|  |  |
| --- | --- |
|  | Приложение  к основной образовательной программе  среднего общего образования |

**Рабочая программа**

**по астрономии**

**среднее общее образование**



**Пояснительная записка**

*1. Перечень нормативных документов, на основании которых разработана рабочая программа*

Программа составлена на основе авторской (Е.К. Страут) программы учебного предмета «Астрономия» для 10–11 классов общеобразовательных учреждений. (см.: Программа: Астрономия. Базовый уровень. 11 класс: учебно-методическое пособие / Е. К. Страут. — М. : Дрофа, 2018. — 11 с.). Преподавание ведется с использованием учебно-методического комплекта «АСТРОНОМИЯ 10-11» базовый уровень (авторы Б.А. Воронцов-Вельяминов, Е.К. Страут, издательство «Дрофа»). Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта. Учебник «Астрономия. Базовый уровень. 10-11 класс» авторов Б.А. Воронцова-Вельяминова, Е.К. Страута прошел экспертизу, включен в Федеральный перечень и обеспечивает освоение образовательной программы среднего общего образования.

*2. Обоснование предлагаемого содержания и объема курса.*

Для разработки программы выбрана примерная программа среднего общего образования по астрономии и элементы авторской программы, так как они соответствуют целям и задачам обучения, определяют достаточный объем учебного времени для получения астрономических знаний обучающихся в старшем звене школы, улучшения усвоения других предметов.

*3. Адресность (специфика уровня обучения (класса), его характеристика по данному предмету).*

Программа определяет содержание и структуру учебного материала, последовательность его изучения, пути формирования системы знаний, умений и способов деятельности, развития, воспитания и социализации учащихся. Программа может использоваться в общеобразовательных учебных заведениях разного профиля.

*Основные цели курса*

1. осознание принципиальной роли астрономии в познании фундаментальных законов природы и формировании современной естественнонаучной картины мира;
2. 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;
3. 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;
4. развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний по астрономии с использованием различных источников информации и современных информационных технологий;
5. использование приобретенных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни;
6. формирование научного мировоззрения;
7. формирование навыков использования естественнонаучных и особенно физико-математических знаний для объективного анализа устройства окружающего мира на примере достижений современной астрофизики, астрономии и космонавтики.

Курс астрономии призван способствовать формированию современной научной картины мира, раскрывая развитие представлений о строении Вселенной как одной из важнейших сторон длительного и сложного пути познания человечеством окружающей природы и своего места в ней.

Особую роль при изучении астрономии должно сыграть использование знаний, полученных учащимися по другим естественнонаучным предметам, в первую очередь по физике.

Материал, изучаемый в начале курса в теме «Основы практической астрономии», необходим для объяснения наблюдаемых невооруженным глазом астрономических явлений. В организации наблюдений могут помочь компьютерные приложения для отображения звездного неба. Такие приложения позволяют ориентироваться среди мириад звезд в режиме реального времени, получить информацию по наиболее значимым космическим объектам, подробные данные о планетах, звездах, кометах, созвездиях, познакомиться со снимками планет.

Астрофизическая направленность всех последующих тем курса соответствует современному положению в науке. Главной задачей курса становится систематизация обширных сведений о природе небесных тел, объяснение существующих закономерностей и раскрытие физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений. Необходимо особо подчеркивать, что это становится возможным благодаря широкому использованию физических теорий, а также исследований излучения небесных тел, проводимых практически по всему спектру электромагнитных волн не только с поверхности Земли, но и с космических аппаратов. Вселенная предоставляет возможность изучения таких состояний вещества и полей таких характеристик, которые пока недостижимы в земных лабораториях. В ходе изучения курса важно сформировать представление об эволюции неорганической природы как главном достижении современной астрономии.

*4. Количество часов в год, с указанием количества контрольных работ, лабораторных, практических работ (в разрезе каждого года обучения).*

Всего на изучение курса астрономии отводится 68 часов (10 класс – 34 часа, 11 класс – 34 класс, по 1 часу в неделю).

**Планируемые результаты освоения учебного предмета**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Раздел или тема | Предметные | Метапредметные | Личностные |
| Предмет астрономии | * воспроизводить сведения по истории развития астрономии, ее связях с физикой и математикой; * использовать полученные ранее знания для объяснения устройства и принципа работы телескопа. | * умение использовать при выполнении практических заданий по астрономии такие мыслительные операции, как постановка задачи, формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, формулирование выводов для изучения различных сторон астрономических явлений, процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере; * владение навыками познавательной деятельности, навыками разрешения проблем, возникающих при выполнении практических заданий по астрономии; * умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность; * владение языковыми средствами: умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения по различным вопросам астрономии, использовать языковые средства, адекватные обсуждаемой проблеме астрономического характера, включая составление текста и презентации материалов с использованием информационных и коммуникационных технологий; | * сформированность научного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития астрономической науки; * −устойчивый интерес к истории и достижениям в области астрономии; * −умение анализировать последствия освоения космического пространства для жизни и деятельности человека; |
| Основы практической астрономии | * воспроизводить определения терминов и понятий (созвездие, высота и кульминация звезд и Солнца, эклиптика, местное, поясное, летнее и зимнее время); * объяснять необходимость введения високосных лет и нового календарного стиля; * объяснять наблюдаемые невооруженным глазом движения звезд и Солнца на различных географических широтах, движение и фазы Луны, причины затмений Луны и Солнца; * применять звездную карту для поиска на небе определенных созвездий и звезд. |
| Законы движения небесных тел в Солнечной системе | * воспроизводить исторические сведения о становлении и развитии гелиоцентрической системы мира; * воспроизводить определения терминов и понятий (конфигурация планет, синодический и сидерический периоды обращения планет, горизонтальный параллакс, угловые размеры объекта, астрономическая единица); * вычислять расстояние до планет по горизонтальному параллаксу, а их размеры по угловым размерам и расстоянию; * формулировать законы Кеплера, определять массы планет на основе третьего (уточненного) закона Кеплера; * описывать особенности движения тел Солнечной системы под действием сил тяготения по орбитам с различным эксцентриситетом; * объяснять причины возникновения приливов на Земле и возмущений в движении тел Солнечной системы; * характеризовать особенности движения и маневров космических аппаратов для исследования тел Солнечной системы. |
| Природа тел Солнечной системы | * формулировать и обосновывать основные положения современной гипотезы о формировании всех тел Солнечной системы из единого газопылевого облака; * определять и различать понятия (Солнечная система, планета, ее спутники, планеты земной группы, планеты-гиганты, кольца планет, малые тела, астероиды, планеты-кар- лики, кометы, метеороиды, метеоры, болиды, метеориты); * описывать природу Луны и объяснять причины ее отличия от Земли; * перечислять существенные различия природы двух групп планет и объяснять причины их возникновения; * проводить сравнение Меркурия, Венеры и Марса с Землей по рельефу поверхности и составу атмосфер, указывать следы эволюционных изменений природы этих планет; * объяснять механизм парникового эффекта и его значение для формирования и сохранения уникальной природы Земли; * описывать характерные особенности природы планет- гигантов, их спутников и колец; * характеризовать природу малых тел Солнечной системы и объяснять причины их значительных различий; * описывать явления метеора и болида, объяснять процессы, которые происходят при движении тел, влетающих в атмосферу планеты с космической скоростью; * описывать последствия падения на Землю крупных метеоритов; * объяснять сущность астероидно-кометной опасности, возможности и способы ее предотвращения. |
| Солнце и звезды | * определять и различать понятия (звезда, модель звезды, светимость, парсек, световой год); * характеризовать физическое состояние вещества Солнца и звезд и источники их энергии; * описывать внутреннее строение Солнца и способы передачи энергии из центра к поверхности; * объяснять механизм возникновения на Солнце грануляции и пятен; * описывать наблюдаемые проявления солнечной активности и их влияние на Землю; * вычислять расстояние до звезд по годичному параллаксу; * называть основные отличительные особенности звезд различных последовательностей на диаграмме «спектр — светимость»; * сравнивать модели различных типов звезд с моделью Солнца; * объяснять причины изменения светимости переменных звезд; * описывать механизм вспышек Новых и Сверхновых; * оценивать время существования звезд в зависимости от их массы; * описывать этапы формирования и эволюции звезды; * характеризовать физические особенности объектов, возникающих на конечной стадии эволюции звезд: белых карликов, нейтронных звезд и черных дыр. |
| Наша Галактика - Млечный Путь | * объяснять смысл понятий (космология, Вселенная, модель Вселенной, Большой взрыв, реликтовое излучение); * характеризовать основные параметры Галактики (размеры, состав, структура и кинематика); * определять расстояние до звездных скоплений и галактик по цефеидам на основе зависимости «период — светимость»; * распознавать типы галактик (спиральные, эллиптические, неправильные); |
| Строение и эволюция Вселенной | * сравнивать выводы А. Эйнштейна и А. А. Фридмана относительно модели Вселенной; * обосновывать справедливость модели Фридмана результатами наблюдений «красного смещения» в спектрах галактик; * формулировать закон Хаббла; * определять расстояние до галактик на основе закона Хаббла; по светимости Сверхновых; * оценивать возраст Вселенной на основе постоянной Хаббла; * интерпретировать обнаружение реликтового излучения как свидетельство в пользу гипотезы Горячей Вселенной; * классифицировать основные периоды эволюции Вселенной с момента начала ее расширения — Большого взрыва; * интерпретировать современные данные об ускорении расширения Вселенной как результата действия антитяготения «темной энергии» — вида материи, природа которой еще неизвестна |
| Жизнь и разум во Вселенной | * систематизировать знания о методах исследования и современном состоянии проблемы существования жизни во Вселенной. |

**Содержание учебного предмета «Астрономия»**

**10 класс 34 ч (1 ч в неделю)**

Предмет астрономии (4 ч)

Астрономия, ее связь с другими науками. Роль астрономии в развитии цивилизации. Структура и масштабы Вселенной. Особенности астрономических методов исследования. Наземные и космические телескопы, принцип их работы. Всеволновая астрономия: электромагнитное излучение как источник информации о небесных телах. Практическое применение астрономических исследований. История развития отечественной космонавтики. Первый искусственный спутник Земли, полет Ю. А. Гагарина. Достижения современной космонавтики.

Основы практической астрономии (15 ч)

Звезды и созвездия. Видимая звездная величина. Небесная сфера. Особые точки небесной сферы. Небесные координаты. Звездные карты. Видимое движение звезд на различных географических широтах. 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.

Законы движения небесных тел в Солнечной системе(15 ч)

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.

**11 класс 34 ч (1 ч в неделю)**

Природа тел Солнечной системы (12 ч)

Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение. Земля и Луна — двойная планета. Космические лучи. 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, планеты-карлики, кометы, метеороиды. Метеоры, болиды и метеориты. Астероидная опасность.

Солнце и звезды (12 ч)

Излучение и температура Солнца. Состав и строение Солнца. Методы астрономических исследований; спектральный анализ. Физические методы теоретического исследования.Закон Стефана— Больцмана. Источник энергии Солнца. 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. Годичный параллакс и расстояния до звезд. Светимость, спектр, цвет и температура различных классов звезд. Эф- фект Доплера. Диаграмма «спектр — светимость» («цвет — светимость»). Массы и размеры звезд. Двойные и кратные звезды. Гравитационные волны.\* Модели звезд. Переменные и неста цио нарные звезды. Цефеиды — маяки Вселенной. Эволюция звезд различной массы. Закон смещения Вина.

Наша Галактика — Млечный Путь (2 ч)

Наша Галактика. Ее размеры и структура. Звездные скопления. Спиральные рукава. Ядро Галактики. Области звездообразования. Вращение Галактики. Проблема «скрытой» массы (темная материя).

Строение и эволюция Вселенной (2 ч)

Разнообразие мира галактик. Квазары. Скопления и сверхскопления галактик. Основы современной космологии. «Красное смещение» и закон Хаббла. Эволюция Вселенной. Нестационарная Вселенная А. А. Фридмана. Большой взрыв. Реликтовое излучение. Ускорение расширения Вселенной. «Темная энергия» и антитяготение.

Жизнь и разум во Вселенной (2 ч)

Проблема существования жизни вне Земли. Условия, необходимые 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. Человечество заявляет о своем существовании.

Обобщение и повторение материала (4 ч)

**Тематическое планирование**

**10 класс**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Раздел** | **Количество часов** | **Контрольные работы** | **Лабораторные работы** |
| Предмет астрономии | 4 | - | - |
| Основы практической астрономии | 15 | - | - |
| Законы движения небесных тел в Солнечной системе | 15 | - | - |
| **ИТОГО** | 34 | - | - |

**11 класс**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Раздел** | **Количество часов** | **Контрольные работы** | **Лабораторные работы** |
| Природа тел Солнечной системы | 12 | - | - |
| Солнце и звезды | 12 | - | - |
| Наша Галактика - Млечный Путь | 2 | - | - |
| Строение и эволюция Вселенной | 2 | - | - |
| Жизнь и разум во Вселенной | 2 | - | - |
| Обобщение и повторение материала | 4 | - | - |
| **ИТОГО** | 34 | - | - |

**поурочное планирование**

**10 класс**

|  |  |
| --- | --- |
| **№ урока** | **Тема урока** |
| Предмет астрономии (4 ч) | |
| 1 | Что изучает астрономия. |
| 2 | Наблюдения – основа астрономии. |
| 3 | История развития отечественной космонавтики |
| 4 | Достижения современной космонавтики |
| *Основы практической астрономии (15 ч)* | |
| 5 | Звезды и созвездия |
| 6 | Звезды и созвездия |
|  | Небесные координаты |
| 7 | Звездные карты |
| 8 | Практическая работа со звездной картой |
| 9 | Видимое движение звезд на различных географических широтах |
| 10 | Решение задач по теме «Видимое движение звезд на различных географических широтах» |
| 11 | Годичное движение Солнца |
| 12 | Эклиптика |
| 13 | Видимое движение и фазы Луны |
| 14 | Практическая работа «Видимое движение и фазы Луны» |
| 16 | Затмения Солнца и Луны |
| 17 | Практическая работа «Затмения Солнца и Луны» |
| 18 | Время и календарь |
| 19 | Решение задач по теме «Время и календарь» |
| Законы движения небесных тел в Солнечной системе (15 ч) | |
| 20 | Развитие представлений о строении мира. |
| 21 | Конфигурации планет. |
| 22 | Синодический период |
| 23 | Законы движения планет Солнечной системы. |
| 24 | Решение задач по теме «Законы Кеплера» |
| 25 | Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе |
| 26 | Решение задач по теме «Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе» |
| 27 | Горизонтальный параллакс |
| 28 | Решение задач по теме «Горизонтальный параллакс» |
| 29 | Открытие и применение закона всемирного тяготения |
| 30 | Решение задач по теме «Закон всемирного тяготения» |
| 31 | Определение массы небесных тел |
| 32 | Решение задач по теме «Определение массы небесных тел» |
| 33 | Движение искусственных спутников и космических аппаратов (КА) в Солнечной системе. |
| 34 | Решение задач по теме «Движение искусственных спутников» |

**поурочное планирование**

**11 класс**

|  |  |
| --- | --- |
| **№ урока** | **Тема урока** |
| Природа тел Солнечной системы (12 ч) | |
| 1 | Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение. |
| 2 | Земля и Луна - двойная планета. |
| 3 | Луна |
| 4 | Две группы планет. |
| 5 | Планеты земной группы |
| 6 | Планеты земной группы |
| 7 | Урок-дискуссия «Парниковый эффект - польза или вред?» |
| 8 | Планеты-гиганты, их спутники и кольца |
| 9 | Планеты-гиганты, их спутники и кольца |
| 10 | Малые тела Солнечной системы (астероиды, карликовые планеты и кометы). |
| 11 | Метеоры, болиды, метеориты. |
| 12 | Урок-дискуссия «Возможность переселения человечества на другие планеты» |
| Солнце и звезды (12 ч) | |
| 13 | Солнце, состав и внутреннее строение |
| 14 | Солнечная активность и ее влияние на Землю |
| 15 | Определение расстояний до звезд |
| 16 | Физическая природа звезд |
| 17 | Светимость, спектр, цвет и температура различных классов звезд |
| 18 | Диаграмма «спектр—светимость» |
| 19 | Массы и размеры звезд. |
| 20 | Модели звезд |
| 21 | Переменные и нестационарные звезды |
| 22 | Новые и сверхновые звезды |
| 23 | Черные дыры |
| 24 | Эволюция звезд различной массы |
| Наша Галактика - Млечный Путь (2 ч) | |
| 25 | Наша Галактика. |
| 26 | Другие звездные системы — галактики. |
| Строение и эволюция Вселенной (2 ч) | |
| 27 | Космология начала ХХ в. |
| 28 | Основы современной космологии. |
| Жизнь и разум во Вселенной (2 ч) | |
| 29 | Урок - конференция «Одиноки ли мы во Вселенной?» |
| 30 | Итоговый зачет по курсу Астрономия. |
| Повторение и обобщение материала (4 ч) | |
| 31 | Повторение. Устройство окружающего мира. |
| 32 | Повторение «Практические основы астрономии» |
| 33 | Повторение «Строение солнечной системы» |
| 34 | Повторение «Солнце и звезды» |

**Учебно-методическое обеспечение**

**Учебник:**

1. Воронцов-Вельяминов Б.А., Страут Е.К. «Астрономия. Базовый уровень.10-11 классы», М. Дрофа, 2018

**Методическая литература для учителя:**

1. Е.К.Страут Методическое пособие к учебнику «Астрономия. Базовый уровень.10-11 классы» авторов Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута, М. Дрофа, 2018
2. Иванов В. В., Кривов А. В., Денисенко П. А. Парадоксальная Вселенная. 175 задач по астрономии. — СПб.: 1997.
3. Пшеничнер Б. Г., Войнов С. С. Внеурочная работа по астрономии: кн. для учителя. — М.: Просвещение, 1989.
4. Сурдин В. Г. Астрономические олимпиады: Задачи с решениями. — М.: МГУ, 1995.
5. Шевченко М. Ю., Угольников О. С. Школьный астрономический календарь на 2020/21 учеб. год.
6. Шкловский И. С. Вселенная, жизнь, разум. — М.: Наука, 1984.

**Дополнительная учебная литература**

1. Белонучкин В. Е. Кеплер, Ньютон и все-все- все… — Вып. 78. — М.: Изд-во «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1990. — (Квант).
2. Галактики / ред.-сост. В. Г. Сурдин. — М.: Физ- матлит, 2013.
3. Гамов Г. Приключения мистера Томпкинса. — Вып. 85. — М.: Бюро Квантум, 1993. — (Квант).
4. Горелик Г. Е. Новые слова науки — от маятника Галилея до квантовой гравитации. — Вып. 127. При- ложение к журналу «Квант», № 3. — М.: Изд-во МЦНМО, 2013. — (Квант).
5. Дубкова С. И. Истории астрономии. — М.: Белый город, 2002
6. Максимачев Б. А., Комаров В. Н. В звездных ла- биринтах: Ориентирование по небу. — М.: Наука, 1978.
7. Сурдин В. Г. Галактики. — М.: Физматлит, 2013.
8. Сурдин В. Г. Разведка далеких планет. — М.: Физ- матлит, 2013.
9. Хокинг С. Краткая история времени. — СПб.: Ам- фора, 2001.
10. Хокинг С. Мир в ореховой скорлупе. — СПб.: Ам- фора, 2002.
11. Перельман Я. И. Занимательная астрономия. — М.: ВАП, 1994.
12. Климишин И. А. Элементарная астрономия. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991.
13. Воронцов-Вельяминов Б. А. Очерки о Вселенной. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1969.

**Электронные ресурсы**

1. Интернет-ресурсы: электронные образовательные ресурсы из единой коллекции цифровых образовательных ресурсов (<http://school-collection.edu.ru/>), каталога Федерального центра информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>)
2. Астрофизический портал. Новости астрономии. <http://www.afportal.ru/astro>
3. Вокруг света. [http://www.vokrugsveta.ru](http://www.vokrugsveta.ru/)
4. Всероссийская олимпиада школьников по астрономии. [http://www.astroolymp.ru](http://www.astroolymp.ru/)
5. Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга, МГУ. [http://www.sai.msu.ru](http://www.sai.msu.ru/)
6. Интерактивный гид в мире космоса. http:// spacegid.com
7. МКС онлайн. [http://mks-online.ru/](http://mks-online.ru/%20)
8. Обсерватория СибГАУ. <http://sky.sibsau.ru/>index.php/astronomicheskie-sajty
9. Общероссийский астрономический портал. [http://астрономия.рф](http://астрономия.рф/)
10. Репозиторий Вселенной. [http://space-my.ru](http://space-my.ru/)
11. Российская астрономическая сеть. [http://www.](http://www/)astronet.ru
12. Сезоны года. Вселенная, планеты и звезды. [http://сезоны-года.рф/планеты%20и%20звезды.](http://сезоны-года.рф/%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%82%D1%8B%20%D0%B8%20%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D1%8B) html
13. ФГБУН Институт астрономии РАН. [http://www.](http://www/) inasan.ru
14. Элементы большой науки. Астрономия. http:// elementy.ru/astronomy
15. [http://www.planetarium-moscow.ru/](https://www.google.com/url?q=http://www.planetarium-moscow.ru/&sa=D&ust=1536839237298000) – сайт Московского планетария.
16. [http://www.galactic.name/](https://www.google.com/url?q=http://www.galactic.name/&sa=D&ust=1536839237298000) – астрономический портал "Имя Галактики"
17. [http://www.walkinspace.ru/](https://www.google.com/url?q=http://www.walkinspace.ru/&sa=D&ust=1536839237299000) – портал "Путешествие в космос"
18. [https://www.uahirise.org/ru/](https://www.google.com/url?q=https://www.uahirise.org/ru/&sa=D&ust=1536839237299000) – русскоязычная версия проекта "Марс без границ"
19. [http://stars.chromeexperiments.com/](https://www.google.com/url?q=http://stars.chromeexperiments.com/&sa=D&ust=1536839237299000) – виртуальная экскурсия по Вселенной
20. [https://www.nasa.gov/](https://www.google.com/url?q=https://www.nasa.gov/&sa=D&ust=1536839237300000) – официальный сайт Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства
21. Библиотека электронных наглядных пособий "Астрономия 9–10", ООО "Физикон", 2003
22. Stellarium 0.17.0 – электронный планетарий ([http://stellarium.org/ru/](https://www.google.com/url?q=http://stellarium.org/ru/&sa=D&ust=1536839237300000))