

ПРИНЯТА

Педагогическим советом ОАНО «Школа ЦПМ»  
(протокол от 29 августа 2025 г. №123)

УТВЕРЖДЕНА

приказом директора ОАНО «Школа ЦПМ»  
от 29 августа 2025 г. №207/8-ОД25

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
**Курса внеурочной деятельности «Астрономия»**  
для обучающихся 10–11 классов

Андросов Александр Александрович  
sn=Андросов Александр  
Александрович, o=ОАНО Школа  
ЦПМ, ou=Директор,  
email=a.androsov@school-cpm.ru,  
c=RU  
2025.08.29 09:41:13 +03'00'

## Пояснительная записка

Курс внеурочной деятельности «Астрономия» направлен на формирование у обучающихся комплексного представления об основных аспектах существования космического пространства, теоретических подходах к изучению Вселенной и ключевых физических составляющих космической организации.

### Планируемые результаты освоения курса

**Личностными результатами** освоения курса астрономии являются:

- формирование умения управлять своей познавательной деятельностью, ответственное отношение к учению, готовность и способность к саморазвитию и самообразованию, а также осознанному построению индивидуальной образовательной деятельности на основе устойчивых познавательных интересов;
- формирование познавательной и информационной культуры, в том числе навыков самостоятельной работы с книгами и техническими средствами информационных технологий;
- формирование убежденности в возможности познания законов природы и их использования на благо развития человеческой цивилизации;
- формирование умения находить адекватные способы поведения, взаимодействия и сотрудничества в процессе учебной и внеучебной деятельности, проявлять уважительное отношение к мнению оппонента в ходе обсуждения спорных проблем науки.

**Метапредметные результаты** освоения программы предполагают, что учащиеся научатся:

- находить проблему исследования, ставить вопросы, выдвигать гипотезу, предлагать альтернативные способы решения проблемы и выбирать из них наиболее эффективный, классифицировать объекты исследования, структурировать изучаемый материал, аргументировать свою позицию, формулировать выводы и заключения;
- анализировать наблюдаемые явления и объяснять причины их возникновения;
- на практике пользоваться основными логическими приемами, методами наблюдения, моделирования, мысленного эксперимента, прогнозирования;
- выполнять познавательные и практические задания, в том числе проектные;
- извлекать информацию из различных источников (включая средства массовой информации и интернет-ресурсы) и критически ее оценивать;
- готовить сообщения и презентации с использованием материалов, полученных из Интернета и других источников.

**Предметные результаты** изучения астрономии представлены в содержании курса по темам, в том числе:

- воспроизводить сведения по истории развития астрономии, ее связях с физикой и математикой;
- использовать полученные ранее знания для объяснения устройства и принципа работы телескопа;
- применять методы астрономических исследований;
- 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;

- 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;
- объяснять причины возникновения приливов на Земле и возмущений в движении 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-карлики, кометы, метеориты, метеоры, болиды, метеориты);
- перечислять существенные различия природы двух групп планет и объяснять причины их возникновения;
- объяснять механизм парникового эффекта и его значение для формирования и сохранения уникальной природы Земли;
- объяснять сущность астероидно-кометной опасности, возможности и способы ее предотвращения.
- определять и различать понятия (звезда, модель звезды, светимость, парсек, световой год);
- характеризовать физическое состояние вещества Солнца и звезд и источники их энергии;
- объяснять механизм возникновения на Солнце грануляции и пятен;
- вычислять расстояние до звезд по годичному параллаксу;
- называть основные отличительные особенности звезд различных последовательностей на диаграмме «спектр-светимость»;
- объяснять причины изменения светимости переменных звезд;
- описывать механизм вспышек Новых и Сверхновых;
- оценивать время существования звезд в зависимости от их массы;
- объяснять смысл понятий (космология, Вселенная, модель Вселенной, Большой взрыв, реликтовое излучение);
- определять расстояние до звездных скоплений и галактик по цефеидам на основе зависимости «период-светимость»;
- распознавать типы галактик (спиральные, эллиптические, неправильные);
- 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;

- обосновывать свою точку зрения о возможности существования внеземных цивилизаций и их контактов с нами. Выпускник на профильном уровне получит возможность научиться:

- отличать исследования в гуманитарных областях от исследований в естественных науках;

- углубить и развить представления о истории науки;

- познакомиться с новейшими разработками в области науки и технологий;

- решать задачи, находящиеся на стыке нескольких учебных дисциплин (межпредметные задачи);

- использовать основной алгоритм исследования при решении своих учебно-познавательных задач;

- применять звездную карту для поиска на небе определенных созвездий и звезд;

- 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;

- характеризовать особенности движения и маневров космических аппаратов для исследования тел Солнечной системы;

- описывать природу Луны и объяснять причины ее отличия от Земли;

- проводить сравнение Меркурия, Венеры и Марса с Землей по рельефу поверхности и составу атмосфер, указывать следы эволюционных изменений природы этих планет;

- 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;

- описывать внутреннее строение Солнца и способы передачи энергии из центра к поверхности;

- описывать наблюдаемые проявления солнечной активности и их влияние на Землю;

- сравнивать модели различных типов звезд с моделью Солнца;

- описывать этапы формирования и эволюции звезды;

- характеризовать физические особенности объектов, возникающих на конечной стадии эволюции звезд: белых карликов, нейтронных звезд и черных дыр;

- характеризовать основные параметры Галактики (размеры, состав, структура и кинематика);

- 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;

- систематизировать знания о методах исследования и современном состоянии проблемы существования жизни во Вселенной.

## Содержание курса

### Раздел 1. Повторение.

#### Тема 1.1. Системы небесных координат.

Градусная и часовая мера угла. Широта и долгота на поверхности Земли. Полюса, экватор, параллели и меридианы. Понятие небесной сферы. Зенит, надир, полюсы мира. Стороны горизонта, небесный меридиан. Изменение вида звездного неба в течение суток и в течение года. Суточное движение небесных светил, восход, заход, кульминация. Высота и астрономический азимут светила. Полюс мира, его высота над горизонтом. Истинный и математический горизонт. Представление об атмосферной рефракции, её величина у горизонта. Склонение и часовой угол. Высоты светил в верхней и нижней кульминации для любой точки Земли, незаходящие и невосходящие светила. Угол между линиями небесного экватора и горизонтом в точке их пересечения в зависимости от широты места.

#### Тема 1.2. Видимое движение Солнца, Луны и планет.

Эклиптика, ее положение в экваториальной системе координат. Полюса эклиптики, их положение на небе. Гелиоцентрическая система координат в Солнечной системе. Тропики и полярные круги на Земле. Изменение склонения Солнца в течение года, полярный день, полярная ночь. Климатические и астрономические пояса Земли. Гелиоцентрическая система координат в Солнечной системе. Синодический и сидерический период планеты. Внутренние и внешние планеты. Конфигурации и условия видимости планет. Синодический и сидерический периоды Луны, их связь. Солнечные и лунные затмения. Величина фазы, продолжительность, стадии затмения. Характерные расстояния и периоды обращения спутников планет. Определение скорости света на основе анализа движения спутников планет.

#### Тема 1.3. Основы летоисчисления и измерения времени.

Прямое восхождение светила и звездное время. Соотношение звездных и солнечных суток. Местное солнечное время. Всемирное время. Часовые пояса и зоны, гражданское (административное) время, линия перемены дат. Календарные год, месяц и сутки, их соотношение с тропическим годом, синодическим месяцем и солнечными сутками. Системы различных календарей. Високосный год, юлианский и григорианский календарь. Солнечные часы.

#### Тема 1.4. Основы небесной механики.

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

### Раздел 2. Звездная астрономия. Тема

#### 2.1. Энергия излучения.

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

### **Тема 2.2. Шкала звездных величин.**

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

### **Тема 2.3. Зависимость звездной величины от расстояния.**

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

### **Тема 2.4. Электромагнитные волны.**

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

### **Тема 2.5. Излучение абсолютно черного тела.**

Закон Стефана – Больцмана. Эффективная температура и радиус звезды. Светимость звезды и освещенность от нее, связь с абсолютной и видимой звездной величиной.

### **Тема 2.6. Солнце.**

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

### **Тема 2.7. Движение звезд.**

Эффект Доплера. Лучевая и трансверсальная скорость звезды. Собственное движение и параллакс звезды.

### **Тема 2.8. Двойные и затменные переменные звезды.**

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

### **Тема 2.9. Планеты и экзопланеты.**

Сферическое и геометрическое альbedo. Зона обитаемости. Качественное понятие о парниковом эффекте. Движение экзопланет вокруг звезд для случая круговых орбит. Транзиты экзопланет, их временные и фотометрические свойства, условия наблюдения.

### **Тема 2.10. Звездные скопления.**

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

### **Тема 2.11. Основы галактической астрономии.**

Представление о строении нашей Галактики. Движение Солнца в Галактике.

## **Раздел 3. Астрономическая оптика.**

### **Тема 3.1. Схемы и принципы работы телескопов.**

Линзы и зеркала, простейшие оптические схемы телескопов. Построение изображений, фокусное расстояние. Угловое увеличение, масштаб изображения. Выходной зрачок, равнозрачковое увеличение. Представление об ограничении разрешающей способности телескопа (качественно), атмосферное ограничение. Вид различных небесных объектов в телескоп. Представление о приемниках излучения. Монтировки.

### **Тема 3.2. Разрешающая и проникающая способность.**

Относительное отверстие телескопа, его проникающая способность. Видимый блеск точечных и протяженных источников при наблюдении в телескоп. Представление об ограничениях на проникающую способность телескопа (фон ночного неба).

### **Тема 3.3. Основные приемники излучения.**

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

## **Раздел 4. Небесная механика.**

### **Тема 4.1. Законы Кеплера, движение по эллипсу.**

Эллипс, его характеристики – большая и малая оси, эксцентриситет. Три закона Кеплера для случая большой центральной массы. Потенциальная энергия взаимодействия точечных масс. Импульс и момент импульса. Перицентр и апоцентр, скорость движения в этих точках. Параболическая (вторая космическая) скорость. Эксцентриситет и скорости в периферии параболы и гиперболы.

### **Тема 4.2. Небесная механика в Солнечной системе.**

Характеристики орбит планет, карликовых планет и астероидов. Кометы, их движение в Солнечной системе. Геоцентрическая и гелиоцентрическая скорость. Метеорные потоки, радианты. Межпланетные перелеты по траектории Цандера – Гомана. Великие противостояния Марса. Фаза произвольного освещенного шара, равенство линейной и площадной фазы. Изменение видимой яркости планет и комет по ходу их движения для случая

эллиптических орбит с учетом фазы. Движение спутников планет. Третья космическая скорость, гравитационная связанность системы.

#### **Тема 4.3. Система Солнце – Земля – Луна.**

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

#### **Тема 4.4. Задача двух тел и звездная динамика.**

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

### **Раздел 5. Небесная сфера.**

#### **Тема 5.1. Аберрация света и поправки к координатам светил.**

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

#### **Тема 5.2. Прецессия оси вращения Земли.**

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

### **Раздел 6. Астрофизика.**

#### **Тема 6.1. Квантовая природа света.**

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

#### **Тема 6.2. Основы спектрального анализа.**

Спектр излучения. Понятие спектральной линии излучения и поглощения, линейчатый и непрерывный спектр. Спектр атома водорода и водородоподобных ионов. Виды задания спектра.

#### **Тема 6.3. Спектр излучения звезд.**

Характерный вид спектра излучения абсолютно черного тела. Закон смещения Вина. Фотометрические системы UBVR<sub>I</sub>, показатели цвета. Цветовая температура. Боллометрическая звездная величина, боллометрическая поправка. Потемнение дисков звезд к краю.

#### **Тема 6.4. Классификация звезд.**

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

#### **Тема 6.5. Механизмы энерговыделения звезд.**

Динамическая, тепловая и ядерная шкалы, их характерные времена. Связь массы и энергии покоя. Дефект массы, энергия связи и зависимость удельной энергии связи от числа нуклонов. Синтез и распад, выделение энергии (качественно). Законы сохранения заряда и энергии в ядерных реакциях.

#### **Тема 6.6. Эволюция нормальных звезд.**

Звездообразование, его области в Галактике. Масса Джинса. Типы звездного населения в галактиках. Стадия главной последовательности. Стадия красного гиганта, синтез тяжелых элементов в ядре. Равновесие и перенос энергии в звездах. Эволюционные треки маломассивных и массивных звезд на диаграмме Герцшпрунга – Рассела, вид этой диаграммы для звездных скоплений, определение их возраста по положению «точки поворота». Звездные ассоциации.

#### **Тема 6.7. Пульсирующие переменные звезды.**

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

#### **Тема 6.8. Поздние стадии эволюции звезд.**

Белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры. Пределы Чандрасекара, Оппенгеймера – Волкова. Гравитационный радиус. Новые звезды. Сверхновые звезды, их классификация и основные свойства. Планетарные туманности и остатки вспышек сверхновых. Пульсары.

#### **Тема 6.9. Межзвездная среда.**

Плотность, температура и химический состав межзвездной среды. Пылевые облака. Области Н I и Н II. Молекулярные облака. Линия 21 см. Газовые и диффузные туманности.

#### **Тема 6.10. Галактики и основы космологии.**

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

## **Раздел 7. Небесная сфера (часть 2).**

### **Тема 7.1. Суточные пути светил (общий случай).**

Основы сферической тригонометрии. Параллактический треугольник. Преобразования горизонтальных, экваториальных и эклиптических координат. Вычисление углового расстояния между точками небесной сферы для произвольного случая. Азимуты и часовые углы восхода и захода светил для произвольного склонения и широты.

### **Тема 7.2. Галактическая система координат.**

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

## **Раздел 8. Небесная механика (часть 2).**

### **Тема 8.1. Движение в поле тяжести двух и более тел.**

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

### **Тема 8.2. Движение систем с переменной массой.**

Уравнения Циолковского и Мещерского. Теорема о вириале для гравитационносвязанных систем. Движение спутников в атмосферах планет, движение тел около звезд с сильным звездным ветром. Эволюция тесных двойных систем. Понятие о гравитационных волнах.

## **Раздел 9. Астрофизика (часть 2).**

### **Тема 9.1. Формула Планка.**

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

### **Тема 9.2. Гидростатическое равновесие звезд.**

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

### **Тема 9.3. Основы спектроскопии.**

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

#### **Тема 9.4. Физика атмосфер планет.**

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

#### **Тема 9.5. Основы теории относительности.**

Принцип относительности, принцип инвариантности скорости света. Преобразования Лоренца, релятивистское сложение скоростей. Сокращение длины и замедление времени. Эффект «светового эхо». Релятивистский эффект Доплера.

### **Тематическое планирование**

<b>Раздел / тема</b>	<b>Количество ак. ч.</b>
<b>10 класс</b>	
<b>Раздел 1. Повторение</b>	<b>28</b>
Тема 1.1. Системы небесных координат	6
Тема 1.2. Видимое движение Солнца, Луны и планет	6
Тема 1.3. Основы летоисчисления и измерения времени	6
Тема 1.4. Основы небесной механики	10
<b>Раздел 2. Звездная астрономия</b>	<b>64</b>
Тема 2.1. Энергия излучения	6
Тема 2.2. Шкала звездных величин	6
Тема 2.3. Зависимость звездной величины от расстояния	6
Тема 2.4. Электромагнитные волны	6
Тема 2.5. Излучение абсолютно чёрного тела	6
Тема 2.6. Солнце	4
Тема 2.7. Движение звезд	6
Тема 2.8. Двойные и затменные переменные звезды	6
Тема 2.9. Планеты и экзопланеты	6
Тема 2.10. Звездные скопления	6
Тема 2.11. Основы галактической астрономии	6
<b>Раздел 3. Астрономическая оптика</b>	<b>24</b>
Тема 3.1. Схемы и принципы работы телескопов	6
Тема 3.2. Разрешающая и проникающая способность	12
Тема 3.3. Основные приёмники излучения	6
<b>Раздел 4. Небесная механика</b>	<b>24</b>

Тема 4.1. Законы Кеплера, движение по эллипсу	6
Тема 4.2. Небесная механика в Солнечной системе	6
Тема 4.3. Система Солнце – Земля – Луна	6
Тема 4.4. Задача двух тел и звездная динамика	6
<b>Раздел 5. Небесная сфера</b>	<b>12</b>
Тема 5.1. Аберрация света и поправки к координатам светил	6
Тема 5.2. Прецессия оси вращения Земли	6
<b>Повторение и обобщение пройденного в 10 классе</b>	<b>52</b>
Звездная астрономия	16
Астрономическая оптика	12
Небесная механика	12
Небесная сфера	12
<b>ИТОГО в 10 классе</b>	<b>204</b>
<b>11 класс</b>	
<b>Раздел 6. Астрофизика</b>	<b>62</b>
Тема 6.1. Квантовая природа света	8
Тема 6.2. Основы спектрального анализа	6
Тема 6.3. Спектр излучения звезд	6
Тема 6.4. Классификация звезд	6
Тема 6.5. Механизмы энерговыделения звезд	6
Тема 6.6. Эволюция нормальных звезд	6
Тема 6.7. Пульсирующие переменные звезды	6
Тема 6.8. Поздние стадии эволюции звезд	6
Тема 6.9. Межзвездная среда	6
Тема 6.10. Галактики и основы космологии	6
<b>Раздел 7. Небесная сфера (часть 2)</b>	<b>24</b>
Тема 7.1. Суточные пути светил (общий случай)	18
Тема 7.2. Галактическая система координат	6
<b>Раздел 8. Небесная механика (часть 2)</b>	<b>24</b>
Тема 8.1. Движение в поле тяжести двух и более тел	12
Тема 8.2. Движение систем с переменной массой	12
<b>Раздел 9. Астрофизика (часть 2)</b>	<b>26</b>
Тема 9.1. Формула Планка	4
Тема 9.2. Гидростатическое равновесие звезд	4
Тема 9.3. Основы спектроскопии	6
Тема 9.4. Физика атмосфер планет	4
Тема 9.5. Основы теории относительности	8
<b>Повторение и обобщение пройденного в 10 – 11 классах</b>	<b>68</b>

Повторение пройденного в 10 классе («Звездная астрономия», «Астрономическая оптика», «Небесная механика», «Небесная сфера»)	18
Астрофизика	24
Небесная сфера (часть 2)	8
Небесная механика (часть 2)	6
Астрофизика (часть 2)	12
<b>ИТОГО в 11 классе</b>	<b>204</b>
<b>ИТОГО за два года обучения</b>	<b>408</b>