое планирование	62

ПРЕДИСЛОВИЕ

Представленное методическое пособие призвано оказать поддержку учителю в процессе вовлечения учащихся в деятельность по освоению курса астрономии. На уровне среднего общего образования формирование целостной современной картины мира невозможно без знания и понимания законов и закономерностей, представленных в курсе астрономии. Естественно-научная грамотность предполагает, что учащиеся свободно оперируют понятиями, представленными в курсе астрономии. Следует отметить и значительный мотивационный ресурс, заложенный в содержании курса астрономии, что способствует вовлечению учащихся старших классов в образовательную деятельность.

Пособие включает поурочно-тематическое планирование, в котором для каждого урока (занятия) представлены изучаемые элементы содержания и основные виды деятельности, что позволяет при проектировании образовательной деятельности учителем учитывать возможности каждой темы для развития учащихся. Каждый урок обладает собственным методологическим, знаниевым или личностным потенциалом.

Особое внимание уделено материалам, позволяющим грамотно выстроить линию межпредметных связей астрономии с другими науками, прежде всего с физикой как наиболее родственной астрономии. При этом акцент сделан и на заданиях, представленных в открытых банках для подготовки к ЕГЭ по физике и носящих межпредметный характер.

К каждому разделу представлены методические рекомендации для эффективного планирования образовательной деятельности. Особое внимание уделено вопросам, которые несут значительную методологическую и личностную нагрузку, так как позволяют учащимся сформировать собственное целостное представление о современной научной картине мира, выстроить непротиворечивую картину личностных взглядов относительно методологии современной науки.

В пособии также предложены подходы к обеспечению процесса образовательной деятельности по астрономии для эффективного достижения планируемых личностных, метапредметных и предметных результатов изучения курса астрономии.

ПОУРОЧНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ ур-ка	Тема урока	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
ВВЕДЕНИЕ (2 ч)			
1	Предмет астрономии	<p>Что изучает астрономия. Ее значение и связь с другими науками. Роль астрономии в развитии цивилизации. Эволюция взглядов человека на Вселенную. Структура и масштабы Вселенной. Шкала космических расстояний</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определить, различать и использовать термины и понятия: Солнечная система, Галактика, Вселенная. ■ Приводить примеры роли астрономии в развитии цивилизации. ■ Воспроизводить исторические сведения о развитии астрономии, ее связях с другими науками. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий. ■ Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников, и критически анализировать получаемую информацию
2	Наблюдения — основа астрономии	<p>Особенности астрономических методов исследования. Небесная сфера. Горизонтальные координаты. Наземные и космические телескопы, принципы их работы. Всеволоновая астрономия: электромагнитное излучение как</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Использовать полученные ранее знания для объяснения устройства и принципа работы телескопа. ■ Приводить примеры использования методов исследований в астрономии, различных диапазонов электромагнитных излучений для получения астрономической информации с помощью космических аппаратов

№ урока	Тема урока	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
		источник информации о небесных телах. Практическое применение астрономических исследований	
ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АСТРОНОМИИ (5 ч)			
3	Звезды и созвездия. Небесные координаты и звездные карты	Причины появления созвездий на небе. Звездная величина. Особые точки небесной сферы. Суточное движение светил. Экваториальные координаты. Звездные карты, глобусы и атласы	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: звездная величина, созвездие. ■ Описывать изученные свойства небесных тел и астрономические явления, используя физические величины: звездная величина. ■ Описывать и объяснять наблюдаемые невооруженным глазом движения звезд. ■ Применять звездную карту для поиска на небе определенных созвездий и звезд, компьютерные приложения для определения положения звезд на любую дату и время суток. ■ Находить на небе основные созвездия Северного полушария, в том числе: Большая Медведица, Малая Медведица, Волопас, Лебедь, Кассиопея, Орион; самые яркие звезды, в том числе: Полярная звезда, Арктур, Вега, Капелла, Сириус, Бетельгейзе; звездные скопления, в том числе Плеяды, Гиады; галактики, в том числе туманность Андромеды

4	Видимое движение звезд на различных географических широтах	Связь видимого расположения объектов на небе и географических координат наблюдателя. Кульминация светил	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: высота и кульминация светила. ■ Описывать и объяснять наблюдаемые невооруженным глазом движения звезд и Солнца на различных географических широтах, суточные движения светил. ■ Применять компьютерные приложения для определения положения Солнца, Луны и звезд на любую дату и время суток для данного населенного пункта
5	Годичное движение Солнца по небу. Эклиптика	Видимое годичное движение Солнца. Эклиптика и зодиак	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: высота и кульминация Солнца, эклиптика. ■ Описывать и объяснять наблюдаемые невооруженным глазом движения Солнца на различных географических широтах
6	Движение и фазы Луны. Затмение Солнца и Луны	Сидерический месяц. Видимое движение и фазы Луны. Синодический месяц. Затмение Солнца и Луны, условия их наступления	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: сидерический и синодический месяцы. ■ Описывать и объяснять движение и фазы Луны, причины затмений Луны и Солнца. ■ Соблюдать правила безопасного труда при проведении наблюдений, в том числе Солнца, с использованием телескопа, бинокля
7	Время и календарь	Точное время и определение географической долготы. Современная основа счета времени. Поясное, местное, декретное и летнее время. Календарь: лунный, солнечный, юлианский, григорианский	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: местное, всемирное, поясное, летнее и зимнее время. ■ Описывать и объяснять различия календарей. ■ Обосновывать необходимость введения високосных лет и нового календарного стиля

№ урока	Тема урока	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ (7 ч)			
8	Развитие представлений о строении мира. Геоцентрическая система мира. Становление гелиоцентрической системы мира. Первые телескопические открытия	Развитие представлений о строении мира. Геоцентрическая система мира. Становление гелиоцентрической системы мира. Первые телескопические открытия	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: геоцентрическая и гелиоцентрическая система. ■ Воспроизводить исторические сведения о становлении и развитии гелиоцентрической системы мира. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий
9	Конфигурация планет. Синодический период обращения планет	Состав Солнечной системы. Конфигурации планет и условия их видимости. Синодический и сидерический (звездный) периоды обращения планет	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: конфигурация планет, противостояния и соединения планет, синодический и сидерический периоды обращения планет. ■ Соблюдать правила безопасного труда при проведении наблюдений с использованием телескопа, бинокля
10	Законы движения планет Солнечной системы	Эмпирический характер научного исследования Кеплера. Эллипс, его свойства. Законы Кеплера	<ul style="list-style-type: none"> ■ Описывать изученные свойства небесных тел и астрономические явления, используя физические величины: астрономическая единица. ■ Описывать и объяснять особенности движения тел Солнечной системы по орбитам с различным эксцентриситетом.

			<ul style="list-style-type: none"> ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий
11	<p>Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе</p>	<p>Форма Земли и первые определения ее размеров. Параллаксическое смещение. Новые методы определения расстояний в Солнечной системе. Горизонтальный параллакс. Определение размеров светил</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: горизонтальный параллакс, угловые размеры объекта. ■ Решать задачи на вычисление расстояния до планет по горизонтальному параллаксу, размерам планет по угловым размерам и расстоянию до них
12	<p>Практическая работа с планом Солнечной системы</p>	<p>Определение расстояний до планет Солнечной системы с использованием справочных материалов. Определение положения планет с использованием данных «Астрономического календаря для школьников»</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Характеризовать астрономические явления и процессы, используя законы Кеплера
13	<p>Открытие и применение закона всемирного тяготения</p>	<p>Движение небесных тел под действием сил тяготения. Масса и плотность Земли. Определение массы небесных тел. Приливы и отливы</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Описывать и объяснять особенности движения тел Солнечной системы под действием сил тяготения, причины возникновения приливов на Земле и возмущений в движении тел Солнечной системы. ■ Решать задачи на определение массы планет на основе третьего (уточненного) закона Кеплера. ■ Характеризовать астрономические явления и процессы, используя закон всемирного тяготения

№ урока	Тема урока	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
14	Движение искусственных спутников и космических аппаратов в Солнечной системе	Движение искусственных спутников Земли и космических аппаратов (КА) в Солнечной системе. История развития отечественной космонавтики. Первый искусственный спутник Земли, полет Ю. А. Гагарина. Достижения современной космонавтики	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий
ПРИРОДА ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ (8 ч)			
15	Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение	Современные представления о происхождении Солнечной системы. Возраст и этапы формирования Солнечной системы	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Определять, различать и использовать термины и понятия: Солнечная система. ▪ Формулировать и обосновывать основные положения современной гипотезы о формировании всех тел Солнечной системы из единого газопылевого облака. ▪ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий
16	Система Земля — Луна	Сравнительная характеристика атмосферы Земли и Луны и астрофизических и геологических следствий различия.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Определять, различать и использовать термины и понятия: планета, спутник планеты. ▪ Описывать и объяснять природу Луны и причины её отличия от Земли.

		Сравнительная характеристика рельефа и химического состава планет. Обоснование системы «Земля — Луна» как уникальной двойной планеты Солнечной системы. Исследования Луны космическими аппаратами. Пилотируемые полеты на Луну	<ul style="list-style-type: none"> ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий
17	Общие характеристики планет	Две группы планет. Планеты земной группы. Планеты-гиганты. Различия групп планет	<ul style="list-style-type: none"> ■ Сравнить природу двух групп планет и объяснить причины их возникновения
18	Природа планет земной группы	Основные характеристики (физические, химические) планет земной группы, их строение, особенности рельефа и атмосферы. Природа Меркурия, Венеры и Марса	<ul style="list-style-type: none"> ■ Описывать и объяснять характерные особенности планет земной группы. ■ Различать условия применимости моделей строения планет. ■ Сравнить Меркурий, Венеру и Марс с Землей по рельефу поверхности и составу атмосферы, указывая следы эволюционных изменений природы этих планет
19	Урок-дискуссия «Парниковый эффект — польза или вред?»	Физические основы возникновения парникового эффекта. Естественный парниковый эффект и его проявления на Венере и Марсе. Искусственный (антропогенный) парниковый эффект и его послед-	<ul style="list-style-type: none"> ■ Описывать и объяснять механизм парникового эффекта и его значение для формирования и сохранения уникальной природы Земли

№ уро-ка	Тема урока	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
20	Далекие планеты	Основные характеристики (физические, химические) планет-гигантов, их строение. Спутники планет-гигантов и их особенности. Происхождение спутников. Кольца планет-гигантов и их особенности	<ul style="list-style-type: none"> ■ Описывать и объяснять характерные особенности планет-гигантов, их спутников и колец. ■ Различать условия применимости моделей строения планет
21	Малые тела Солнечной системы (астероиды, карликовые планеты и кометы)	Малые тела Солнечной системы. Астероиды и их характеристики. Астероидно-кометная опасность. Карликовые планеты, их особенности. Пояс Койпера. Кометы и их свойства	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: астероид, карликовая планета, комета. ■ Описывать и объяснять природу малых тел Солнечной системы и причины их значительных различий. ■ Характеризовать природу малых тел Солнечной системы, объясняя причины их значительных различий. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий
22	Метеоры, болиды и метеориты	Характеристика природы и особенностей явления метеоров, метеорных потоков.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: метеор, метеорит, метеороид, болид. ■ Описывать и объяснять явления метеорита и болида,

		<p>Особенности явления болида и характеристики метеоритов. Геологические следы столкновения Земли с метеоритами. Космические лучи</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ процессы, которые происходят при движении тел, влетающих в атмосферу планет с космической скоростью, и последствия падения на Землю крупных метеоритов, сущность астероидной опасности, возможность и способы ее предотвращения. ■ Применять компьютерные приложения для определения положения Солнца, Луны, планет и звезд на любую дату и время суток для данного населенного пункта
СОЛНЦЕ И ЗВЕЗДЫ (6 ч)			
23	Солнце, его состав и внутреннее строение	Излучение и температура Солнца. Состав и строение Солнца. Методы астрономических исследований: спектральный анализ. Источник солнечной энергии. Закон Стефана—Больцмана	<ul style="list-style-type: none"> ■ Описывать и объяснять внутреннее строение Солнца и способы передачи энергии из центра к поверхности. ■ Характеризовать физическое состояние вещества Солнца и источники его энергии. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий
24	Солнечная активность и ее влияние на Землю	Атмосфера Солнца. Солнечная активность и ее влияние на Землю. Роль магнитных полей на Солнце. Солнечно-земные связи	<ul style="list-style-type: none"> ■ Описывать и объяснять механизмы возникновения на Солнце грануляции и пятен, наблюдаемые проявления солнечной активности и их влияние на Землю. ■ Приводить примеры влияния солнечной активности на Землю. ■ Соблюдать правила безопасного труда при проведении наблюдений Солнца с использованием телескопа, бинокля. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий

№ урока	Тема урока	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
25	Физическая природа звезд	Звезды: основные физические характеристики и их взаимосвязь. Годичный параллакс и расстояния до звезд. Абсолютная звездная величина. Светимость, спектры, цвет и температура различных классов звезд. Закон смещения Вина. Диаграмма «спектр — светимость». Двойные и кратные звезды. Определение массы звезд. Размеры и плотность вещества звезд	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: звезда, годичный параллакс, спектральная классификация звезд. ■ Описывать изученные свойства небесных тел и астрономические явления, используя физические величины: парсек, световой год, абсолютная звездная величина, светимость. ■ Характеризовать физическое состояние вещества звезд и источники их энергии. ■ Оценивать время существования звезд в зависимости от их массы. ■ Соблюдать правила безопасного труда при проведении наблюдений с использованием телескопа, бинокля
26	Переменные и нестационарные звезды	Модели звезд. Основы классификации переменных и нестационарных звезд. Цефеиды — нестационарные звезды. Долгопериодические звезды. Новые и сверхновые звезды. Происхождение химических элементов	<ul style="list-style-type: none"> ■ Описывать и объяснять причины изменения светимости переменных звезд, механизмы вспышек новых и сверхновых, происхождение химических элементов. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий. ■ Приводить примеры получения астрономической информации с помощью спектрального анализа. ■ Описывать и объяснять причины изменения светимости переменных звезд

27	Конечные стадии эволюции звезд	Строение и источники энергии звезд. Пульсары. Эволюция звезд различной массы, ее этапы и конечные стадии: белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: белый карлик, нейтронная звезда, черная дыра. ■ Описывать и объяснять физические причины, определяющие равновесие звезд. ■ Формулировать и обосновывать основные этапы формирования и эволюции звезд. ■ Описывать и объяснять основные отличительные особенности звезд различных последовательностей на диаграмме «спектр — светимость». ■ Характеризовать этапы формирования и эволюции звезд, физические особенности объектов, возникающих на конечной стадии эволюции звезд: белых карликов, нейтронных звезд и черных дыр
28	Проверочная работа «Солнце и Солнечная система. Звезды»		<ul style="list-style-type: none"> ■ Приводить примеры получения астрономической информации с помощью спектрального анализа. ■ Сравнивать модели различных типов звезд с моделью Солнца. ■ Различать условия применимости моделей строения звезд. ■ Решать задачи на определение расстояний до звезд по годичному параллаксу, расстояния до звездных скоплений по цефеидам на основе зависимости «период — светимость»
СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ (6 ч)			
29	Наша Галактика	Млечный Путь и Галактика. Размеры, строение и состав Галактики. Процесс звездообразования в Галактике.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: Галактика. ■ Характеризовать основные параметры Галактики (размеры).

№ урока	Тема урока	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
30	Наша Галактика	Межзвездная среда: газ и пыль. Характеристика видов туманностей. Взаимосвязь различных видов туманностей с процессом звездообразования. Области звездообразования. Структура Галактики. Движение звезд в Галактике, ее вращение	<ul style="list-style-type: none"> ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий ■ Характеризовать основные параметры Галактики (состав, структура и кинематика). ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий
31	Другие звездные системы — галактики	Красное смещение в спектрах галактик и закон Хаббла. Типы галактик и их основные характеристики. Взаимодействие галактик. Проблема темной материи. Квазары. Особенности пространственного распределения галактик	<ul style="list-style-type: none"> ■ Характеризовать основные типы галактик (спиральные, эллиптические, неправильные). ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: квазар. ■ Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников, и критически анализировать получаемую информацию.

32	Космология начала XX в.	Космология. Современные модели происхождения Вселенной. Элементы общей теории относительности А. Эйнштейна. Теория А. А. Фридмана о нестационарности Вселенной и ее подтверждение	<ul style="list-style-type: none"> ■ Решать задачи на определение расстояния до галактик по цефеидам на основе зависимости «период — светимость», по светимости сверхновых ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: реликтовое излучение. ■ Характеризовать астрономические явления и процессы, используя закон Хаббла. ■ Сравнивать выводы А. Эйнштейна и А. А. Фридмана на относительно модели Вселенной. ■ Обосновывать справедливость модели Фридмана результатами наблюдений красного смещения в спектрах галактик. ■ Решать задачи на определение расстояния до галактик на основе закона Хаббла. ■ Оценивать возраст Вселенной на основе постоянной Хаббла
33	Основы современной космологии	Современная космологическая модель возникновения и развития Вселенной с опорой на гипотезу Г. А. Гамова. Большой взрыв. Реликтовое излучение. Ускорение расширения Вселенной. Темная энергия	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: Большой взрыв. ■ Различать условия применимости модели Вселенной. ■ Характеризовать основные периоды эволюции Вселенной с момента начала ее расширения — Большого взрыва, современные данные об ускорении расширения Вселенной как результата действия антитяготения темной энергии. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий. ■ Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления

№ уро-ка	Тема урока	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
34	Жизнь и разум во Вселенной	Проблема существования жизни вне Земли. Современные методы поиска жизни во Вселенной. Органические соединения в космосе. Условия, благоприятные для возникновения жизни. Современные возможности космонавтики и радиоастрономии для связи с другими цивилизациями. Планеты за пределами Солнечной системы. Послания внеземным цивилизациям	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: внесолнечная планета (экзопланета). ■ Характеризовать методы исследования и современное состояние проблемы существования жизни во Вселенной. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий. ■ Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников, и критически анализировать получаемую информацию

МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ КУРСА АСТРОНОМИИ

Курс астрономии имеет тесные межпредметные связи с другими науками. При проектировании занятий, а также в процессе организации межпредметного взаимодействия учителей образовательной организации необходимо учитывать и использовать взаимопроникновения и взаимовлияния научных областей. В ходе освоения учащимися курса астрономии может быть углублен интерес не только к изучению мира астрономических явлений, но и к смежным наукам, к научному творчеству, исследованиям на стыке наук.

Астрономия и литература

На уроке (занятии) астрономии важно использовать тексты научного и научно-популярного жанра. Вместе с тем современный учебник астрономии насыщен цитатами из произведений мировой художественной литературы. Приводятся фрагменты стихотворений, прозаических произведений и произведений в стихах. Некоторые из них входят в содержание учебного предмета «Литература» на уровне основного общего и среднего общего образования. Так, в тексте учебника приводятся фрагменты из «Слова о полку Игореве» (входит в число изучаемых в 9 классе произведений в соответствии с ФРП ООО по литературе), фрагменты стихотворений Ф. И. Тютчева (7—9 классы), Р. Г. Гамзатова (5, 8 классы) и т. д. В ходе уроков (занятий) необходимо акцентировать внимание учащихся на красоте астрономической науки, воспетой в произведениях классиков, которая выступает основой для создания удивительных произведений. Следует отметить необходимость инициирования детского чтения. При совместном проектировании деятельности учителя астрономии и учителя литературы нужно обратить внимание на знакомство с произведениями следующих писателей-фантастов (данное направление присутствует в ФРП СОО по литературе).

— Айзек Азимов — ученый, писатель-фантаст, автор книг «Я — робот», «Конец вечности» и др. В книге «Основание» — история цивилизации на протяжении тысячелетий.

Энди Вейер — писатель, экранизация его книги «Марсианин» известна всем. Но сама книга — еще удивительнее и более захватывающая.

— Станислав Лем — уникальный писатель-фантаст, каждая из его книг неповторима. Читая «Магелланово облако», «Человек с Марса», «Астронавты», поражаешься удивительной прозорливости автора, предвидевшего большинство современных

технических средств и способов хранения и передачи информации. А его роман «Солярис» справедливо называют книгой, изменившей мир.

— Братья Стругацкие — признанные классики. В числе уникальных произведений — книги «Обитаемый остров», «Трудно быть богом», в которых исследователи с Земли изучают инопланетную цивилизацию, находящуюся на уровне Средневековья.

— Рэй Брэдбери — уникальный автор таких произведений, как «451 градус по Фаренгейту», «Марсианские хроники». В последней книге рассматриваются покорение человеком Марса и возможные глобальные проблемы.

— Карл Саган — его книга «Контакт» более 20 лет назад успешно экранизирована, одноименный фильм современен и уникален своей глубиной.

Астрономия и история

Большая часть курса астрономии — история развития наблюдательной науки, история развития цивилизации, изменения в способах датировки исторических событий с опорой на астрономические явления. Учащиеся самостоятельно не всегда способны обнаружить столь глубокие взаимосвязи двух, казалось бы, диаметрально противоположных наук. Но при этом развитие астрономии способствовало развитию цивилизаций и наоборот.

Астрономия и география

При освоении курса астрономии учащиеся впервые получают возможность рассматривать нашу планету как одну из множества представителей класса астрономических объектов — планет, но при этом уникальную, неповторимую и очень уязвимую. В курсе астрономии анализируется, вслед за содержанием курса географии на уровне основного общего образования, природа облаков на Земле и других планетах; приливы в океане, атмосфере и твердой коре Земли; испарение воды с поверхности океана под действием излучения Солнца; неравномерное нагревание Солнцем различных частей земной поверхности, создающее циркуляцию атмосферных потоков. При рассмотрении практических основ астрономии одной из используемых систем небесных координат является горизонтальная система, известная учащимся из курса географии. Именно это содержание получает совершенно новое прочтение при изучении экваториальной системы небесных координат и при выводе математического соотношения между высотой светила в кульминации, его склонением и широ-

той местности. Не менее важным для установления межпредметных связей является и рассмотрение строения Земли в сравнении с другими планетами. Вопросы экологического характера, актуальные для нашей планеты, предстают перед учащимися в новом видении. Так, впервые поднимается проблема космического мусора, космических угроз нашей планете в виде малых тел, орбиты которых могут пересекать орбиту Земли, влияния на Землю процессов на Солнце.

Астрономия и химия

В ходе освоения курса астрономии учащиеся анализируют возникновение химических элементов с позиции эволюции звезд. Следует отметить и то, что именно астрономическими методами осуществлялось открытие новых химических элементов в атмосфере звезд, а становление спектральных методов наиболее ярко проявило себя именно в астрономии. Вселенная создает уникальные для химических элементов условия, в которых протекают реакции и возникают химические соединения, редкие или невозможные для протекания и возникновения в нынешних условиях Земли. Кроме того, уникальным является открытие в межзвездном веществе молекул, содержащих до 9 атомов, существование сложных органических соединений метилацетилена и формамида и т. д.

Астрономия и биология

В курсе астрономии учащиеся анализируют возможные условия для поддержания жизни на различных объектах Солнечной системы, а также возможные условия возникновения жизни на Земле и других планетах, проблему распространенности жизни во Вселенной и способов поиска её следов. Гипотезы происхождения жизни, приспособляемость и эволюция живых организмов являются общими для двух родственных наук.

Астрономия и математика

Математика как важнейший инструмент любой науки играет важную роль в освоении курса астрономии. Так, учащимся важно грамотно использовать приемы приближенных вычислений, осознанно заменять тригонометрические функции синуса и тангенса малого угла значением самого угла. Широко применяется угловая мера при измерении расстояний и размеров космических тел: угловой диаметр, радиус, угловая скорость и т. д. При освоении ряда законов и закономерностей учащимся важно владеть знаниями о приемах логарифмирования, что позволяет более глубоко осознать астрономические процессы и взаимосвязь величин.

Астрономия и физика

Астрономия обладает значительным потенциалом для реализации межпредметных связей с физикой. В курсе астрономии на новом этапе и в новых условиях рассматриваются основные понятия, законы и закономерности, изученные школьниками в курсе физики на уровне основного общего и среднего общего образования.

Исследования физических процессов в уникальных условиях космического пространства являются наиболее значимыми направлениями современной астрономии. Уже на первых уроках (занятиях) астрономии учащиеся в новом понимании используют полученные ранее знания для объяснения устройства и принципа действия телескопа. Но если в курсе физики основной и старшей школы рассматривались только оптические телескопы и лишь с позиции демонстрации применения системы линз, линз и зеркал при освоении учащимися геометрической оптики, то в курсе астрономии учащиеся расширяют собственные представления до пределов всеволновой астрономии, а также получают возможность познакомиться с техническим исполнением данных устройств, что чрезвычайно важно для комплексного восприятия учащимися физических законов и закономерностей. Вводится понятие углового разрешения, с которым учащиеся ранее не сталкивались, более глубоко раскрываются законы геометрической и волновой оптики.

В курсе астрономии осуществляется знакомство как с известными методами исследования, но в обновленных условиях, так и с совершенно уникальными специальными астрономическими методами. Исследование небесных тел осуществляется в различных интервалах спектра, так же как и источники космического излучения наблюдаются в различных диапазонах этого спектра.

На протяжении всего курса астрономии постоянно актуализируется идея относительности движения, осознания учащимися различий в наблюдаемых явлениях в зависимости от выбора системы отсчёта. Например, в рамках темы «Конфигурация планет» относительность наблюдения выступает на первый план.

Законы небесной механики, движения тел Солнечной системы и искусственных аппаратов, а также движение звезд и вращение галактик описывается физическими законами классической механики, при этом закон всемирного тяготения позволяет объяснить многие процессы, протекающие на нашей планете, на других планетах и их спутниках.

При изучении раздела «Солнце и звезды» актуализируется целый комплекс знаний из курса физики, они приобретают новое звучание. Так, при рассмотрении строения Солнца и звезд учащиеся встречаются с понятием идеального газа и вырожденного газа, уникальными значениями давлений и температур в недрах светил. При этом свойства газов и газовые законы применяются в комплексе с термодинамическими, квантовыми и ядерными понятиями — температура звезд, фоновое излучение, способы переноса энергии в недрах светил, законы излучения, образование спектральных линий в спектрах космических источников, термоядерные реакции в недрах звезд. А при раскрытии солнечно-земных связей по-новому освещаются свойства магнитных полей Земли, планет, Солнца и межзвездной среды, акцентируется внимание на физике магнитного поля Солнца и последствиях происходящих на Солнце процессов для магнитосферы Земли.

Учет потенциала межпредметных связей возможен в различных формах в рамках урока (занятия) по астрономии. Например, в урок (занятие) астрономии могут быть включены задания, содержание которых построено на астрофизическом материале, а форма соответствует форме заданий КИМ ЕГЭ по физике. Приведем примеры заданий и соответствующих им разделов курса астрономии, в рамках которых они могут быть использованы (предлагаемые задания размещены в открытом банке заданий на сайте ФИПИ (<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38>), а также в открытых сборниках «ЕГЭ. Физика. Типовые экзаменационные варианты» под ред. М. Ю. Демидовой различных лет издания).

Введение

1. На двойном фокусном расстоянии от собирающей линзы с оптической силой 10 дптр расположен точечный источник света. Линза вставлена в непрозрачную оправу радиусом 5 см. Каков диаметр светлого пятна на экране, расположенном на расстоянии 30 см от линзы? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.

2. Равнобедренный треугольник ABC площадью 50 см^2 расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы 50 см. Вершина прямого угла C лежит на оптической оси ближе к центру линзы, чем вершина острого угла A , также принадлежащая главной оптической оси. Расстояние от центра линзы до точки C равно удвоенному фокусному расстоя-

янию линзы. Сделайте рисунок расположения треугольника и постройте изображение треугольника, даваемое линзой. Найдите площадь получившейся фигуры.

Строение Солнечной системы

1. Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. Спутник находится в точке максимального удаления от Земли. Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения.

1) Потенциальная энергия спутника в этом положении минимальна.

2) Сила притяжения спутника к Земле в этом положении максимальна.

3) Полная энергия спутника в этом положении максимальна.

4) Ускорение спутника в этом положении минимально.

2. Расстояние от спутника до центра Земли равно двум радиусам Земли. Во сколько раз изменится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до центра Земли увеличится в 2 раза?

3. Искусственный спутник обращается вокруг планеты по круговой орбите радиусом 4000 км со скоростью 3,4 км/с. Ускорение свободного падения на поверхности планеты 4 м/с^2 . Чему равен радиус планеты?

4. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода потенциальная энергия спутника в поле тяжести Земли, модуль его импульса на орбите и период обращения вокруг Земли? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: увеличивается, уменьшается, не изменяется.

5. Космический корабль после выключения ракетных двигателей движется вертикально вверх, достигает верхней точки траектории и затем движется вниз. Укажите, на каком участке траектории в корабле наблюдается состояние невесомости. Сопротивлением воздуха пренебречь.

6. На космическом аппарате, находящемся вдали от Земли, начал работать реактивный двигатель. Из сопла ракеты каждую секунду выбрасывается 2 кг газа со скоростью 500 м/с. Исходная масса аппарата 500 кг. Какой будет скорость аппарата через 6 с после старта? Начальную скорость аппарата принять равной нулю. Изменением массы аппарата за время движения пренебречь.

Природа тел Солнечной системы

1. Космонавт, стоя на Земле, притягивается к ней с силой 700 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности, если радиус Марса в 2 раза, а масса — в 10 раз меньше, чем у Земли?

2. Радиус Марса составляет 0,53 земных радиуса, а масса — около 0,11 массы Земли. Определите ускорение свободного падения на Марсе, зная ускорение свободного падения на поверхности Земли.

3. Средняя плотность Венеры 5200 кг/м^3 . Каково ускорение свободного падения на поверхности Венеры, если ее радиус превышает радиус Земли на чуть более чем 100 км?

4. Определите массу Меркурия, если средний радиус планеты составляет 2420 км, а ускорение свободного падения на поверхности планеты $3,72 \text{ м/с}^2$.

5. Вычислите ускорение Венеры в системе отсчета, связанной с Солнцем. Орбиту Венеры считайте круговой.

6. Средняя плотность Меркурия примерно равна средней плотности Земли, а первая космическая скорость в 2,7 раза меньше, чем для Земли. Чему равно отношение периода обращения спутника, движущегося вокруг Меркурия по низкой круговой орбите, к периоду обращения аналогичного спутника Земли?

7. Луна движется вокруг Земли по орбите, близкой к круговой, со скоростью около 1 км/с. Среднее расстояние от Земли до Луны 384 тыс. км. Определите по этим данным массу Земли.

8. Среднее расстояние между центрами Земли и Луны составляет около 60 земных радиусов, а масса Луны в 81 раз меньше массы Земли. Определите, в какой точке отрезка, соединяющего центры Земли и Луны, космический аппарат будет притягиваться Землей и Луной с одинаковой силой.

9. Средняя плотность Луны составляет примерно 3300 кг/м^3 , а радиус планеты 1700 км. Определите ускорение свободного падения на поверхности Луны.

10. Мимо Земли летит астероид в направлении, показанном на рисунке штриховой стрелкой (рис. 1). Вектор \vec{F}_A показывает силу притяжения астероида Землей. Вдоль какой стрелки (1, 2, 3 или 4) направлена сила, действующая на Землю со стороны астероида?

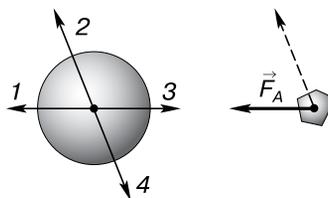


Рис. 1

Солнце и звезды

1. Плотность фотосферы Солнца не превышает порядка 10^{-4} кг/м³, а число атомов преобладающего в фотосфере газа (водорода) — порядка 10^{17} в каждом кубическом сантиметре. Сравните параметры фотосферы с плотностью и числом частиц, содержащихся в том же объеме воздуха при комнатной температуре и нормальном давлении.

2. Сколько каменного угля сжигается для получения энергии, выделяющейся при превращении 1 г водорода в гелий?

3. Протон в однородном магнитном поле движется по окружности определенного радиуса. В это же поле с той же скоростью влетает альфа-частица. Укажите, как изменяются радиус окружности, центростремительное ускорение и период обращения альфа-частицы по сравнению с протоном. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: увеличивается, уменьшается, не изменяется.

4. Масса альфа-частицы в 7360 раз превышает массу электрона, а ее заряд — в 2 раза. Определите отношение радиусов окружностей, по которым движутся альфа-частица и электрон, влетевшие в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции с одной и той же скоростью.

Строение и эволюция Вселенной

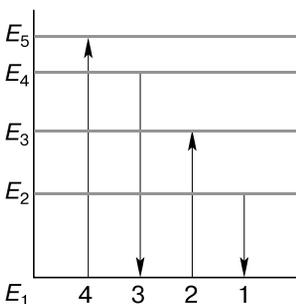


Рис. 2

1. Детектор полностью поглощает падающий на него свет частотой 10^{14} Гц. За 5 с детектор поглощает $3 \cdot 10^5$ фотонов. Какова мощность излучения, поглощаемая детектором?

2. На рисунке 2 изображена упрощенная диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырех переходов связаны с поглощением кванта света с наименьшей частотой и излучением света наименьшей длины волны?

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА АСТРОНОМИИ

ВВЕДЕНИЕ

Первое занятие по астрономии имеет наибольшее значение в дальнейшем становлении учебной мотивации. По этой причине важно выбрать активные формы взаимодействия с учащимися. Наиболее эффективно организовать беседу по выявлению представлений учащихся о том, что изучает астрономия. Важно подвести учащихся к мысли о первоначальной значимости развития астрономических знаний в связи с практическими потребностями, которые можно разделить на группы: сельскохозяйственные; потребности в расширении торговли, в том числе морской; эстетические и познавательные; потребности в целостном мировоззрении. Именно последняя группа потребностей позволяет рассмотреть этапы развития астрономии — от первых «следов» донаучной астрономии через наблюдательную астрономию Древнего мира и средневекового Востока к телескопической астрономии Галилея, небесной механике Кеплера и Ньютона — и роль современной астрономии в развитии научных знаний человека, повышении ответственности человека за сохранение уникального мира нашей планеты Земля. В ходе работы важно использовать данные о важнейших событиях в астрономии, представленные в приложении 6 учебника.

Одним из наиболее важных понятий, с которыми впервые встречается учащийся, является понятие «небесная сфера», поэтому необходимо применять различные способы для формирования у учащихся верных представлений: использовать беседу для разъяснения иллюзорности вращения небесной сферы, последовательно с учащимися изобразить основные точки и линии на ней — зенит, надир, отвесную линию, плоскость истинного (небесного) горизонта, точки юга и севера. Затем следует ввести горизонтальную систему координат, жестко связанную с наблюдателем, проанализировать кинестетические приемы оценки угловых расстояний на небе.

Раскрывая многообразие телескопической техники, важно опираться на уже известные учащимся элементы геометрической оптики, знание характеристик тонких линз и хода лучей в них. Можно продемонстрировать, разместив линзу перед экраном, перевернутое изображение находящихся перед ней объектов. Так вводится понятие объектива. Система линз, в ко-

торой это изображение рассматривается, — окуляр. Учебник астрономии содержит описание общих принципов действия различных видов телескопов, их характеристик, в том числе современных телескопов и их принципов действия. Следует обратить внимание на использование в ходе обсуждения и подведения итогов изучения раздела графического и иллюстративного материала, включая фотографии различных астрономических объектов, технических систем. При наличии в общеобразовательной организации в числе оборудования кабинета физики (астрономии) телескопа рекомендуется проведение простейших наблюдений с его использованием.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АСТРОНОМИИ

При рассмотрении содержания по теме «Звезды и созвездия» необходимо опираться на опыт учащихся по наблюдению звездного неба, возможности самостоятельного проведения наблюдений: сравнить индивидуальные различия звезд по потоку света, объединение в группы звезд в зависимости от видимой звездной величины. Особую роль необходимо уделить знакомству и организации самостоятельной деятельности с подвижной картой звездного неба, которая может быть распечатана на листе формата А4, представлена в электронном виде. Описание подвижной карты звездного неба и принципов работы с ней представлено в приложении 9 учебника. Логичным продолжением является организация практической работы с различными компьютерными приложениями для определения положения звезд на любую дату и время суток. Среди них — свободно распространяемый виртуальный планетарий «Stellarium» с открытым исходным кодом. Свободные онлайн-приложения позволяют в режиме реального времени осуществить наблюдение за расположением созвездий, звезд, планет и т. д., среди которых Большая Медведица, Малая Медведица, Волопас, Лебедь, Кассиопея, Орион; самые яркие звезды, в том числе Полярная звезда, Арктур, Вега, Капелла, Сириус, Бетельгейзе; звездные скопления, в том числе Плеяды, Гиады; галактики, в том числе туманность Андромеды.

В процессе решения проблем определения положения звезд вне зависимости от положения наблюдателя вводится система экваториальных координат, для этого необходимо познакомить с впервые встречающимися понятиями «ось мира», «небесный экватор», «небесный меридиан» и т. д. Наряду с интерактивной поддержкой визуализации данных точек и линий на небес-

ной сфере, важна и самостоятельная графическая деятельность учащихся по нанесению их на плоскость рисунка в тетради. Чтобы поддержать учебную мотивацию, важно предоставить учащимся возможность самим выбрать объекты для определения их координат на небе, а также самостоятельно определить по предложенным координатам то светило, которое задумано. Использование в ходе уроков (занятий) наглядной модели небесной сферы позволит учащимся более наглядно представить взаимное расположение основных точек и линий.

Прием проблематизации эффективен и при анализе фотоматериалов с изображением различных фотографий суточного движения звезд на небе, демонстрирующих разную высоту полюса мира. В беседе учащиеся самостоятельно должны подойти к выводу о равенстве высоты полюса мира над горизонтом и географической широты места наблюдения, различных возможностях наблюдения светил на определенной широте: заходящих и восходящих, не заходящих и не восходящих.

Соотношение для определения высоты светила в верхней кульминации важно не только теоретически вывести с опорой на геометрические закономерности, но и проанализировать, подведя учащихся к выводу о том, что в своей основе соотношение связывает три системы координат — географическую, горизонтальную и экваториальную.

Характеризуя суточное и годичное движение Солнца, важно обсудить в том числе изменение положения светила относительно горизонта в течение суток для широты местности, на которой расположена образовательная организация. При введении понятия «эклиптика» анализируется положение эклиптики относительно ее проекции на поверхность небесной сферы, астрономический смысл дней равноденствий и солнцестояний. Учащимся предлагаются расчетные задачи, результаты которых позволяют обсудить понятия вечерних, гражданских, астрономических сумерек, полярного дня, «белых ночей» и полярной ночи, разницу астрономических и календарных времен года.

Особое внимание следует уделить видимому движению и смене фаз Луны. Несмотря на кажущуюся простоту, истинное понимание астрофизических основ данного явления в представлениях учащихся может подменяться поверхностным знанием отдельных фактов, искажением реальной ситуации. Поэтому при анализе движения Луны относительно Земли, явлений, возникающих вследствие особенностей взаимного рас-

положения Луны, Земли и Солнца (затмений), необходимо наряду с виртуальным наблюдением использовать возможности реальной модели: укрепленный на стержне непрозрачный шар, размещенный на определенном отдалении от глобуса, освещают широким пучком света. При этом обращают внимание, что из разных точек класса наблюдается различная освещенность шара. Эффективно и использование теллурия для визуализации рассматриваемых процессов и понимания учащимися системы отсчета, выбранной наблюдателем. Так как учащиеся из курса физики и географии имеют общее представление о солнечных и лунных затмениях, изучение данных вопросов необходимо осуществлять с опорой на имеющиеся знания.

Изучение вопросов, связанных со счетом времени и летоисчислением, связано с неочевидностью для учащихся проблемы выбора принципа счета малых и больших промежутков времени. Важно подвести учащихся к выводу о том, что эти промежутки времени ограничиваются как малыми значениями, так и превышающими по продолжительности жизнь нескольких поколений людей, а иногда и вообще существование жизни на Земле. Следует в ходе обсуждения акцентировать внимание на необходимости использования для измерения временных промежутков каких-либо периодических процессов или процессов, которые можно повторить, подчеркнув, что они могут давать погрешность. Важно учесть, что современный эталон точного времени позволяет определить секунду как продолжительность 9 192 631 770 переходов между двумя уровнями основного состояния атома цезия-133 при погрешности 0,0014 с за столетие. При изучении темы определяются бытовое и научное различия понятия «местное время».

При рассмотрении подходов к счету длительных промежутков времени необходимо акцентировать внимание учащихся на использовании только что изученных периодических процессов — смены лунных фаз и смены времен года.

СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Содержание раздела характеризуется с позиции достижения личностных и метапредметных результатов высокой степенью направленности на поддержку становления у учащихся целостной астрономической картины мира, формирование мировоззренческих позиций. С позиции достижения предметных результатов следует отметить достаточный запас представлений по данному разделу, полученных учащимися при изучении

других учебных предметов (физики, географии, истории). В связи с этим процесс проектирования уроков (занятий) должен учитывать необходимость смещения акцента с содержания на смыслы, заложенные в содержании. Так, создание геоцентрической, а затем и гелиоцентрической систем мира сопровождалось значительной поддержкой результатов наблюдения звездного неба. Астрономы Древнего Китая аккуратно регистрировали вспышки новых звезд и появление ярких комет. Еще в IV в. до н. э. был составлен первый звездный каталог, содержащий сведения о 800 звездах. Каталог Гиппарха включал 1022 звезды, распределенные по 48 созвездиям. В обсерватории Улугбека с максимальной точностью был измерен наклон эклиптики к экватору, продолжительность года, составлены «Новые астрономические таблицы», содержащие каталог 1018 звезд. Тихо Браге составил новые солнечные и планетные таблицы, звездный каталог, уступавший по числу звезд, но превосходивший существовавшие по точности. Геоцентрическая система, претерпев два важнейших этапа в своем развитии, выражена в системе мира Аристотеля, а затем Птолемея. Причиной же, способствовавшей разработке гелиоцентрической системы мира Коперником, являлась сложность и громоздкость системы мира Птолемея. При этом первоначально система Коперника хуже объясняла видимые движения планет: в гелиоцентрической системе мира Коперника были оставлены «идеальные» движения и для Земли, и для планет. При этом громоздкая система Птолемея точнее описывала реальное движение. И секрет этой устойчивости — в «изобретении» Птолемеем гармонического анализа за полтора тысячелетия до Фурье: любое сложное движение в природе можно разложить на сумму круговых и равномерных движений, причем такое представление может быть сколь угодно точным — ложная в физической основе система с математической точки зрения являлась идеальной теоретической схемой. Нельзя обойти и другую особенность периода перехода к гелиоцентрической системе мира, которая заключалась в изменении мышления человека эпохи Возрождения. Из истории учащиеся могут вспомнить о том, что если в центре внимания Античности — природно-космическая жизнь, то в эпоху Возрождения — человек разносторонний, знания и навыки становятся самоцелью, человек — творец себя и всей природы.

В процессе рассмотрения различных конфигураций планет обращают внимание учащихся на систему отсчета «Земля», от-

носителем которой рассматривается совместное расположение Солнца и планеты. При анализе условий видимости планет необходимо использовать «Астрономический календарь для школьников» (АКШ) на текущий учебный год, в котором содержится необходимая информация для планирования самостоятельных наблюдений небесных тел, и далее обсудить период повторения конфигураций планет для земного наблюдателя. Для вывода аналитической зависимости между синодическим и сидерическим периодами планет целесообразно использовать модель-аналогию — циферблат часов. В рамках данной модели движение секундной стрелки аналогично обращению вокруг Солнца внутренних планет, минутная стрелка покажет перемещение Земли, часовая — перемещение внешних планет. Обсуждая движения стрелок, акцентируют внимание на том факте, что «встречи» секундной и минутной стрелок происходят чаще, чем минутной и часовой. Кроме того, точки встречи располагаются в разных частях циферблата. Для реального движения планет это означает наблюдение одинаковых конфигураций в разных точках орбит в различное календарное время. С использованием аналогии можно продемонстрировать обычное, великое противостояние, «парад планет». Вводятся понятия синодического и сидерического периодов обращения планет.

Значительный личностный познавательный потенциал для учащегося несет тема «Законы движения планет Солнечной системы». Эффективной формой организации деятельности учащихся выступает самостоятельная работа с текстом учебника, в котором грамотно выстроены логика рассуждений ученого-астронома и вывод законов на основе эмпирических данных. При этом следует обратить внимание на то, что школьники впервые встречаются с понятием «эллипс» и его характеристиками, поэтому важно использовать и подробно рассмотреть иллюстративный и содержательный материал учебника. Введение законов Кеплера важно сопроводить обсуждением границ их применимости и значения для науки. Впервые учащиеся встречаются с решением задачи движения двух тел, подтверждением гелиоцентрической системы устройства мира, преодолеваются умозрительные заключения о движении небесных тел, опорой становятся эмпирические данные, а введение понятия «астрономическая единица» выступает основой для вычисления различных расстояний в Солнечной системе.

Уникальной методологической ценностью обладает тема, посвященная раскрытию методов определения расстояний до

небесных тел (метод горизонтального параллакса, радиолокационный метод, лазерная локация) и их размеров (метод Эратосфена, метод углового радиуса, способ триангуляции). Несмотря на общее знакомство учащихся с характеристиками нашей планеты, впервые возникает возможность глубокого осознания методов определения ее основных параметров. Единство методов определения размеров Земли и расстояний до небесных тел позволяет учащимся убедиться в достоверности данных методов. По этим причинам отсутствует необходимость выделения отдельно блока определения расстояний и размеров Земли и расстояний и размеров небесных тел. Центр внимания — суть методов, а их конкретизация раскрывается на примере Земли и небесных тел Солнечной системы как способ иллюстрации применения метода.

Предваряет переход к непосредственному предметному содержанию повторение некоторых угловых закономерностей, известных учащимся из курса геометрии (длина дуги центрального угла в 1° , равенство синуса малого угла его тангенсу и самому углу в радианах).

При проектировании практической работы с планом Солнечной системы необходимо обсудить, где проходит граница Солнечной системы и какие объекты в неё входят, а также обратить внимание на особенности нашей планетной системы (движение всех планет вокруг Солнца в одном направлении и примерно в одной плоскости), что позволяет создать плоскостной план Солнечной системы.

Открытие и применение закона всемирного тяготения изучалось учащимися в рамках курса физики на уровне основного общего и среднего общего образования. Но основной акцент при этом был сделан на физическом содержании закона, астрономические следствия рассматривались описательно. В ходе работы малых групп аналитически доказывалась справедливость закона всемирного тяготения, теоретически изучается явление возмущенного движения, выводится соотношение уточненного третьего закона Кеплера, позволяющего определять массы небесных тел Солнечной системы, имеющих и не имеющих спутники, подробно раскрывается явление приливов.

Профориентационной и аксиологической направленностью обладает урок (занятие), посвященный движению искусственных спутников и космических аппаратов в Солнечной системе. В рамках темы впервые преодолеваются ошибочные представления об орбитах искусственных спутников и космических ап-

паратов, обсуждается история освоения космоса и делается акцент на важнейшей роли СССР и России в космических исследованиях. Сведения об истории исследований Луны пилотируемыми и беспилотными аппаратами, освоения космического пространства обогащают представления учащихся о ценности международного сотрудничества в деле освоения космоса, значимости вклада нашей страны в мировую космонавтику, позволяют испытать гордость за наших космонавтов-первопроходцев, сегодняшних специалистов, работающих на МКС. В ходе урока важно обратиться к материалам приложения 8 учебника «Важнейшие события в космонавтике», где представлены материалы от начала космической эры (момента вывода на орбиту первого спутника Земли Советским Союзом) в 1957 г. до современного момента опубликования первых фотографий космическим телескопом «Джеймс Уэбб» с диаметром объектива 6,5 м в 2022 г. Наибольшее внимание следует уделить личности отечественных и зарубежных ученых, конструкторов, космонавтов, внесших наибольший вклад в развитие мировой космонавтики: Ю. А. Гагарин, С. П. Королев, К. Э. Циолковский, В. В. Терешкова и др.

ПРИРОДА ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Все предметное содержание раздела для учащихся является абсолютно новым и чрезвычайно важным для формирования целостного представления об окружающем нас мире. Начиная с урока (занятия), представляющего идею единства происхождения всех тел Солнечной системы, последовательно раскрывается многообразие этих тел: деление планет на две группы с близкими характеристиками, уникальность каждой планеты и спутников планет, разнообразие малых тел Солнечной системы. При этом каждая из планет земной группы анализируется не отдельно, а в сравнении с нашей планетой Земля, с акцентом на уникальность планеты и уникальность Земли. Рекомендуется использовать единый план анализа, включающий в себя особенности строения, физические характеристики планеты, характеристики рельефа (при наличии твердой поверхности), химический состав планеты, включая все ее оболочки, отличительные особенности и историю исследования небесного тела.

Особая роль отводится обсуждению неповторимости системы «Земля — Луна», которая позволяет поддерживать на нашей планете стабильные условия для существования жизни, — устойчивость наклона оси земной орбиты, приводящая

к стабильному климату, комфортной продолжительности дня на Земле и т. д. Данная тема является мощным стимулом для проведения самостоятельных наблюдений лунной поверхности невооруженным глазом, с использованием бинокля и/или телескопа. Рекомендации по проведению наблюдений представлены в приложении 8 учебника.

Важнейшую роль в экологическом воспитании играет урок-дискуссия «Парниковый эффект — польза или вред?». Впервые учащиеся рассуждают не только об искусственном (антропогенном) парниковом эффекте, но и о естественном, а также его последствиях для Земли, Марса и Венеры. Возникает возможность обсуждения региональных особенностей производства, способствующих усилению антропогенного парникового эффекта, что требует работы школьников с различными источниками информации. Важнейшим аксиологическим выводом является значимость сохранения Земли с ее уникальными возможностями для поддержания жизни.

При раскрытии особенностей малых тел Солнечной системы учащиеся определяют новые для них понятия, разграничивая планету, малую планету, астероид, комету, схему классификации малых тел, движение которых наблюдается в атмосфере Земли. Следует опираться на известные учащимся факты о малых телах Солнечной системы, подводя их в ходе анализа материала к идее о различиях в характеристиках орбит, размерах и форме малых тел каждой группы. В качестве открытой проблемы при этом выступает астероидная опасность, которая усугубляется слабой отражательной способностью поверхности малых размеров, следовательно, затруднениями в непрерывном наблюдении. Важно представить современные данные, полученные в ходе изучения комет, астероидов космическими аппаратами, обратиться к «Астрономическому календарю для школьников» на текущий учебный год и исследовать, какие метеорные потоки и в какой период можно наблюдать. Важнейшим выводом в ходе изучения темы является уязвимость небесных тел Солнечной системы: не только на поверхности Земли, но и на других планетах, их спутниках наблюдаются геологические последствия падения метеоритов.

СОЛНЦЕ И ЗВЕЗДЫ

Содержание раздела обладает значительным методологическим и метапредметным ресурсом. С одной стороны, в рамках уроков (занятий) анализируются законы и закономерности

квантовой и ядерной физики (закон Стефана—Больцмана, закон смещения Вина, закономерность для светимости; спектроскопия, спектры поглощения и излучения; термоядерные реакции, закономерности слабого взаимодействия), элементы молекулярно-кинетической теории (виды теплопередачи, газовые законы); элементы электродинамики (особенности магнитного поля Земли, формы магнитосферы планеты, действие силы Ампера и силы Лоренца), элементы механики (гравитационное взаимодействие), колебательные системы (автоколебания). С другой стороны, демонстрация учителем моделей построения логических доказательств и вывода аналитических зависимостей позволяет формировать научное мышление учащихся. По этой причине наиболее эффективной формой построения уроков (занятий) выступает проблемная беседа. В ходе нее учащиеся самостоятельно делают выводы о том, что изучение Солнца — ближайшей звезды — позволяет проанализировать особенности других звезд. В свою очередь, изучение физической природы звезд и их особенностей позволяет лучше понять прошлое, настоящее и будущее нашего ближайшего светила. Учащиеся впервые осознают, что Солнце — естественная астрономическая лаборатория, в которой возможно наблюдать процессы, недоступные для получения в условиях Земли. Солнце и звезды — самоуправляемые термоядерные реакторы.

Методологическое значение заключается в раскрытии методов изучения физических объектов, которые для учащихся недостаточно известны. Среди них — методы визуального наблюдения Солнца средствами наземных и космических обсерваторий. Телескопы для изучения Солнца (башенные солнечные телескопы) имеют особую конструкцию (описание приведено в учебнике). Важнейшая роль отводится методу спектрального анализа. С его помощью И. Фраунгофером в 1814 г. впервые были обнаружены линии поглощения, открыт гелий. Физические методы теоретического исследования Солнца и его параметров позволяют построить физическую модель звезды. Существующая современная модель строения Солнца позволяет объяснить наблюдаемые свойства звезды, а также высказать убежденность в наличии влияния солнечной активности на Землю. В ходе работы по изучению солнечной активности учащиеся должны получить представление о процессах с трех позиций: активность Солнца как совокупность процессов, происходящих в атмосфере светила; следствие активности звезды в межзвездном пространстве как распространение потока ча-

стиц и излучения; взаимодействие потока частиц и излучения с магнитосферой Земли и его проявления. Следует обратить внимание учащихся на правила (приведены в приложении 8 учебника), которыми необходимо руководствоваться при проведении наблюдения Солнца.

При раскрытии методов изучения характеристик звезд важно обратить внимание учащихся на взаимозависимость характеристик светил, позволяющих определять их температуру, используя зависимость светимости от звездной величины, кратности системы для определения физических характеристик входящих в систему звезд. Раскрывается и метод годичного параллакса для определения расстояния до звезд.

Сложным для учащихся является осознание понятия «спектральный класс» и понимание того, что звездный спектр зависит не от химического состава, а от температуры и физических условий в атмосферах звезд. Поэтому работа с диаграммой «спектр — светимость» должна включать подробный анализ смысла принадлежности звезды определенной последовательности. На данном этапе эффективно вернуться к наблюдению звезд, которые в том числе видны невооруженным глазом и относятся к красным гигантам и сверхгигантам (красные Бетельгейзе, Антарес, Альдебаран). Подавляющее большинство других звезд, видимых невооруженным глазом, — звезды главной последовательности. С использованием бинокля или телескопа возможно наблюдение переменных звезд, при этом важно предупредить возможную ошибку учащихся в восприятии изменения блеска звезды как визуального мерцания. Последнее происходит не в звездах, а в атмосфере Земли и связано с прохождением света через земную атмосферу. Возможно наблюдение Алголя (β Персея) и β Лиры.

При обсуждении переменных и нестационарных звезд необходимо систематизировать причины изменения блеска, представив их в виде схемы, где для группы затменно-двойных систем изменение видимой яркости звезд — кажущееся явление, вызванное пространственным расположением гравитационно связанных звезд относительно земного наблюдателя. Анализируются и возможные причины изменения блеска для тесных двойных систем, в которых действия приливных сил могут приводить к вспышкам новых звезд. Особая природа характеризует процессы в физических переменных звездах неправильных и периодических. Раскрывая суть метода определения расстояний с помощью цефеид, важно выстроить логическую

последовательность: по известному из наблюдений периоду изменения блеска можно определить абсолютную звездную величину; зная из наблюдений видимую звездную величину и используя зависимость, можно вычислить расстояние до цефеиды. Таким образом, можно определять расстояние до систем, в которых находится звезда.

Важно провести сравнение вспышек новых и сверхновых. Если для новых звезд резкое возрастание блеска наблюдается за несколько суток, а через несколько лет звезда остывает и возвращается к первоначальному блеску, то для сверхновых характерен взрыв, при котором за несколько суток выделяется огромная энергия, звезда претерпевает существенные изменения, сбрасывая оболочку и образуя расширяющуюся туманность, подобную Крабовидной туманности. При этом звезда переходит на новый этап своей жизни в виде нейтронной звезды или черной дыры.

Анализ эволюционных путей звезд в зависимости от их исходной массы проводится, начиная с обсуждения физических процессов выделения энергии при термоядерных реакциях. При этом подчеркивается существенность процессов выделения энергии при гравитационном сжатии и перехода звезды в стационарное состояние. В результате учащиеся должны выделить особенности эволюции различных групп звезд: малой массы, сравнимой с массой Солнца, массивных звезд, в которых после сгорания гелия их массы при сжатии оказывается достаточно для дальнейшего запуска реакций нуклеосинтеза, а также очень массивных звезд, для которых вследствие значительной массы невозможно остановить гравитационный коллапс, приводящий к вспышке сверхновой и образованию черной дыры.

В ходе урока (занятия) в форме проверочной работы «Солнце и Солнечная система. Звезды» основной акцент необходимо сделать на применении закономерностей, характеризующих тела Солнечной системы, анализе диаграммы «спектр — светимость», решении задач на использование закономерностей для определения масс звезд, входящих в системы, и обобщении характеристик рассмотренных моделей звезд.

СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Предметное содержание раздела является для учащихся абсолютно новым. В процессе его освоения учащимися важно на каждом этапе учитывать три элемента: необходимость визуализации

зации изучаемого материала (при наличии опыта учащихся по наблюдению определенного элемента на звездном небе или фрагмента звездного неба), описание и визуальное представление с использованием медиасредств (изображений, анимаций и т. д.), графическое представление модели рассматриваемого содержания. В учебнике представлен разнообразный графический материал, который важно использовать на различных этапах уроков (занятий).

При знакомстве со структурой, составом нашей Галактики необходимо обратить внимание на следующие аспекты. Млечный Путь, который тянется полосой по обоим небесным полушариям под наклоном около 63° к экватору, не имеющий резких границ, обладающий различной шириной и яркостью на различных участках, — проекция Галактики на небесную сферу, сама Галактика — система небесных тел (не только звезд), в которую входит и Солнечная система. Опыт наблюдения Млечного Пути подскажет учащимся, что по мере удаления в обе стороны от него число звезд значительно сокращается и меньше всего их находится вблизи галактических полюсов. Наибольшую яркость и насыщенность звездами Млечный Путь имеет в направлении созвездия Стрельца. Вместе с учащимися можно пронаблюдать (при соответствующих условиях непосредственно или с использованием виртуального планетария) и другие галактики, например туманность Андромеды и нахождение в ней цефеид, позволивших определить расстояние до другой галактической системы.

Важно проследить длительность времени изучения структуры Галактики, рассмотреть наиболее важные этапы (открытия Г. Галилея, исследования В. Гершеля, В. Я. Струве, Б. А. Воронцова-Вельяминова и Р. Трюмплера, В. А. Амбарцумяна, А. А. Белопольского). Обращают внимание на то, что при взгляде на галактический диск «сверху» принятая на сегодняшний день схема предполагает наличие спиральных ветвей, в основном содержащих горячие и яркие звезды, массивные газовые облака. Диск со спиральными ветвями образует основу плоской подсистемы Галактики, а объекты, концентрирующиеся к ядру Галактики, лишь частично проникающие в диск, относятся к сферической подсистеме. Обобщив графическую интерпретацию строения Галактики, направляют внимание учащихся на составляющие каждой из пространственных структур: звездные скопления и ассоциации, туманности, разреженный межзвездный газ и пыль, космические лучи и магнитные поля.

Учащиеся самостоятельно должны сделать выводы о том, что звезды формируются не в одиночку, а группами, процесс звездообразования продолжается и в настоящее время, а эволюция Галактики — история процесса звездообразования в ней. Сравнения вида созвездия в различные периоды времени, представленные в различных исторических источниках, а также фотографирование участков звездного неба на одном и том же телескопе через некоторые промежутки времени подтверждают наличие движения звезд, линейная скорость которых при удалении от центра Галактики сначала быстро возрастает, затем на очень большом расстоянии остается постоянной и даже увеличивается. Данные аспекты являются основой для обсуждения понятия «скрытая масса». Обращается внимание на то, что выявленная зависимость скоростей вращения звезд от расстояния до центра Галактики (что обнаружено и в других галактиках) не согласуется с наблюдаемым распределением звезд, что свидетельствует о существовании у галактик ненаблюдаемой материи, в 10 раз превышающей массу видимых звезд. Ее природа неизвестна, поэтому названа она темной материей.

Важно обратить внимание учащихся на применение в последние десятилетия особого метода исследования короны Галактики — метода микролинзирования. Одновременное наблюдение звезд в ближайшей галактике Большое Магелланово Облако позволило зафиксировать достаточно много вспышек, свидетельствующих о том, что их причина — микролинзирование звезд массами 0,2—0,3 солнечной массы. Кроме того, еще в середине 30-х гг. XX в. Ф. Цвикки, измерив скорости, с которыми галактики скопления Волосы Вероники движутся вокруг общего центра, сделал вывод о том, что скорости галактик оказались гораздо больше, чем теоретически предполагаемые с учетом суммарной массы скопления. Следовательно, истинная масса скопления Волосы Вероники гораздо больше видимой, но также проявляется гравитационно. Выполненное через 40 лет Ф. Цвикки изучение скоростей вращения вокруг галактического центра вещества, расположенного на периферии галактик, не подчинялось законам Кеплера. Еще одно важное свидетельство рассматривается в связи с теорией Большого взрыва.

Учащиеся при поддержке педагога изучают проблемные вопросы:

— Насколько равномерно распределено межзвездное вещество в пространстве?

- Как межзвездное вещество связано с процессом звездообразования и как влияет на него?
- Как взаимодействует межзвездное вещество со звездным «населением» и их излучением?

Наблюдение других галактик на небе (в том числе с использованием виртуального планетария) направляет внимание учащихся на поиск методов исследования других звездных систем на основе всех диапазонов излучения. Большим подспорьем при выявлении групп галактик является иллюстративный материал, представляющий другие звездные системы. Можно ожидать, что учащиеся укажут на существование спиральных и эллиптических галактик, а также отметят неправильность форм некоторых галактик (например, спиральные галактики с перемычкой и др.). Рассматривая предложенную Э. Хабблом классификацию звездных систем, отмечают значительные различия галактик между собой размерами, числом входящих в них звезд, светимостями, внешним видом. Особое внимание уделяется строению галактик, подчеркивая, что излучение ядер галактик может проявлять активность в различных формах: непрерывное истечение потоков вещества; выбросы сгустков газа и облаков газа с массой в миллионы солнечных масс; нетепловое радиоизлучение из околядерной области; взрывы, превращающие галактику в радиогалактику.

Среди уникальных видов активности можно назвать галактики Маркаряна, испускающие интенсивное ультрафиолетовое излучение, сейфертовские галактики, в которых быстрые движения газа сопровождаются его выбросами со скоростями, достигающими до нескольких тысяч километров в секунду, избытком ультрафиолетового излучения. Наконец, уникальны квазары — класс внегалактических объектов, отличающихся очень высокой светимостью и настолько малым угловым размером, что в течение нескольких лет после открытия их не удалось отличить от «точечных источников» — звезд.

Важно отметить, что, подобно звездам, галактики редко бывают одиночными, группируясь в скопления правильного или неправильного типа. Данные внегалактической астрономии указывают на существование сверхскоплений галактик. Наша Галактика и туманность Андромеды входят в Местную группу галактик, размеры которой составляют сотни тысяч парсек. Гравитационное взаимодействие вызывает значительное изменение формы галактик. Интерес вызывают взаимодействующие галактики.

Итогом анализа звездных систем является вывод об однородности и изотропности структуры Вселенной, для которой характерна ячеистая структура, наблюдаемая на специально обработанных фотографиях.

Методологические знания позволяют учащимся указать на возможные методы определения параметров галактик (расстояний до них, масс и т. д.). Среди них прежде всего уже известные учащимся спектральный метод, наблюдение цефеид и измерение параллакса для определения расстояния до галактик. Осознание удаленности других звездных систем приводит к пониманию ограниченности известных методов. На данном этапе рассматривается открытие Э. Хабблом смещения в спектрах подавляющего числа галактик к красной части. Объяснив красное смещение эффектом Доплера, формулируется закон Хаббла. По современным данным, постоянная Хаббла H составляет $73 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$. Кроме того, закон Хаббла нарушается как для наиболее близких, так и для наиболее удаленных объектов, например квазаров. В 1963 г. голландский астроном М. Шмидт доказал, что линии в спектрах квазаров сильно смещены в красную сторону. Принимая, что это «красное смещение» вызвано эффектом космологического «красного смещения», возникшего в результате удаления квазаров, расстояние до них определили по закону Хаббла. Так как в последнее время принято полагать, что источником излучения является аккреционный диск сверхмассивной черной дыры, находящейся в центре Галактики, наиболее вероятно, что «красное смещение» вызвано не удалением квазаров, а гравитационным красным смещением, которое было предсказано А. Эйнштейном при разработке общей теории относительности (ОТО). В таком случае методика определения расстояний до центров светимости квазаров обычным способом может давать совершенно недостоверные результаты.

Важно при изучении расширения Вселенной использовать доказательства наблюдения явления: наблюдения в различных диапазонах электромагнитных волн, теоретические исследования, проведенные советским ученым А. А. Фридманом с опорой на теорию относительности А. Эйнштейна. При раскрытии теории А. А. Фридмана важно подчеркнуть, что советский физик установил: из уравнений общей теории относительности следует нестационарность Вселенной. Она должна расширяться или сжиматься, при этом объекты удаляются или приближаются к наблюдателю с тем большей скоростью, чем дальше

они расположены. Для осознанного использования закона Хаббла важно выполнение учащимися расчетных задач на его применение.

При анализе сценария возникновения Вселенной учащимися необходимо акцентировать внимание на том, что открытые в земных условиях законы физики используются для исследования Вселенной. Не исключено, что в процессе исследования Вселенной будут открыты неизвестные новые явления и типы космических объектов. Среди них — темная энергия — главная причина расширения Вселенной, обладающая антигравитационными свойствами и составляющая, по современным представлениям, не менее 68 % массы Вселенной.

Важно подробно проанализировать основные периоды эволюции Вселенной с момента начала ее возникновения — Большого взрыва. Для учащихся возникает поверхностное понятие «Большой взрыв», которое ассоциируется с реальным взрывом. По этой причине важно обсудить образность данного понятия, которое в реальности подразумевает начальный момент расширения Вселенной, космологическую сингулярность.

Завершающей курс астрономии выступает тема жизни и разума во Вселенной. Наиболее важной задачей на этом этапе является формулировка учащимися собственного научно обоснованного мнения относительно проблемы существования жизни вне Земли, которое должно быть аргументировано, значит, опираться на комплексное применение знаний из всего курса астрономии, а также смежных дисциплин. При этом тема должна раскрываться с двух позиций: проблемы поиска внеземных форм жизни и поиска внеземных цивилизаций как общества разумных существ на других планетах. Итогом работы является конкретизация уникальности астрофизических условий, в которых зарождалась, развивалась и развивается Земля, в которых сегодня существует биологическая жизнь на нашей планете. Учащиеся актуализируют знания о методах поиска экзопланет в других звездных системах, которые ранее рассматривались в теме «Переменные и нестационарные звезды». Значимым в этой теме является формулировка собственной устойчивой ценности сохранения земных форм жизни.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО АСТРОНОМИИ

В соответствии с ФГОС СОО в основе образовательной деятельности лежит системно-деятельностный подход. В контексте освоения курса астрономии учащимся должны предлагаться формы деятельности, направленные на формирование умений проводить наблюдения природных явлений, небесных тел, описывать и обобщать результат наблюдений, использовать простые измерительные приборы, представлять результаты наблюдений или измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости, применять полученные знания для объяснения разнообразных астрономических явлений и процессов, принципов действия важнейших технических устройств, для решения астрономических задач. Принципиальное значение для реализации этого подхода имеет обеспеченность кабинетов астрономии оборудованием и специальной литературой. Для эффективной реализации содержания учебного курса «Астрономия» рекомендуется использовать:

- учебник в печатной или электронной форме;
- Астрономия. 10—11 классы. Атлас (авторы: Н. Н. Гомулина, И. П. Карачевцева, А. А. Коханов);
- Астрономия. 10—11 классы. Базовый уровень. Сборник задач и упражнений (авторы: А. М. Татарников, О. С. Угольников, Е. Н. Фадеев);
- приборы и материалы для проведения фронтальных демонстраций и наблюдений: телескоп; теллурий; модель небесной сферы; механическая модель Солнечной системы; звездный глобус; карта звездного неба; глобус Луны; карта Венеры; карта Марса;
- материалы для организации групповых и индивидуальных практических работ и наблюдений (по количеству организуемых в классе групп): бинокль; подвижная карта звездного неба; «Астрономический календарь школьника» на учебный год;
- наглядные пособия: Вселенная; строение Солнца; планеты земной группы; Луна; планеты-гиганты; малые тела Солнечной системы; звезды; наша Галактика; другие галактики.

Для формирования навыка использования различных компьютерных приложений, включая виртуальные планетарии, кабинеты для проведения уроков (занятий) по астрономии

должны быть оборудованы рабочим местом учителя и рабочими местами учащихся, иметь возможность доступа к ресурсам сети Интернет. Стремление учителя к использованию современных средств измерения позволяет сделать кабинет астрономии центром естественно-научной образовательной среды общеобразовательной организации.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «АСТРОНОМИЯ. БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ. 10–11 КЛАССЫ»

Примерная рабочая программа по астрономии на уровне среднего общего образования (базовый уровень изучения) составлена на основе положений и требований к результатам освоения основной образовательной программы, представленных в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования (ФГОС СОО), а также с учетом Рабочей программы воспитания и Концепции преподавания учебного предмета «Астрономия» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Содержание Программы направлено на формирование естественно-научной картины мира обучающихся 10–11 классов при изучении астрономии на базовом уровне на основе системно-деятельностного подхода. Программа соответствует требованиям ФГОС СОО к планируемым личностным и метапредметным результатам обучения, а также учитывает необходимость реализации межпредметных связей с естественно-научными, социально-экономическими и гуманитарными предметами. В ней определяются основные цели и задачи изучения астрономии на уровне среднего общего образования. Программа включает:

- Планируемые результаты освоения курса астрономии на базовом уровне.
- Содержание учебного курса «Астрономия».
- Примерное тематическое планирование с указанием количества часов на изучение каждой темы и примерной характеристикой учебной деятельности обучающихся, реализуемой при изучении этих тем.

Программа может быть использована учителями как основа для составления своих рабочих программ. Количество часов в тематическом планировании на изучение каждой темы является ориентировочным и может быть изменено в зависимости от реализуемых методических подходов и уровня подготовленности обучающихся.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО КУРСА «АСТРОНОМИЯ»

Курс астрономии является важной составляющей процесса формирования мировоззрения обучающихся, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, восполняя дефицит представлений обучающихся о строении и особенностях законов и закономерностей мегамира. Изучение курса астрономии интегрирует естественно-научное и технологическое образование обучающихся на уровне среднего общего образования, знакомит их с современными представлениями о строении и эволюции Вселенной и способствует формированию научного мировоззрения.

В основу курса астрономии положен ряд основополагающих идей, которые можно рассматривать как принципы его построения.

Идея познаваемости мира. В процессе освоения курса астрономии обучающиеся знакомятся и осваивают специальные и общие методы познания окружающей действительности. Происходит приобретение школьниками базовых навыков проведения собственных наблюдений, знакомство с современным уровнем развития астрономической науки, уникальными методами и средствами изучения Вселенной.

Идея прикладной направленности. Курс астрономии позволяет раскрыть широкий круг технических и технологических приложений, теорий, законов и закономерностей, изученных в курсах физики, биологии и химии, включиться в самостоятельные исследования на основе комплексного естественно-научного знания.

Идея экологизации мышления. При изучении астрономии возникают условия для осознания ценности рационального природопользования, экологически безопасного поведения человека, уникальности и неповторимости Земли.

Идея гуманитаризации естественно-научного и технологического образования. В ходе освоения курса астрономии осмысливаются мировоззренческие, нравственные, этические и экологические проблемы, раскрывается взаимосвязь астрономии с развитием общества.

Идея профориентации. Курс астрономии обладает мощным профориентационным потенциалом. В ходе изучения астрономии обучающиеся знакомятся с новыми направлениями исследований в современной науке, новейшими достижениями и открытиями на стыке наук.

В курсе астрономии осуществляется реализация широкого спектра межпредметных связей:

- с физикой при изучении всех разделов курса астрономии в ходе формирования представлений о единстве физических законов, действующих на Земле и в безграничной Вселенной, о непрерывно происходящей эволюции нашей планеты, всех космических тел и их систем, а также самой Вселенной;
- с химией при изучении методов исследования Солнца и звезд, межзвездного вещества, газовых облаков, характеристик звезд и звездных систем;
- с биологией при изучении гипотез происхождения жизни, загрязнения окружающего космического пространства веществом и излучением, современного этапа развития космонавтики и космических исследований;
- с алгеброй и геометрией при изучении методов определения расстояний до небесных тел, характеристик звезд и звездных систем, основ небесной механики;
- с географией при изучении Земли как одной из планет Солнечной системы, природы тел в Солнечной системе, методов определения расстояний и размеров тел Солнечной системы и их движения под действием сил тяготения, практических основ астрономии;
- с литературой при изучении звезд и созвездий, видимого движения светил на различных географических широтах;
- с историей при изучении основ летоисчисления, особенностей астрономии и ее методов, этапов развития астрономии.

Системно-деятельностный подход в курсе астрономии реализуется за счет организации наблюдательной, исследовательской деятельности обучающихся, через использование системы практических работ, решение практико-ориентированных задач. При этом обеспечивается овладение учащимися умениями проводить косвенные измерения, использовать различные источники научных данных об астрономических объектах, явлениях и процессах.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА «АСТРОНОМИЯ»

Основными целями изучения астрономии на уровне среднего общего образования являются:

- формирование интереса и стремления обучающихся к научному изучению мегамира, развитие их интеллектуальных и творческих способностей;

- развитие представлений о научном методе познания и формирование исследовательского отношения к окружающим явлениям;
- формирование научного мировоззрения как результата изучения основ астрономии;
- формирование умений объяснять явления с использованием астрономических знаний и научных доказательств;
- формирование представлений о роли астрономии для развития других естественных наук, техники и технологий.

Достижение этих целей обеспечивается решением следующих задач в процессе изучения курса астрономии на уровне среднего общего образования:

- осознание принципиальной роли астрономии в познании фундаментальных законов природы и формировании современной естественно-научной картины мира;
- приобретение 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;
- овладение умениями 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;
- развитие 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 научного мировоззрения;
- формирование навыков использования естественно-научных, физико-математических и технических знаний для объективного анализа устройства окружающего мира на примере достижений современной астрофизики, астрономии и космонавтики.

МЕСТО УЧЕБНОГО КУРСА «АСТРОНОМИЯ» В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

В образовательной деятельности курс астрономии может реализовываться различными способами. Первым является реализация курса астрономии за счет часов части федерального учебного плана среднего общего образования (ФОП СОО), формируемой участниками образовательных отношений. Образовательная организация вправе дополнить учебный план профиля предметами на базовом или углубленном уровне, курсами по выбору обучающихся, если суммарное количество часов, отводимых на изучение учебных предметов, указанных в п. 27.8 ФОП СОО, меньше максимально допустимого (2516 часов). Учитывая высокую значимость курса астрономии, актуально его введение для профессиональной ориентации и профессионального самоопределения обучающихся. Следует отметить, что индивидуальный проект, обязательный для выполнения учащимися на уровне среднего общего образования самостоятельно под руководством учителя (тьютора), может базироваться на содержании курса астрономии. Астрономия как учебный предмет поддерживает реализацию естественно-научного, технологического, гуманитарного, социально-экономического, универсального профилей, варианты учебных планов которых представлены в ФОП СОО, эффективно дополняя подготовку обучающихся. Во всех вариантах учебного плана предусмотрено от 1 до 7 часов ежегодно в части, формируемой участниками образовательных отношений.

Вторым способом является реализация курса астрономии в рамках внеурочной деятельности. В соответствии с ФОП СОО реализация воспитательного потенциала внеурочной деятельности в целях обеспечения индивидуальных потребностей обучающихся осуществляется в рамках выбранных ими курсов, в том числе познавательной, научной направленности. К данным курсам относится и курс астрономии.

Вне зависимости от способа реализации курса астрономии на уровне среднего общего образования его изучение рассчитано на 34 часа за два года обучения: по 1 часу в неделю в 10 или 11 классе (по выбору образовательной организации). В отдельных случаях курс астрономии может быть расширен до объема 68 часов за два года обучения (2 часа в неделю в 10/11 классе или по 1 часу в неделю в 10 и 11 классах) с увеличением продолжительности изучения вопросов, тесно связанных с выбранным учащимися профилем обучения.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА «АСТРОНОМИЯ»

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования (ФГОС СОО) образовательная организация должна предоставить не менее одного учебника и (или) учебного пособия в печатной и (или) электронной форме, необходимого для освоения программы среднего общего образования, на каждого обучающегося по учебным предметам (дисциплинам, курсам), входящим как в обязательную часть учебного плана Федеральной образовательной программы, так и в часть, формируемую участниками образовательных отношений. Для эффективной реализации содержания учебного курса «Астрономия» и достижения заявленных результатов обучения рекомендуется использовать:

- Астрономия. 10—11 классы. Базовый уровень. Учебник. (авторы: Б. А. Воронцов-Вельяминов, Е. К. Страут);
- электронная форма учебника;
- Астрономия. 10—11 классы. Атлас (авторы: Н. Н. Гомулина, И. П. Карачевцева, А. А. Коханов);
- Астрономия. 10—11 классы. Базовый уровень. Сборник задач и упражнений (авторы: А. М. Татарников, О. С. Угольников, Е. Н. Фадеев).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА «АСТРОНОМИЯ» НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ)

Освоение курса «Астрономия» на уровне среднего общего образования (базовый уровень) должно обеспечивать достижение следующих личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов.

Личностные результаты

Гражданское воспитание:

- сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;
- принятие традиционных общечеловеческих гуманистических и демократических ценностей;
- готовность вести совместную деятельность в интересах гражданского общества, участвовать в самоуправлении в школе и детско-юношеских организациях;
- умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением;
- готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности.

Патриотическое воспитание:

- сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, свой язык и культуру, прошлое и настоящее многонационального народа России;
- ценностное отношение к государственным символам, историческому и природному наследию, памятникам, традициям народов России, достижениям российских ученых в области астрономии.

Духовно-нравственное воспитание:

- сформированность нравственного сознания, этического поведения;
- способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности, в том числе в деятельности ученого;
- осознание личного вклада в построение устойчивого будущего.

Эстетическое воспитание:

- эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного и технического творчества, присущего астрономической науке.

Трудовое воспитание:

- интерес к различным сферам профессиональной деятельности, в том числе связанным с астрономией, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;
- готовность и способность к образованию и самообразованию в области астрономии на протяжении всей жизни.

Экологическое воспитание:

- сформированность экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем;
- планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества;
- расширение опыта деятельности экологической направленности на основе имеющихся знаний по астрономии.

Ценности научного познания:

- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития астрономической науки;
- осознание ценности научной деятельности, готовность в процессе изучения астрономии осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

Метапредметные результаты

Универсальные познавательные действия

Базовые логические действия:

- самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне;
- определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;
- выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых физических явлениях;
- разрабатывать план решения проблемы с учётом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов;
- вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;
- развивать креативное мышление при решении жизненных проблем.

Базовые исследовательские действия:

- владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами астрономической науки;
- владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности в области астрономии; способностью и готов-

ностью к самостоятельному поиску методов решения задач астрономического содержания, применению различных методов познания;

- владеть видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных проектов в области астрономии;
- выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;
- анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменения в новых условиях;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности, в том числе при изучении астрономии;
- давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретенный опыт;
- уметь переносить знания по астрономии в практическую область жизнедеятельности;
- уметь интегрировать знания из разных предметных областей;
- выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения; ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения.

Работа с информацией:

- владеть навыками получения информации астрономического содержания из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;
- оценивать достоверность информации;
- использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;
- создавать тексты астрономического содержания в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации.

Универсальные коммуникативные действия

Общение:

- осуществлять общение на уроках физики и во внеурочной деятельности;
- распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты;
- развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств.

Совместная деятельность:

- понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы;
- выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;
- принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;
- оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;
- предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;
- осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

Универсальные регулятивные действия

Самоорганизация:

- самостоятельно осуществлять познавательную деятельность в области астрономии, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи;
- самостоятельно составлять план решения расчетных и качественных задач, план выполнения практической работы с учетом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;
- давать оценку новым ситуациям;
- расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений;
- делать осознанный выбор, аргументировать его, брать на себя ответственность за решение;
- оценивать приобретенный опыт;
- способствовать формированию и проявлению эрудиции в области астрономии, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.

Самоконтроль:

- давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;
- владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований; использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;
- уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению;
- принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности.

Принятие себя и других:

- принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;
- принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;
- признавать свое право и право других на ошибки.

Предметные результаты

Предметные результаты на базовом уровне должны отражать сформированность у обучающихся умений:

- определять, различать и использовать термины и понятия: геоцентрическая и гелиоцентрическая система, звездная величина, созвездие, высота и кульминация звезд и Солнца, эклиптика, местное, всемирное, поясное, летнее и зимнее время, конфигурация планет, противостояния и соединения планет, синодический и сидерический периоды обращения планет, горизонтальный параллакс, угловые размеры объекта, комета, астероид, метеор, метеорит, метеороид, болид, планета, спутник планеты, карликовая планета, звезда, Солнечная система, Галактика, Вселенная, внесолнечная планета (экзопланета), спектральная классификация звезд, годичный параллакс, реликтовое излучение, Большой взрыв, белый карлик, черная дыра, нейтронная звезда, квазар;
- описывать изученные свойства небесных тел и астрономические явления, используя физические величины: парсек, световой год, астрономическая единица, видимая и абсолютная звездная величина, светимость;
- характеризовать астрономические явления и процессы, используя законы Кеплера, закон всемирного тяготения, закон Хаббла;
- описывать и объяснять наблюдаемые невооруженным глазом движения звезд и Солнца на различных географических

широтах, суточные движения светил, движение и фазы Луны, причины затмений Луны и Солнца, различия календарей, особенности движения тел Солнечной системы под действием сил тяготения по орбитам с различным эксцентриситетом, причины возникновения приливов на Земле и возмущений в движении тел Солнечной системы, природу Луны и причины ее отличия от Земли, механизм парникового эффекта и его значение для формирования и сохранения уникальной природы Земли, явления метеорита и болида, процессы, которые происходят при движении тел, влетающих в атмосферу планет с космической скоростью, и последствия падения на Землю крупных метеоритов, сущность астероидной опасности, возможности и способы ее предотвращения, характерные особенности планет земной группы, планет-гигантов, их спутников и колец, природу малых тел Солнечной системы и причины их значительных различий, внутреннее строение Солнца и способы передачи энергии из центра к поверхности, механизмы возникновения на Солнце грануляции и пятен, наблюдаемые проявления солнечной активности и их влияние на Землю, основные отличительные особенности звезд различных последовательностей на диаграмме «спектр — светимость», причины изменения светимости переменных звезд, физические причины, определяющие равновесие звезд, механизмы вспышек новых и сверхновых, происхождение химических элементов, красное смещение с помощью эффекта Доплера;

- сравнивать природу двух групп планет и объяснять причины их возникновения; Меркурий, Венеру и Марс с Землей по рельефу поверхности и составу атмосферы, указывая следы эволюционных изменений природы этих планет; модели различных типов звезд с моделью Солнца; выводы А. Эйнштейна и А. А. Фридмана относительно модели Вселенной;
- воспроизводить исторические сведения о развитии астрономии, ее связях с другими науками, становлении и развитии гелиоцентрической системы мира;
- приводить примеры роли астрономии в развитии цивилизации, использования методов исследований в астрономии, различных диапазонов электромагнитных излучений для получения информации об объектах Вселенной, получения астрономической информации с помощью космических аппаратов и спектрального анализа, влияния солнечной активности на Землю;

- формулировать и обосновывать основные положения современной гипотезы о формировании всех тел Солнечной системы из единого газопылевого облака, этапы формирования и эволюции звезды;
- обосновывать необходимость введения високосных лет и нового календарного стиля, справедливость модели Фридмана результатами наблюдений красного смещения в спектрах галактик;
- характеризовать особенности движения и маневров космических аппаратов для исследования тел Солнечной системы, природу малых тел Солнечной системы, объясняя причины их значительных различий; физическое состояние вещества Солнца и звезд и источники их энергии, этапы формирования и эволюции звезд, физические особенности объектов, возникающих на конечной стадии эволюции звезд: белых карликов, нейтронных звезд и черных дыр, основные параметры Галактики (размеры, состав, структура и кинематика), типы галактик (спиральные, эллиптические, неправильные), основные периоды эволюции Вселенной с момента начала ее расширения — Большого взрыва, современные данные об ускорении расширения Вселенной как результата действия антитяготения темной энергии, методы исследования и современное состояние проблемы существования жизни во Вселенной;
- решать задачи на вычисление расстояния до планет по горизонтальному параллаксу, размеров планет по угловым размерам и расстоянию до них, определение расстояний до звезд по годичному параллаксу, на определение массы планет на основе третьего (уточненного) закона Кеплера, расстояния до звездных скоплений и галактик по цефеидам на основе зависимости «период — светимость», расстояния до галактик на основе закона Хаббла, по светимости сверхновых;
- оценивать время существования звезд в зависимости от их массы, возраст Вселенной на основе постоянной Хаббла;
- различать условия применимости моделей строения планет, звезд, Вселенной;
- использовать полученные ранее знания для объяснения устройства и принципа работы телескопа;
- приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий;

- применять звездную карту для поиска на небе определенных созвездий и звезд, компьютерные приложения для определения положения Солнца, Луны, планет и звезд на любую дату и время суток для данного населенного пункта;
- находить на небе основные созвездия Северного полушария, в том числе: Большая Медведица, Малая Медведица, Волопас, Лебедь, Кассиопея, Орион; самые яркие звезды, в том числе: Полярная звезда, Арктур, Вега, Капелла, Сириус, Бетельгейзе; звездные скопления, в том числе: Плеяды, Гиады; галактики, в том числе туманность Андромеды;
- соблюдать правила безопасного труда при проведении наблюдений, в том числе Солнца, с использованием телескопа, бинокля;
- использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников, и критически анализировать получаемую информацию.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА «АСТРОНОМИЯ» (БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ)

ПРЕДМЕТ АСТРОНОМИИ

Астрономия, ее связь с другими науками. Роль астрономии в развитии цивилизации. Эволюция взглядов человека на Вселенную. Структура и масштабы Вселенной.

Особенности астрономических методов исследования. Наземные и космические телескопы, принципы их работы. Всеволновая астрономия: электромагнитное излучение как источник информации о небесных телах. Практическое применение астрономических исследований.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АСТРОНОМИИ

Звезды и созвездия. Небесная сфера. Особые точки небесной сферы. Небесные координаты. Звездная величина. Звездные карты, глобусы и атласы. Суточное движение светил. Связь видимого расположения объектов на небе и географических координат наблюдателя. Кульминация светил. Видимое годичное движение Солнца. Эклиптика. Видимое движение и фазы Луны. Затмения Солнца и Луны. Время и календарь.

СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Развитие представлений о строении мира. Геоцентрическая система мира. Становление гелиоцентрической системы мира. Конфигурации планет и условия их видимости. Синодический и сидерический (звездный) периоды обращения планет.

Законы Кеплера. Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе. Горизонтальный параллакс. Движение небесных тел под действием сил тяготения. Определение массы небесных тел. Движение искусственных спутников Земли и космических аппаратов в Солнечной системе. История развития отечественной космонавтики. Первый искусственный спутник Земли, полет Ю. А. Гагарина. Достижения современной космонавтики.

ПРИРОДА ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение. Земля и Луна — двойная планета. Исследования Луны космическими аппаратами. Пилотируемые полеты на Луну. Планеты земной группы. Природа Меркурия, Венеры

и Марса. Планеты-гиганты, их спутники и кольца. Малые тела Солнечной системы: астероиды, карликовые планеты, кометы, метеороиды, метеоры, болиды и метеориты. Космические лучи. Астероидная опасность.

СОЛНЦЕ И ЗВЕЗДЫ

Излучение и температура Солнца. Состав и строение Солнца. Методы астрономических исследований: спектральный анализ. Источник солнечной энергии. Закон Стефана—Больцмана. Атмосфера Солнца. Солнечная активность и ее влияние на Землю. Роль магнитных полей на Солнце. Солнечно-земные связи.

Звезды: основные физико-химические характеристики и их взаимосвязь. Двойные и кратные звезды. Годичный параллакс и расстояния до звезд. Светимость, спектр, цвет и температура различных классов звезд. Закон смещения Вина. Диаграмма «спектр — светимость». Массы и размеры звезд. Модели звезд. Строение и источники энергии звезд. Переменные и нестационарные звезды. Цефеиды. Происхождение химических элементов. Эволюция звезд различной массы, ее этапы и конечные стадии.

СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Наша Галактика. Ее размеры и структура. Звездные скопления и ассоциации. Межзвездная среда: газ и пыль. Области звездообразования. Центр Галактики. Вращение Галактики. Многообразие галактик и их основные характеристики. Проблема тёмной материи. Квазары. Пространственное распределение галактик.

Основы современной космологии. Красное смещение и закон Хаббла. Нестационарная Вселенная А. А. Фридмана. Большой взрыв. Реликтовое излучение. Ускорение расширения Вселенной. Темная энергия.

Проблема существования жизни вне Земли. Условия, благоприятные для развития жизни. Поиски жизни на планетах Солнечной системы. Сложные органические соединения в космосе. Современные возможности космонавтики и радиоастрономии для связи с другими цивилизациями. Планетные системы у других звезд. Послания внеземным цивилизациям.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
<p>Предмет астрономии (2 ч)</p>	<p>Астрономия, ее связь с другими науками. Роль астрономии в развитии цивилизации. Эволюция взглядов человека на Вселенную. Структура и масштабы Вселенной. Особенности астрономических методов исследования. Наземные и космические телескопы, принципы их работы. Всеволновая астрономия: электромагнитное излучение как источник информации о небесных телах. Практическое применение астрономических исследований</p>	<p>ВВЕДЕНИЕ (2 ч)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: Вселенная. ■ Приводить примеры роли астрономии в развитии цивилизации, использования методов исследований в астрономии, различных диапазонов электромагнитных излучений для получения информации об объектах Вселенной, получения астрономической информации с помощью космических аппаратов. ■ Использовать полученные ранее знания для объяснения устройства и принципа работы телескопа. ■ Воспроизводить исторические сведения о развитии астрономии, ее связях с другими науками. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий. ■ Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников, и критически анализировать получаемую информацию

ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АСТРОНОМИИ (5 ч)		
<p>Практические основы астрономии (5 ч)</p>	<p>Звезды и созвездия. Небесная сфера. Особые точки небесной сферы. Небесные координаты. Звездная величина. Звездные карты, глобусы и атласы. Суточное движение светил. Связь видимого расположения объектов на небе и географических координат наблюдателя. Кульминация светил. Видимое годичное движение Солнца. Эклиптика. Видимое движение и фазы Луны. Затмения Солнца и Луны. Время и календарь</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: звездная величина, созвездия, высота и кульминация звезд и Солнца, эклиптика, местное, всемирное, поясное, летнее и зимнее время. ■ Описывать изученные свойства небесных тел и астрономические явления, используя физические величины: видимая звездная величина. ■ Описывать и объяснять наблюдаемые невооруженным глазом движения звезд и Солнца на различных географических широтах, суточные движения светил, движение и фазы Луны, причины затмений Луны и Солнца, различия календарей. ■ Обосновывать необходимость введения високосных лет и нового календарного стиля. ■ Применять звездную карту для поиска на небе определенных созвездий и звезд, компьютерные приложения для определения положения Солнца, Луны и звезд на любую дату и время суток для данного населенного пункта. ■ Находить на небе основные созвездия Северного полушария, в том числе: Большая Медведица, Малая Медведица, Волпас, Лебедь, Кассиопея, Орион; самые яркие звезды, в том числе: Полярная звезда, Арктур, Вега, Капелла, Сириус, Бетельгейзе; звездные скопления, в том числе: Плеяды, Гиады; галактики, в том числе туманность Андромеды. ■ Соблюдать правила безопасного труда при проведении наблюдений, в том числе Солнца, с использованием телескопа, бинокля. ■ Использовать материал из интернет-ресурсов <i>astromyth.ru</i> (созвездия; греческие мифы, история происхождения, общая информация, а также сопутствующие сведения из истории

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
		астрономии), <i>astropage.ru</i> (полезная информация для любителей астрономии: календарь событий, новости и др.) для организации наблюдений, а также подготовки сообщений по теме
Строение Солнечной системы (2 ч)	<p>Развитие представлений о строении мира. Геоцентрическая система мира.</p> <p>Становление гелиоцентрической системы мира.</p> <p>Конфигурации планет и условия их видимости.</p> <p>Синодический и сидерический (звездный) периоды обращения планет</p>	<p>■ Определять, различать и использовать термины и понятия: геоцентрическая и гелиоцентрическая система, конфигурация планет, противостояния и соединения планет, синодический и сидерический периоды обращения планет.</p> <p>■ Воспроизводить исторические сведения о становлении и развитии гелиоцентрической системы мира.</p> <p>■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий.</p> <p>■ Соблюдать правила безопасного труда при проведении наблюдений с использованием телескопа, бинокля.</p> <p>■ Использовать материал из интернет-ресурса <i>galispase.spb.ru</i> (информационный портал, посвященный преимущественно Солнечной системе: новости, статьи, астрофотографии, форум, общие сведения) для подготовки сообщений по теме</p>
Законы движения небесных тел (5 ч)	<p>Законы Кеплера. Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе.</p> <p>Горизонтальный параллакс.</p> <p>Движение небесных тел под действием сил тяготения.</p>	<p>■ Определять, различать и использовать термины и понятия: горизонтальный параллакс, угловые размеры объекта.</p> <p>■ Описывать изученные свойства небесных тел и астрономические явления, используя физические величины: астрономическая единица.</p>

	<p>Определение массы небесных тел. Движение искусственных спутников Земли и космических аппаратов в Солнечной системе. История развития отечественной космонавтики. Первый искусственный спутник Земли, полет Ю. А. Гагарина. Достижения современной космонавтики</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Характеризовать астрономические явления и процессы, используя законы Кеплера, закон всемирного тяготения. ■ Описывать и объяснять особенности движения тел Солнечной системы под действием сил тяготения по орбитам с различным эксцентриситетом, причины возникновения приливов на Земле и возмущений в движении тел Солнечной системы. ■ Характеризовать особенности движения и маневров космических аппаратов для исследования тел Солнечной системы. ■ Решать задачи на вычисление расстояния до планет по горизонтальному параллаксу, размеров планет по угловым размерам и расстоянию до них, на определение массы планет на основе третьего (уточненного) закона Кеплера. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий
ПРИРОДА ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ (8 ч)		
<p>Природа тел Солнечной системы (8 ч)</p>	<p>Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение. Земля и Луна — двойная планета. Исследования Луны космическими аппаратами. Пилотируемые полеты на Луну. Планеты земной группы. Природа Меркурия, Венеры и Марса. Планеты-гиганты, их спутники и кольца. Малые тела Солнечной системы: астероиды, карликовые планеты,</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: комета, астероид, метеор, метеорит, метеороид, болид, планета, спутник планеты, карликовая планета, Солнечная система. ■ Описывать и объяснять природу Луны и причины ее отличия от Земли, механизм парникового эффекта и его значение для формирования и сохранения уникальной природы Земли, явления метеорита и болида, процессы, которые происходят при движении тел, влетающих в атмосферу планет с космической скоростью, и последствия падения на Землю крупных метеоритов, сущность астероидной опасности, возможности и способы её предотвращения, характерные особенности планет земной группы, планет-гигантов, их спутников и комет, природу малых тел Солнечной системы и причины их значительных различий.

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
	<p>кометы, метеороиды, метеоры, болиды и метеориты. Космические лучи. Астероидная опасность</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Сравнить природу двух групп планет и объяснить причины их возникновения; Меркурий, Венеру и Марс с Землей по рельефу поверхности и составу атмосферы, указывая следы эволюционных изменений природы этих планет. ■ Формулировать и обосновывать основные положения современной гипотезы о формировании всех тел Солнечной системы из единого газопылевого облака. ■ Характеризовать природу малых тел Солнечной системы, объясняя причины их значительных различий. ■ Различать условия применимости моделей строения планет. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий. ■ Применять компьютерные приложения для определения положения Солнца, Луны, планет и звезд на любую дату и время суток для данного населенного пункта. ■ Использовать материал из интернет-ресурса <i>gaisspace.spb.ru</i> (информационный портал, посвященный преимущественно Солнечной системе: новости, статьи, астрофотографии, форум, общие сведения) для подготовки сообщений по теме
Солнце — ближайшая звезда (2 ч)	Излучение и температура Солнца. Состав и строение Солнца. Методы астрономических исследований:	СОЛНЦЕ И ЗВЕЗДЫ (6 ч)
		<ul style="list-style-type: none"> ■ Описывать и объяснять внутреннее строение Солнца и способы передачи энергии из центра к поверхности, механизмы возникновения на Солнце грануляции и пятен, наблюдаемые проявления солнечной активности и их влияние на Землю.

<p>Звезды (4 ч)</p>	<p>спектральный анализ. Источник солнечной энергии. Закон Стефана—Больцмана. Атмосфера Солнца. Солнечная активность и ее влияние на Землю. Роль магнитных полей на Солнце. Солнечно-земные связи</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Приводить примеры влияния солнечной активности на Землю. ■ Характеризовать физическое состояние вещества Солнца и источники его энергии. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий. ■ Соблюдать правила безопасного труда при проведении наблюдений Солнца с использованием телескопа, бинокля. ■ Использовать материал из интернет ресурса <i>astropage.ru</i> (полезная информация для любителей астрономии: календарь событий, новости и др.) для организации наблюдений
	<p>Звезды: основные физико-химические характеристики и их взаимосвязь. Двойные и кратные звезды. Годичный параллакс и расстояния до звезд. Светимость, спектр, цвет и температура различных классов звезд. Закон смещения Вина. Диаграмма «спектр — светимость». Массы и размеры звезд. Модели строения и источники энергии звезд. Переменные и нестационарные звезды. Цефеиды. Происхождение химических элементов. Эволюция звезд различной массы, ее этапы и конечные стадии</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: звезда, годичный параллакс, спектральная классификация звезд, нейтронная звезда, черная дыра. ■ Описывать изученные свойства небесных тел и астрономические явления, используя физические величины: парсек, световой год, абсолютная звездная величина, светимость. ■ Описывать и объяснять основные отличительные особенности звезд различных последовательностей на диаграмме «спектр — светимость», причины изменения светимости переменных звезд, физические причины, определяющие равновесие звезд, механизмы вспышек новых и сверхновых, происхождение химических элементов. Сравнить модели различных типов звезд с моделью Солнца. ■ Приводить примеры получения астрономической информации с помощью спектрального анализа. ■ Формулировать и обосновывать основные этапы формирования и эволюции звезд. ■ Характеризовать физическое состояние вещества звезд и источники их энергии, этапы формирования и эволюции звезд, физические особенности объектов, возникающих на

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
		<p>конечной стадии эволюции звезд: белых карликов, нейтронных звезд и черных дыр.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Решать задачи на определение расстояний до звезд по годичному параллаксу, расстояния до звездных скоплений по цефеидам на основе зависимости «период — светимость». ■ Оценивать время существования звезд в зависимости от их массы. ■ Различать условия применимости моделей строения звезд. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий. ■ Соблюдать правила безопасного труда при проведении наблюдений с использованием телескопа, бинокля
Галактики (3 ч)	<p>Наша Галактика. Ее размеры и структура. Звездные скопления и ассоциации. Межзвездная среда: газ и пыль. Области звездообразования. Центр Галактики. Вращение Галактики. Многообразие галактик и их основные характеристики. Проблема темной материи. Квазары.</p>	<p>СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ (6 ч)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: Галактика, квазар. ■ Характеризовать основные параметры Галактики (размеры, состав, структура и кинематика), типы галактик (спиральные, эллиптические, неправильные). ■ Решать задачи на определение расстояния до галактик по цефеидам на основе зависимости «период — светимость», по светимости сверхновых. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий.

<p>Современная космология (2 ч)</p>	<p>Основы современной космологии. Красное смещение и закон Хаббла. Нестационарная Вселенная А. А. Фридмана. Большой взрыв. Реликтовое излучение. Ускорение расширения Вселенной. Темная энергия</p>	<p>Пространственное распределение галактик</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников, и критически анализировать получаемую информацию ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: реликтовое излучение, Большой взрыв. ■ Характеризовать астрономические явления и процессы, используя закон Хаббла. ■ Сравнить выводы А. Эйнштейна и А. А. Фридмана относительно модели Вселенной. ■ Обосновывать справедливость модели Фридмана результатами наблюдений красного смещения в спектрах галактик. ■ Характеризовать основные периоды эволюции Вселенной с момента начала ее расширения — Большого взрыва, современные данные об ускорении расширения Вселенной как результата действия антитяготения темной энергии. ■ Решать задачи на определение расстояния до галактик на основе закона Хаббла. ■ Оценивать возраст Вселенной на основе постоянной Хаббла. ■ Различать условия применимости модели Вселенной. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий. ■ Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников, и критически анализировать получаемую информацию
-------------------------------------	---	--	---

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды учебной деятельности
Жизнь и разум во Вселенной (1 ч)	<p>Проблема существования жизни вне Земли. Условия, благоприятные для развития жизни. Поиски жизни на планетах Солнечной системы. Сложные органические соединения в космосе. Современные возможности космонавтики и радионавигации для связи с другими цивилизациями. Планетные системы у других звезд. Послания внеземным цивилизациям</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Определять, различать и использовать термины и понятия: внесолнечная планета (экзопланета). ■ Характеризовать методы исследования и современное состояние проблемы существования жизни во Вселенной. ■ Приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-астрономов в развитие науки, космической техники и технологий. ■ Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников, и критически анализировать получаемую информацию. ■ Использовать материал из интернет-ресурса <i>alplanets.ru</i> (планеты и планетные системы; разнообразная статистика, посвященная экзопланетам) для подготовки сообщений по теме