

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Артеменков Михаил Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 07.10.2026 12:25:58
Уникальный программный ключ:
a63b74166e8f4fc17bd1e0462725f79e393bdfd9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической деятельности
_____ Ю.А. Устименко
«25» декабря 2025 г.

Рабочая программа дисциплины Б1.О.06.10 Астрономия

Направление подготовки **44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль) **Математика, Физика и информатика**

Форма обучения: очная

Курс –5

Семестр –10

Всего зачетных единиц –2, часов–72

Форма отчетности: зачет –10 семестр

Программу разработал: ст. преподаватель И.М. Семенкович

Одобрена на заседании кафедры
«20» ноября 2025 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой _____ Дюндин А. В.

Смоленск
2025

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Б1.О.06.10 Астрономия» включена в обязательную часть основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы: «Математика, Физика и Информатика».

Изучение данной дисциплины формирует такие же компетенции студентов, как в изученных ими ранее дисциплинах «Общая и экспериментальная физика» (3-6 семестры) и «Основы теоретической физики» (7-10 семестры). Кроме того, дополняется компетенциями, приобретаемыми при изучении дисциплины «Теория и методика обучения физике» (5-8 семестры).

Учебный материал дисциплины подобран так, чтобы сформировать у студентов целостное представление об основных астрономических понятиях, явлениях и теориях, взаимосвязи астрономии с физикой и другими естественными науками. Он допускает возможность применения информационных средств. Таким образом, изучение дисциплины основано не только на традиционных методах обучения в вузах, но и учитывает современные методы, средства и технологии.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	Знать: объект, предмет, основные категории, принципы, закономерности, структуру педагогической науки; сущность, структуру, динамику целостного педагогического процесса; состояние и тенденции развития отечественных и международных педагогических и психологических исследований; методологию педагогического исследования; особенности, логику, закономерности, формы, методы и средства процесса обучения и воспитания; основы психологии личности, основные теоретические подходы к пониманию феномена личности; познавательные процессы, их свойства, закономерности и роль в интеллектуальной и творческой деятельности; общетеоретические основы методики преподавания предмета в объеме, необходимом для осуществления педагогической деятельности; строение и функции организма, основные закономерности развития человека; общие закономерности и возрастные особенности функционирования основных систем организма учащихся; гигиенические требования к организации образовательного процесса и гигиену учебного процесса; инструментальные средства информационных технологий. Уметь: применять теоретические знания в решении педагогических задач; планировать, проектировать и осуществлять педагогический процесс в различных типах образовательных учреждений; определять структуру и методологию проведения педагогического исследования; адекватно целям выстраивать учебный и воспитательный процесс, выбирая соответствующие формы, методы и средства его осуществления; использовать в педагогической деятельности и межличностном взаимодействии современные достижения психологической науки; учитывать возрастные физиологические особенности учащихся в педагогическом процессе; использовать информационные технологии для решения профессиональных задач. Владеть: категориальным аппаратом педагогической науки; навыками решения педагогических задач; способами планирования и осуществления образовательного процесса; способами проведения педагогического эксперимента; формами и методами осуществления

	учебной и воспитательной работы; приемами и методами психодиагностики личности, изучения особенностей профессиональной деятельности; навыками организации педагогической деятельности с позиций сохранения здоровья; методами профилактики нарушений физического развития и повышения адаптационных резервов организма; методами оказания первой доврачебной помощи; методами применения информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе.
ПК-7. Способен использовать научные знания в предметной области (физика) в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	Знать: современное состояние и перспективы развития физики как учебной дисциплины, направления развития школьного физического образования, теоретические основы обучения физике, принципы построения методической системы обучения физике, основные линии школьного курса физики, их структуру, содержание и роль, этапы формирования физических понятий, методические подходы к изучению основных тем школьного курса физики; Уметь: анализировать и интерпретировать содержание физических понятий, теорем, задач, разрабатывать фрагменты уроков, организовывать образовательный процесс обучения физике, конструировать методику введения понятий, изучения теорем, решения задач; Владеть: основными приемами организации деятельности школьников по изучению физики, навыками разработки методики изучения частных вопросов обучения физики, исследовательскими методами в профессиональной деятельности.

3. Содержание дисциплины

Дисциплина содержит 6 разделов:

- раздел, посвященный умению визуально ориентироваться в созвездиях, применять астрономические инструменты наблюдения, карты (в том числе компьютерные) и атласы; также в разделе рассматриваются наиболее существенные вопросы космонавтики;
- раздел астрометрии, в котором рассматриваются методы измерения расстояний до небесных объектов, их размеров, способы измерения времени, история календарей, формируется представление о небесной сфере и координатах объектов,
- раздел о строении Солнечной системы и видах движения входящих в неё тел, а также о физических характеристиках планеты, их естественных спутников и малых тела Солнечной системы;
- раздел об астрофизике, посвященный изучению физики звезд, включая Солнце, их строению и источникам энергии, типам звезд и звездных сообществ;
- раздел о галактике Млечный Путь (Галактическая астрономия), в котором изучается строение, состав и динамика нашей галактики, звездные сообщества, а также вопросы о межзвездной среде и экзопланетах;
- раздел о внегалактической астрономии, в котором рассматривается классификация и взаимодействие галактик, их сообщества, активность, а также космологические вопросы, строение Вселенной, её эволюция, включая теорию Большого Взрыва.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и Темы	Всего Часов	Формы занятий			
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1.	Астрономические наблюдения и инструменты Предмет	3	1	1	—	1

	астрономии					
2.	Астрономические инструменты и космонавтика	4	1	1	–	2
3	Астрометрия Небесные координаты	8	2	2	2	2
4	Измерение расстояний и времени	5	1	2	–	2
5	Солнечная система и небесная механика. Состав и строение Солнечной системы. Конфигурации и законы движения планет	7	1	2	2	2
6	Природа тел Солнечной системы	6	2	2	–	2
7	Астрофизика. Солнце и солнечная активность	8	2	2	2	2
8	Звезды и их типы	10	2	2	4	2
9	Галактическая астрономия. Млечный Путь. Звездные сообщества	6	2	2	–	2
10	Экзопланеты. Межзвездная среда	6	2	2	–	2
11	Внегалактическая астрономия. Галактики, их взаимодействие и сообщества.	5	2	1	–	2
12	Космология. Эволюция Вселенной	4	2	1	–	1
Итого		72	20	20	10	22

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

Лекция 1

Раздел 1. *Астрономические наблюдения и инструменты*

Тема 1.1. *Предмет астрономии*

- 1.1.1. Что изучает астрономия, её особенности и связь с другими науками
- 1.1.2. Созвездия северного и южного неба
- 1.1.3. Видимое движение небесных объектов и изменение вида звездного неба
- 1.1.4. Особенности визуального наблюдения небесных объектов
- 1.1.5. Карты и атласы звездного неба

Тема 1.2. *Астрономические инструменты и космонавтика*

- 1.2.1. Телескопы
- 1.2.2. Обсерватории
- 1.2.3. История искусственных спутников Земли (ИСЗ)

- 1.2.4. Первая, вторая и третья космические скорости
- 1.2.5. История пилотируемых космических аппаратов (КА)

Лекция 2

Раздел 2. Астрометрия

Тема 2.1. Небесные координаты

- 2.1.1. Основные точки и линии небесной сферы
- 2.1.2. Горизонтальная система координат
- 2.1.3. Первая и вторая экваториальные системы координат
- 2.1.4. Эклиптическая система координат
- 2.1.5. Галактическая система координат
- 2.1.6. Восход, заход и кульминация светил

Лекция 3

Тема 2.2. Измерение расстояний и времени

- 2.2.1. Форма и размеры Земли
- 2.2.2. Измерение расстояний до тел Солнечной системы, горизонтальный параллакс
- 2.2.3. Измерение размеров небесных тел
- 2.2.4. Измерение расстояний до звезд, годичный параллакс
- 2.2.5. Характерные времена и их измерение
- 2.2.6. Древние календари разных народов и реформа календаря

Раздел 3. Солнечная система и небесная механика

Тема 3.1. Состав и строение Солнечной системы. Конфигурации и законы движения планет

- 3.1.1. Гелиоцентрическая система мира, состав и строение Солнечной системы
- 3.1.2. Конфигурация и условия видимости планет
- 3.1.3. Синодический и сидерический периоды
- 3.1.4. Законы Кеплера, их обобщение и уточнение Ньютоном
- 3.1.5. Движение и фазы Луны
- 3.1.6. Затмения Солнца и Луны

Лекция 4

Тема 3.2. Природа тел Солнечной системы

- 3.2.1. Общие характеристики планет земной групп
- 3.2.2. Система Земля – Луна. Приливы
- 3.2.3. Общие характеристики планет-гигантов
- 3.2.4. Карликовые планеты (Плутон)
- 3.2.5. Астероиды. Пояс Копейра
- 3.2.6. Кометы
- 3.2.7. Метеоры, болиды, метеориты

Лекция 5

Раздел 4. Астрофизика

Тема 4.1. Солнце и солнечная активность

- 4.1.1. Состав и модель строения Солнца
- 4.1.2. Ядерные реакции, энергия и температура
- 4.1.3. Магнитное поле Солнца
- 4.1.4. Атмосфера Солнца
- 4.1.5. Солнечная активность

Лекция 6

Тема 4.2. Звезды и их типы

- 4.2.1. Физические характеристики звезд
- 4.2.2. Диаграмма Герцшпрунга - Рессела. Модели звезд Главной последовательности
- 4.2.3. Пульсирующие переменные и эруптивные звезды
- 4.2.4. Красные гиганты
- 4.2.5. Карлики и вспышки Новых
- 4.2.6. Вспышки Сверхновых и нейтронные звезды
- 4.2.7. Двойные и кратные звездные системы

Раздел 5. Галактическая астрономия
Тема 5.1. Млечный Путь. Звёздные сообщества

- 5.1.1. Строение Галактики
- 5.1.2. Собственные движения звезд галактического диска и гало
- 5.1.3. Корона Галактики
- 5.1.4. Динамика Галактики
- 5.1.5. Звездное население и его классификация
- 5.1.6. Звездные ассоциации
- 5.1.7. Звёздные скопления

Тема 5.2. Экзопланеты. Межзвездная среда

- 5.2.1. Экзопланеты и методы их обнаружения
- 5.2.2. Землеподобные экзопланеты
- 5.2.3. Обнаружение, формирование и классификация туманностей
- 5.2.4. Диффузные туманности (светлые, отражательные, тёмные)
- 5.2.5. Эмиссионные (газовые) туманности
- 5.2.6. Планетарные туманности

Раздел 6. Внегалактическая астрономия
Тема 6.1. Галактики, их взаимодействие и сообщества

- 6.1.1. Обнаружение галактик и их классификация
- 6.1.2. Физические свойства галактик
- 6.1.3. Движение галактик. Закон Хаббла
- 6.1.4. Взаимодействие галактик
- 6.1.5. Эволюция галактик. Звёздообразование
- 6.1.6. Сообщества галактик (Местная группа галактик, скопления и сверхскопления галактик)

Тема 6.2. Космология. Эволюция Вселенной

- 6.2.1. Модели Вселенной
- 6.2.2. Современная картина происхождения и эволюции Солнечной системы, звезд, Галактики, Вселенной.
- 6.2.3. Теория Большого Взрыва
- 6.2.4. Темное вещество (материя) и темная энергия
- 6.2.5. Черные дыры и методы их обнаружения
- 6.2.6. Падение объектов в черную дыру
- 6.2.7. Явления и парадоксы черных дыр

Занятия семинарского типа
Практические занятия

Практическое занятие 1

Раздел 1. Астрономические наблюдения и инструменты

Тема 1.1. Предмет астрономии

Вопросы

- 1. Чем астрономия отличается от других наук о природе?
- 2. Какие нужды человечества в древности вызвали появление астрономии?
- 3. Что составляет предмет изучения астрономии?
- 4. Перечислите созвездия летнего неба в северном полушарии и их наиболее яркие звезды.
- 5. Перечислите созвездия осеннего неба в северном полушарии и их наиболее яркие звезды.
- 6. Сколько созвездий? А) всего, б) в небе северного полушария?
- 7. Что лежит в основе названий созвездий, звезд и планет? Приведите примеры
- 8. Что называют астеризмами? Приведите примеры
- 9. Перечислите созвездия зимнего неба в северном полушарии и их наиболее яркие звезды.
- 10. Перечислите созвездия весеннего неба в северном полушарии и их наиболее яркие звезды.

Задачи

1. Определить, какие созвездия и астеризмы летнего неба видны на широте Смоленска с помощью программы «карты неба» сайта Astronet.
2. Определить, какие созвездия и астеризмы осеннего неба видны на широте Смоленска с помощью программы StarCalc.
3. Определить, какие созвездия и астеризмы зимнего неба видны на широте Смоленска с помощью программы Stellarium.
4. Определить, какие созвездия и астеризмы весеннего неба видны на широте Смоленска с помощью подвижной карты звездного неба.

Тема 1.2. *Астрономические инструменты и космонавтика*

Вопросы

1. Какие существуют характеристики оптического телескопа?
2. Что такое сферическая аберрация, кома, астигматизм?
3. Что такое космическая скорость: а) первая, б) вторая, в) третья?
4. Сформулировать законы Кеплера в применении к движению искусственных спутников Земли.
5. Где больше скорость ИСЗ – в апогее или перигее?
6. Перечислите наиболее важные научные результаты, полученные на российском большом азимутальном телескопе.
7. Назовите несколько крупных научных результатов, полученных орбитальным телескопом «Хаббл».
8. Каковы границы диапазона радиоволн, которые способны проходить через земную атмосферу. Чем обусловлены эти границы?
9. Приведите примеры крупнейших наземных телескопов в мире: а) оптических, б) радиотелескопов
10. Какие орбиты называют геостационарными?

Задачи

1. В Главной астрономической обсерватории РАН в г. Пулково работает единственный в России длиннофокусный (10,4 м) рефрактор с апертурой 26 дюймов. Высочайшая точность позиционных наблюдений гарантирована на десятки лет и сравнима с точностью наблюдений космических телескопов (срок жизни которых лишь 3-6 лет, а стоимость исследований в сотни раз выше). Найти разрешающую силу и проникающую силу пулковского телескопа.
2. Найти фокусное расстояние окуляра для телескопа с фокусным расстоянием объектива $F_{об} = 1,2$ м, чтобы с его помощью можно было наблюдать диск Юпитера так же, как невооруженным глазом – диск Луны. В каком масштабе будут отображаться детали диска планеты на фотоснимке? Принять для расчетов угловой диаметр Юпитера $54''$. Диаметр Юпитера около 143 тыс. км.
3. Определите светосилу, разрешение, проникающую способность двух школьных телескопов:
 - 1) менисковый телескоп Максудова. апертурой 70 мм и фокусным расстоянием 70,4 см;
 - 2) телескоп-рефрактор – диаметр объектива 80 мм, фокусное расстояние 80 см. Найдите также для этих приборов наибольшее, наименьшее и разрешающее увеличения.
4. Ускорение силы тяжести на Марсе составляет 3,7 м/с², на Юпитере — 25 м/с². Рассчитайте первую космическую скорость для этих планет.
5. Какую начальную круговую скорость нужно сообщить телу, поднятому на высоту 630 км, чтобы оно превратилось в искусственный спутник Земли?

Практическое занятие 2

Раздел 2. *Астрометрия*

Тема 2.1. *Небесные координаты*

Вопросы

1. Изобразите и назовите основные точки и линии небесной сферы
2. Каковы координаты горизонтальной системы?

- Каковы координаты экваториальной системы: а) первой, б) второй? В связи с чем появилась необходимость введения экваториальных координат светил?
- Что такое кульминация светила: а) верхняя, б) нижняя?
- Что такое восходящие и заходящие светила, незаходящие и невосходящие светила.
- Что называют эклиптической? Под каким углом плоскость экватора Земли наклонена к плоскости эклиптики?
- На сколько смещается Солнце по эклиптике за сутки?
- Что называют: а) полным солнечным затмением; б) частным солнечным затмением; в) полосой полного солнечного затмения?
- В чем заключается явление рефракции?
- Что такое транзит планеты?

Задачи

- На поляне растет дуб высотой $a = 30$ м. Максимальная тень от кроны дуба равна $b = 40$ м. Найти высоту Солнца h (в горизонтальной с.к.).
- Найдите минимальное и максимальное зенитные расстояния Солнца в полдень для Ростова на Дону ($\varphi = 47^\circ 14'$ с.ш., $\lambda = 39^\circ 43'$ в.д.)
- Экваториальные координаты звезды $\alpha = 1,5$ ч, $\delta_1 = +16,3^\circ$. Какая это звезда?
- В каких широтах возможно одновременное наблюдение Арктура (α Волопаса) и Хадара (β Центавра)? Координаты этих звезд считать равными $\alpha_1 = 14$ ч, $\delta_1 = +19^\circ$; $\alpha_2 = 14$ ч, $\delta_2 = -60^\circ$ соответственно. Атмосферной рефракцией и поглощением света пренебречь.
- Определите положение звезды в день весеннего равноденствия (21 марта) через час после захода Солнца в горизонтальной системе координат, экваториальные координаты которой $\alpha = 7$ ч, $\delta = 40^\circ$.
- Определить с помощью ПКЗН количество дней пребывания Солнца в каждом из 13 зодиакальных созвездий. Результаты записать в таблицу.

Название зодиакального созвездия	Солнце в зодиакальном созвездии	
	Даты (от – до)	кол-во дней

Практическое занятие 3

Тема 2.2. Измерение расстояний и времени

Вопросы

- Что называют параллаксом?
- В чем состоит метод горизонтального экваториального параллакса?
- Что нужно знать для вычисления:
 - расстояния до какого-либо тела Солнечной системы,
 - размера какого-либо тела Солнечной системы?
- Что такое: а) звездное время; б) звездные сутки; в) истинные солнечные сутки, г) Всемирное время, д) гражданское время?
- Чему равен тропический год? В основу какого календаря положен тропический год?
- Насколько отличается солнечный час от звездного?
- Когда произошла реформа календаря с переходом от юлианского к григорианскому? Когда в России был введен новый стиль?
- В чем проблема старого стиля и какова погрешность нового стиля?
- Как проходит линия перемены даты?
- Чем объясняется введение поясной системы счета времени и как вычислить поясное время?

Задачи

- Зная горизонтальный параллакс Луны ($p = 57^\circ 02'$) и экваториальный радиус Земли ($R = 6378$ км), найдите расстояние от Земли до Луны.
- На каком расстоянии от Земли находится Сатурн, когда его горизонтальный параллакс равен $0,9''$?
- Чему равен линейный диаметр Луны, если она видна с расстояния 400 000 км под углом примерно $30''$?

- Определить звездное время S прохождений Фомальгаута (α Южной Рыбы) через небесный меридиан. Экваториальные координаты звезды: прямое восхождение $\alpha = 22^{\text{ч}}57^{\text{м}}39^{\text{с}}$; склонение $\delta = -27^{\circ}37'20''$.
- Найти часовые углы звезд Кастора (α Близнецов) и Шеата (β Пегаса) в момент, когда часовой угол звезды Веги (α Лиры) равен $4^{\text{ч}}15^{\text{м}}10^{\text{с}}$. Прямое восхождение Кастора $7^{\text{ч}}31^{\text{м}}25^{\text{с}}$, Веги $18^{\text{ч}}35^{\text{м}}15^{\text{с}}$ и Шеата – $23^{\text{ч}}01^{\text{м}}21^{\text{с}}$.
- В момент верхней кульминации звезды Белатрикс ($\alpha = 5^{\text{ч}}25^{\text{м}}$) в одном крупном южном российском городе часы, идущие точно по звездному гринвичскому времени, показывают $2^{\text{ч}}13^{\text{м}}$. Определить долготу данного пункта. Назовите этот город.
- В Москве ($n_1 = 2$) 25 мая часы показывают $10^{\text{ч}}45^{\text{мин}}$. Какое среднее, поясное и летнее время в этот момент в Новосибирске ($n_2 = 6$, $\lambda = 5^{\text{ч}}31^{\text{мин}}$)?

Практическое занятие 4

Раздел 3. Солнечная система и небесная механика

Тема 3.1. Состав и строение Солнечной системы.

Конфигурации и законы движения планет

Вопросы

- Что понимают под соединением и противостоянием планеты? Какие типы соединений бывают?
- Что называют конфигурацией планет? Какие существуют конфигурации: а) внутренних планет, б) внешних планет? (назвать и сделать рисунок)
- Нарисуйте, как будут располагаться на своих орбитах Земля и планета: а) Меркурий — в нижнем соединении; б) Венера — в верхнем соединении; в) Юпитер — в противостоянии; г) Сатурн — в верхнем соединении.
- Сформулируйте законы Кеплера в первоначальном виде.
- Почему движение планет происходит не в точности по законам Кеплера? Дайте обобщенную формулировку первого закона Кеплера.
- Перечислите элементы эллиптической орбиты.
- Что такое: а) эксцентриситет эллипса, б) перигелий, в) афелий?
- Как найти массу астероида, зная большую полуось его орбиты и период его обращения вокруг Солнца?
- Что называют периодом обращения: а) синодическим, б) сидерическим?
- Что называют: а) полным солнечным затмением; б) частным солнечным затмением; в) полосой полного солнечного затмения?

Задачи

- Определить гелиоцентрическую долготу Земли и планет 21 марта, если в этот день Меркурий находился в верхнем соединении с Солнцем, Венера – в наибольшей западной элонгации ($\Delta\lambda = 47^{\circ}$), Марс – в противостоянии.
- Через сколько дней после наибольшей западной элонгации Меркурия наступает его наибольшая восточная элонгация, если значения элонгаций близки к 28° ? Сидерический период Меркурия $T_M = 88$ сут.
- Чему равен период максимального удаления Сатурна от Земли (в земных сутках), если его звездный период равен $29,46$ лет?
- Период обращения карликовой планеты Цереры вокруг Солнца составляет 1680 суток, или $4,6$ земных года. Считая ее орбиту круговой, найти ее радиус.
- Найти перигелийное и афелийное расстояния, сидерический и синодический периоды обращения, а также круговую скорость малой планеты Поэзия, если большая полуось и эксцентриситет её орбиты равны соответственно $3,12$ а.е. и $0,144$.
- Найти массу Земли по характеристикам орбитального движения Луны вокруг нее: угловая скорость Луны $13,2$ град./сутки, средний радиус орбиты $r = 3,8 \cdot 10^8$ м.
- Определите максимальную фазу солнечного затмения и её продолжительность, если прицельное расстояние $\tau = 0$, видимые угловые диаметры Солнца и Луны $32'20''$ и $29'50''$ соответственно. Считайте, что средняя угловая скорость Луны $0,53$ град/ч, а Солнца – $2,463$ угл. мин/ч.

Тема 3.2. Природа тел Солнечной системы

Вопросы

1. Чем отличаются планеты от звёзд?
2. Почему максимальная высота гор на *Марсе* больше, чем на *Земле*?
3. На каких планетах есть смена сезонов?
4. Почему средняя температура поверхности *Венеры* выше, чем у *Меркурия*, хотя она находится дальше от *Солнца*?
5. Перечислите общие свойства планет-гигантов, отличающие их от планет земной группы
6. У всех ли планет-гигантов есть кольца? Что из себя представляют кольца?
7. Сколько спутников у каждой из планет-гигантов? Назовите крупнейшие их спутники.
8. Где расположены объекты пояса Койпера?
9. Что такое: комета, метеороид, метеор и метеорит?
10. На какие типы делят метеориты?

Задачи

1. Чему равна «солнечная постоянная» на планете *Марс*? Среднее расстояние от *Марса* до *Солнца* равно $1,52 \text{ а.е.}$
2. Вычислить, на каком расстоянии от *Земли* находится точка, в которой притяжения *Земли* и *Луны* одинаковые. Расстояние между *Землёй* и *Луной* в 60 раз больше радиуса *Земли*, а их массы относятся как $81:1$.
3. Определите массу *Урана* в единицах массы *Земли*, сравнивая движение *Луны* вокруг *Земли* с движением *Титанией* (спутника *Урана*), обращающегося вокруг *Урана* с периодом $8,7 \text{ сут.}$ на расстоянии $438\,000 \text{ км.}$ (Период обращения *Луны* вокруг *Земли* равен $27,32 \text{ сут.}$, среднее расстояние между ними составляет $384\,000 \text{ км.}$)
4. Синодический период обращения одного из астероидов составляет 3 года. Каков звездный период его обращения около *Солнца*?
5. Зная, что период обращения потока *Леонид* равен $33,24 \text{ лет,}$ определить большую полуось их орбиты.
6. Молекулы циана (CN) выделяются с поверхности кометного ядра при температуре 200° С под действием солнечных лучей. Покинут ли они ядро кометы, если оно представляет собой глыбу диаметром 100 м, имеющую плотность $2,7 \text{ г/см}^3$?

Раздел 4. Астрофизика

Тема 4.1. Солнце и солнечная активность

Вопросы

1. Модель строения Солнца
2. Какие реакции происходят в ядре Солнца?
3. Какова температура в ядре и на поверхности Солнца?
4. Что такое солнечная постоянная и чему равна?
5. Сколько массы теряет Солнце за 1 секунду?
6. Что представляют собой солнечные пятна и какова их температура?
7. Каково строение атмосферы Солнца?
8. Сравните среднюю плотность Солнца с плотностью воды при нормальных условиях.
9. Каким образом излучение, генерируемое в центральных областях Солнца, достигает его поверхности? Сколько времени занимает этот процесс?
10. Каковы особенности вращения Солнца вокруг своей оси?

Задачи

1. По известному горизонтальному параллаксу Солнца ($8'',794$) и его угловому диаметру ($32'$) определить линейный диаметр светила по сравнению с диаметром *Земли*, а также диаметр солнечного пятна, видимого с *Земли* под углом $24''$.
2. Чему равна работа сил тяготения, необходимая для сжатия Солнца от протозвезды «бесконечно» больших размеров до современного значения его радиуса $6,9 \cdot 10^5 \text{ км?}$

3. Определите интервал температур $[T_1, T_2]$, соответствующий колебаниям солнечной постоянной от $K_1 = 1347 \text{ Вт/м}^2$ до $K_2 = 1397 \text{ Вт/м}^2$. Видимый диаметр Солнца $32'$. Постоянная Стефана – Больцмана $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$.
4. По промежутку времени между снимками солнечных пятен $2,0$ суток и углу поворота их относительно центрального меридиана 24° определите звёздный и синодический периоды вращения Солнца вокруг своей оси.

Практическое занятие 7

Тема 4.2. Звезды и их типы

Вопросы

1. Что является источником энергии звёзд?
2. Приведите характерные особенности разных моделей звезд.
3. Как определяются расстояния: а) до звезд, находящихся в окрестностях Солнца в сфере радиусом до 100 световых лет, б) до более далеких звезд?
4. Что такое: а) блеск звезды, б) абсолютная звёздная величина?
5. Как определяется разность в блеске двух звезд?
6. Какой физический параметр положен в основу принятой последовательности спектральных классов звёзд?
7. Какая зависимость отображена на ГР-диаграмме? Охарактеризуйте спектральные классы.
8. Охарактеризуйте красных гигантов.
9. Какова эволюция звезд?
10. Чем оптические двойные звезды отличаются от физических двойных?

Задачи

1. Звезда Альтаир (α Орла) имеет годичный параллакс $0,194''$. Собственное движение звезды составляет $0,658''$. По данным спектроскопических измерений, лучевая скорость Альтаира – $26,3 \text{ км/с}$. Найти тангенциальную и пространственную скорости звезды.
2. Видимая звездная величина Веги (α Лиры) составляет $0,14m$, а ее годичный параллакс – $0,129''$. Для звезды Сададьсууд (β , ярчайшая звезда Водолея) эти цифры – $2,91m$ и $0,005''$ соответственно. Найти отношение блесков и светимостей этих звезд.
3. Звезда имела в зените видимый блеск $0m$, а на высоте 30° стала светить вдвое слабее. Какую звездную величину она будет иметь на высоте 20° над горизонтом? Атмосферные условия считать постоянными и однородными.
4. Звезда А вдвое горячее, вдвое дальше и выглядит на $2m$ ярче, чем звезда В. Найдите соотношение размеров звезд. Межзвездное поглощение не учитывать.
5. Во сколько раз изменится радиус цефеиды, если амплитуда изменения её блеска равна $1,5$ зв. величины, а яркость единицы поверхности по предположению останется постоянной?

Практическое занятие 8

Раздел 5. Галактическая астрономия

Тема 5.1. Млечный Путь. Звёздные сообщества

Вопросы

1. Каковы строение и размеры Галактики?
2. Что такое балдж, ядро, ядрышко Млечного Пути?
3. Что такое галактический год и чему он равен?
4. Какое место в структуре Галактики занимает Солнце? Каково расстояние от Солнца до центра Галактики?
5. Как оценить скорость звёзд гало? Каковы они по порядку величины?
6. Сколько звёзд в Галактике, каких типов?
7. Что понимают под звездным населением? Каковы его типы?
8. Что такое скопление звезд?
9. Чем рассеянные звездные скопления отличаются от шаровых?
10. Что такое звездные ассоциации?

Задачи

1. Координаты северного полюса средней линии Млечного Пути, рассматриваемой как большой круг сферы, равны $\alpha = 12^h 40^m$, $\delta = +28^\circ$. Когда и в каком месте Солнце, при своём

годовом движении по эклиптике, пересекает Млечный путь?

2. Квазар 3C 273 (один из самых близких) имеет блеск $m = 12^m,88$. Красное смещение его линий излучения равно $z = 0,158$, а угловой диаметр оболочки $d = 1''$. Сравните размеры оболочки квазара с диском Галактики, а блеск – с блеском полной Луны, считая, что квазар расположен в ядре Галактики.
3. Влияние вращения звёзд около центра Галактики на их лучевые скорости выражается формулой $\Delta v_r = A \cdot r \sin(l - l_0)$, где l – галактическая долгота звезды, $l_0 = 325^\circ$ – галактическая долгота направления к центру Галактики, r – расстояние звезды в парсеках, $A = 0,020$ км/с на парсек. Для группы звёзд, находящихся на небольшом участке неба с галактической долготой $l = 345^\circ$, средняя лучевая скорость, исправленная за все известные эффекты, оказалась равной 30 км/с. Каково её расстояние от Солнца, эта скорость обусловлена галактическим вращением?

Практическое занятие 9

Тема 5.2. Экзопланеты. Межзвездная среда

Вопросы

1. Что называют экзопланетами?
2. Какое количество экзопланет, по оценкам астрономов, может быть в Млечном Пути и сколько из них – землеподобных?
3. Что означает выражение «жилая зона» экзопланеты?
4. Каково соотношение межзвездного газа и пыли?
5. Что из себя представляют темные туманности?
6. Чем отражательные туманности отличаются от эмиссионных?
7. Какие спектральные линии самые яркие в диффузных туманностях?
8. Перечислите, какие физические процессы обеспечивают собственное свечение газовой компоненты туманности?
9. Какие детали галактик, не существующих в действительности, могут появиться на фотографиях из-за отражательных туманностей?
10. Что такое планетарные туманности?

Задачи

1. Оцените минимальный период суточного вращения планеты земного типа, на которой возможно возникновение и эволюция жизни. (Указание. Условием поддержания постоянства температуры в небольшом диапазоне следует считать динамическую устойчивость атмосферы, на молекулы которой действуют центробежные силы. Очевидно, эти силы должны быть малы.)
2. В статье 1974 г. советского радиоастронома Николая Кардашёва «Передача информации внеземным цивилизациям» был предложен метод измерения технологического развития цивилизации по уровню сознательно используемой энергии. По шкале Кардашёва возможны цивилизации трёх типов: I тип – использование всех доступных ресурсов своей планеты, II тип – использование энергетического потенциала своей звезды, III – использование энергетического потенциала своей галактики. В дополнение американский астроном Карл Саган ввел промежуточные индексы по формуле



(W – энергопотребление в ваттах). Для землян в 1900 г. оказалось $K = 0,58$, в 1970 г. 0,67, в 1985 г. 0,69, в 2010 г. 0,72. Постройте по этим точкам график зависимости K от времени (года) и определите с точностью ± 20 лет, в каком году значение K достигнет 1.

3. Как далеко от Солнца находится шаровое скопление, если в нем зарегистрировано несколько цефеид с видимым блеском $+14^m,2$? Абсолютная звездная величина объектов, определенная по периоду пульсации их блеска, равна $+0^m,7$.
4. Планетарная туманность в созвездии Лиры имеет угловой диаметр $83''$ и находится от нас на расстоянии в 660 парсеков. Каковы её линейные размеры в астрономических единицах?
5. В газовом облаке, которое окружает горячую звезду, наблюдаются мощные потоки атомарного водорода. Одна из спектральных линий атомарного водорода имеет длину волны $\lambda_0 = 656,3$ нм. Определите доплеровское смещение $\Delta\lambda$ этой линии, если наблюдать её под прямым углом к направлению потока атомов водорода с кинетической энергией $W_k = 1,0$ МэВ.

Раздел 6. *Внегалактическая астрономия*
Тема 6.1. *Галактики, их взаимодействие и сообщества*

Вопросы

1. Охарактеризуйте основные типы галактик по классификации Хаббла
2. Какие три галактики, кроме Млечного Пути и галактики Андромеды, можно увидеть невооруженным глазом?
3. Каковы размеры галактики Андромеды?
4. Перечислите пять способов определения расстояний до объектов, находящихся за пределами Млечного Пути.
5. Каковы современные представления об эволюции галактик?
6. Как происходит взаимодействие галактик? Приведите те примеры.
7. Что называют активными галактическими ядрами (АГЯ)?
8. Какие галактики образуют Местную группу галактик?
9. Что такое радиогалактика? Приведите примеры.
10. Какие галактики являются спутниками Млечного Пути и каково их взаимодействие?

Задачи

1. Оцените угловые размеры Туманности Андромеды, если ее линейные размеры составляют $D \approx 67$ кпк. Расстояние до галактики равно около 770 кпк.
2. Для далекой спиральной галактики того же типа, что и наша Галактика Млечный Путь зарегистрировано красное смещение 0,01. На угловом расстоянии $5'$ от нее замечен ее спутник – карликовая галактика. Оцените период ее обращения вокруг большой галактики.
3. В созвездии Треугольника расположена галактика М33 – самый дальний от Земли объект (расстояние до нее 0,95 Мпк), который можно увидеть невооруженным глазом (видимая звездная величина $+5,7m$). Оцените видимую звездную величину Млечного Пути при наблюдении его из М33, считая его системой из 200 млрд звезд с солнечной светимостью. (Абсолютную звездную величину Солнца принять приближенно равной $M = 5m$.)
4. Найдите лучевую скорость галактики, имеющей видимую звездную величину $+14m,7$ и расстояние до нее, если линия водорода ($\lambda_0 = 434$ нм) смещена к красному краю на $\Delta\lambda = 16,5$ нм. Определите также абсолютную звездную величину и светимость галактики. Постоянную Хаббла принять равной 67 (км/с)/Мпк.

Тема 6.2. *Космология. Эволюция Вселенной*

Вопросы

1. Что называют космологией и какие у неё задачи на данном этапе развития?
2. Как получают экспериментальные факты в космологических исследованиях? Какое открытие полностью опровергло гипотезу о стационарности Вселенной?
3. Что понимают под красным смещением?
4. Что такое фоновое космическое излучение? Свидетельством каких процессов является реликтовое излучение? Почему?
5. Что такое Вселенная, Метагалактика и в чём различие этих понятий?
6. В чем состоит модель «горячей» Вселенной?
7. Как оценить и для чего необходимо знать критическую плотность Вселенной?
8. Что такое: а) темная материя, б) темная энергия и чем отличается от понятия темной материи?
9. Что понимают под черной дырой? Назовите четыре сценария образования черных дыр
10. Перечислите явления в черных дырах: а) не квантовые, б) квантовые

Задачи

1. Вычислите возраст Вселенной, используя закон Хаббла.
2. Определите, каково расстояние до галактики, если в ней обнаружена новая звезда, видимая звездная величина которой $+18$, а абсолютная звездная величина равна -7 .
3. Механизм проявления «темной энергии» заключается в космическом разбегании барионного и темного вещества Вселенной вследствие «накопления» эффекта

отрицательного давления вакуума – в отличие от упомянутого вещества он, согласно модели Эйнштейна-Глинера, всюду во Вселенной имеет постоянную плотность. При достижении некоторого критического радиуса области ее поверхность становится «сферой нулевого ускорения». Сила отталкивания растет линейно с расстоянием:



Здесь ρ_v - плотность вакуума, m – масса тела; R - расстояние от центра взаимодействующего с телом объекта. Принимая массу материи, заключенной внутри «сферы нулевого ускорения», равной $M = 8 \cdot 10^{14} M_{\odot}$ (солнечных масс), а радиус сферы, согласно расчетам, $3 \cdot 10^{24}$ м, оцените плотность вакуума ρ_v .

Лабораторные работы

Лабораторная работа 1

Основные элементы небесной сферы. Экваториальная система координат

Цели работы:

1. Изучить основные элементы небесной сферы на её модели.
2. Познакомиться с горизонтальной и экваториальными системами координат.
3. Научиться определять экваториальные координаты объектов небесной сферы по атласу, а также находить объекты на небесной сфере по их экваториальным координатам.

Пособия и материалы: модель небесной сферы, атлас звёздного неба.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные элементы небесной сферы и укажите их на чертеже.
2. Как соотносятся основные элементы небесной сферы с основными точками и кругами на земной поверхности?
3. Расскажите о горизонтальной системе координат.
4. Почему горизонтальная система координат не используется для составления звездных карт и каталогов?
5. Расскажите об экваториальной системе координат. Для каких целей она используется в астрономии?
6. Какие координаты меняются в результате суточного вращения Земли, а какие - не меняются?
7. Сформулируйте и докажите теорему о высоте полюса мира над горизонтом.
8. Что называют созвездием? Приведите примеры созвездий.

Лабораторная работа 2

Вычисление положения Солнца и планет

Цели работы:

1. Познакомиться с методом определения положения Солнца и планет Солнечной системы по юлианским датам.
2. Вычислить положение Солнца и планет на день занятий.

Контрольные вопросы:

1. Какие величины характеризуют положение объекта в эклиптической системе координат?
2. Расскажите о системе юлианских дат. Как определить юлианскую дату дня занятий?
3. Что такое средняя и истинная аномалия? Как эти величины рассчитываются?
4. Почему эклиптическая долгота Солнца $\beta_0 = 0$?
5. Чем гелиоцентрическая эклиптическая долгота планеты отличается от геоцентрической?
6. Расскажите, как определить положение Солнца и планет Солнечной системы в указанную дату.
7. Каков смысл численных коэффициентов в формулах (4.5) и (4.19 - 4.25)? Как получить эти коэффициенты?

Лабораторная работа 3

Определение некоторых параметров Солнца

Цели работы:

1. Познакомиться с методами определения некоторых параметров Солнца.
2. Вычислить расстояние до Солнца, его линейные размеры, массу и температуру.

Контрольные вопросы:

1. Есть ли у предложенного в лабораторной работе метода определения расстояния до светила границы применимости? Если да, то какие?
2. От чего зависит точность результата по определению расстояния до Солнца предложенным методом?
3. Сформулируйте третий обобщенный закон Кеплера.
4. Как с помощью третьего обобщенного закона Кеплера определить массу Солнца? Можно ли использовать этот же метод для звезд?
5. Сформулируйте законы излучения абсолютно черного тела.
6. Какие способы определения температуры звезд Вы знаете? Опишите их. Каковы границы применимости каждого из этих методов?
7. Какой из методов определения температуры Солнца дал наиболее точный результат? Почему?
8. Что такое показатель цвета звезды? Каков его физический смысл?

Лабораторная работа 4

Некоторые характеристики звёзд

Цели работы:

1. Познакомиться с методами определения некоторых характеристик звёзд (расстояний до них, массы, линейных размеров, плотности).
2. Вычислить расстояние до указанных звёзд, их массу, линейные размеры и плотность.

Пособия и материалы: звёздный атлас.

Контрольные вопросы:

1. Какими методами пользуются в астрономии для определения расстояний до звезд?
2. Перечислите основные единицы измерения расстояний в астрономии. Каков их физический смысл? Как они связаны между собой?
3. Что собой представляет диаграмма Герцшпрунга - Рассела. Какие классы звезд на ней выделяют?
4. Что такое болометрическая поправка? Каков ее физический смысл?
5. Как определяют массы одиночных звезд?
6. Какие параметры нужно знать, чтобы определить линейные размеры звезд и плотности звездного вещества?

Лабораторная работа 5

Спектроскопический метод исследования звёзд

Цели работы:

1. Изучить классификацию звёздных спектров.
2. Научиться определять спектральный тип звёзд и их качественный химический состав по спектру.
3. Определить качественный химический состав Солнца.

Пособия и материалы: стандарты звёздных спектров, целевые спектрограммы звёзд и Солнца, таблица некоторых спектральных линий, учебный звёздный атлас.

Контрольные вопросы:

1. Почему спектры большинства звезд являются спектрами поглощения?
2. Чем обусловлено наблюдаемое разнообразие звездных спектров?
3. Перечислите спектральные классы звезд, указав соответствующие им температуры и типичные линии в спектрах.
4. Чем дифракционный спектр отличается от призмного? Почему наблюдается такое различие?
5. Что такое дисперсия участка спектрограммы, как она находится и что характеризует?

6. Как строится дисперсионная кривая? Как с помощью дисперсионной кривой определяют длину волны некоторой линии спектра?
7. Как определить химический состав атмосферы звезды по ее спектру?
8. Какие химические элементы являются наиболее «типичными» для звезд?

Самостоятельная работа

Задания для самостоятельной работы детализируют теоретический лекционный материал и закрепляют навыки решения задач. Задания предусмотрены в виде подготовки кратких ответов на вопросы (трудоемкостью 5-10 мин) и решения задач (трудоемкостью 10-20 мин) по традиционному алгоритму оформления, характерному для решения задач общего курса физики. Ответы на вопросы можно выполнять как в печатном виде, так и в рукописном, а решения задач – только рукописно.

Тетради (листы) выполненных заданий предъявляются преподавателю для оценивания, а также по требованию преподавателя могут быть размещены на платформе MOODLE в разделе, соответствующему оформленному преподавателю курсу дисциплины. В случае дистанционной проверки самостоятельной работы учащиеся размещают сканы своих рукописей внутри файла с заданием (в формате word или pdf) и подписывают файл: «5 Астро_СР..._ФИО». Тексты вопросов и условий задач переписывать не надо, но необходимо соблюдать нумерацию элементов задания для самостоятельной работы.

Пример задания для самостоятельной работы

44.03.05 ПО (ФМ) А семестр Б1.В.01.05 АСТРОНОМИЯ	СР 5 <i>Тема 3.1. Состав и строение Солнечной системы. Конфигурации и законы движения планет</i> 1. Зная, что <i>Сатурн</i> совершает один оборот за 29,7 лет, а звездный период обращения Юпитера равен 12 годам, найдите промежутки времени между противостояниями для обеих планет. 2. Оцените, сколько примерно времени и когда (утром или вечером) может наблюдаться Венера, если она удалена к востоку от Солнца на 45°. 3. Определите примерные даты предыдущей и следующей по порядку восточной элонгации Венеры, если такая ее конфигурация была зафиксирована 17 августа 2018 г. 4. Вычислите периоды обращения вокруг Солнца планеты Венера и астероида Европа, у которых средние гелиоцентрические расстояния соответственно равны 0,723 а.е. и 3,10 а.е. 5. Во время наибольшего приближения Марса к Земле (на расстояние в 56 миллионов км) его угловой диаметр равен $25'$. Определить линейный размер Марса. 6. Сколько времени надо лететь с Земли на Марс, если двигаться по орбите, перигелийное расстояние которой равно расстоянию от Земли до Солнца, а афелийное равно 1,5 а.е.? 7. Найти эксцентриситет орбиты и перигелийное расстояние планеты Марс и астероида Адонис, если у Марса большая полуось орбиты равна 1,52 а.е. и наибольшее расстояние от Солнца 1,66 а.е., а у Адониса – 1,97 а.е. и 3,50 а.е. соответственно. Указать, какой из этих объектов подходит ближе к Солнцу.
---	--

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Формами текущего контроля служат устный опрос по вопросам, решение задач на практических занятиях, защита выполненных лабораторных работ.

1. Устный опрос на практическом занятии

Перечень теоретических вопросов приведен к каждому практическому занятию (см. п.5).

Критерии оценивания ответа на теоретический вопрос

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты)	1
2) Логика изложения материала	1
3) Примеры использования описанных явлений, теорий и устройств на практике	1
4) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	1
5) Грамотность и связность ответа	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

«Зачтено» - 3 балла и более, «не зачтено» - менее 3 баллов.

2. Решение задач на практическом занятии

Перечень задач для решения приведен к каждому практическому занятию (см. п.5).

Критерии оценки решения задачи на практическом занятии:

Показатель	Количество баллов
1) Приведена краткая форма условия задания, включающая перевод единиц измерения в СИ.	1
2) Выполнен рисунок к условию задачи, на котором обозначены все известные величины, а также величины, которые необходимо найти	1
3) Проведен анализ условия задания, включающий указание основных явлений, о которых идет речь в задаче, а также физических процессов, положенных в основу решения задачи	1
4) Записаны математические уравнения законов физики, используемых при формировании модели	1
5) Приведены необходимые вычисления и получен численный результат	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

«Зачтено» - 3 балла и более, «не зачтено» - менее 3 баллов.

3. Выполнение и защита лабораторных работ

Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ приведены к каждой лабораторной работе (см. п.5).

Критерии оценивания лабораторной работы

По результатам выполнения и защиты лабораторной работы студент получает **оценку «зачтено»** при выполнении следующих условий:

1) самостоятельное выполнение эксперимента и получение корректных экспериментальных данных;

2) наличие самостоятельно подготовленного отчета по установленной форме, в котором отражены результаты измерений и вычислений, в том числе погрешностей (при необходимости), а также представлены графики, чертежи в соответствии с заданиями к лабораторной работе;

3) правильные ответы на все контрольные вопросы к данной лабораторной работе.

При невыполнении хотя бы одного из вышеперечисленных пунктов по результатам выполнения лабораторной работы студент получает **оценку «не зачтено»**.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Формой промежуточной аттестации служит зачет.

Критерии выставления зачета

Оценка **«зачтено»** выставляется студенту при выполнении следующих требований:

1) посетил все занятия лекционного типа, в случае отсутствия на занятии по уважительной причине предоставил преподавателю конспект занятия;

2) по итогам работы на практических занятиях имеет не менее 5 оценок «зачтено» за ответы на теоретические вопросы и решение задач, не имеет оценок «не зачтено» за работу на практических занятиях;

3) выполнил и защитил на оценку «зачтено» 5 лабораторных работ.

При невыполнении хотя бы одного из перечисленных пунктов студент получает оценку **«не зачтено»**.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Астрономия: учебник и практикум для вузов / ответственные редакторы А. В. Коломиец, А. А. Сафонов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 288 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18299-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565336>

2. Белозерский, Г. Н. Астрофизика и космология: учебник для вузов / Г. Н. Белозерский. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 122 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21130-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/581653>

3. Гусейханов, М. К. Основы астрофизики и космологии: учебник для вузов / М. К. Гусейханов. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 218 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13890-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/567502>

4. Язев, С. А. Астрономия. Солнечная система : учебник для вузов / С. А. Язев ; под научной редакцией В. Г. Сурдина. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 335 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17298-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564423>

7.2. Дополнительная литература

1. Блинников, С. И. Основы релятивистской астрофизики : учебник для вузов / С. И. Блинников. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 221 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11778-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/566336>

2. Бредихин, Ф. А. О хвостах комет / Ф. А. Бредихин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 239 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-04106-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563329>

3. Ломоносов, М. В. Избранные произведения. Естественные науки и философия / М. В. Ломоносов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 460 с. — (Антология мысли). —

ISBN 978-5-534-06154-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564479>

4. Островский, А. Б. Астрометрия. Учебная практика : учебник для вузов / А. Б. Островский ; под научной редакцией Э. Д. Кузнецова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 149 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08004-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564137>

5. Перельман, Я. И. Занимательная астрономия / Я. И. Перельман. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 182 с. — (Открытая наука). — ISBN 978-5-534-07253-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562836>

6. Хлюстин, Б. П. Мореходная астрономия : учебник для вузов / Б. П. Хлюстин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 575 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09395-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565452>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. ЭБС <https://urait.ru> :

<https://urait.ru/bcode/428288>- для тем 1.1, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1

<https://urait.ru/bcode/492144>- для тем 1.2, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2

<https://urait.ru/bcode/496573>- для тем 3.2, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 6.1, 6.2

<https://urait.ru/bcode/493560>- для тем 1.2, 2.1, 2.2, 3.1

<https://urait.ru/bcode/493874>- для тем 2.1, 3.1, 3.2

<https://urait.ru/bcode/495791>- для тем 4.1, 4.2, 6.2

<https://urait.ru/bcode/493500>- для тем 3.2, 4.1

<https://urait.ru/bcode/493818>- для темы 3.2

<https://urait.ru/bcode/492668>- для темы 3.2

2. Астронет astronet.ru

3. Онлайн-курс "Астрономия" (Лекториум) <https://www.lektorium.tv/astronomy>

4. Онлайн-курс "Астрофизика" (Лекториум) <https://www.lektorium.tv/astrophysics>

8. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная стандартной учебной мебелью, мультимедиапроектором, ноутбуком, колонками и интерактивной доской.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная стандартной учебной мебелью.

Помещение для самостоятельной работы – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.