

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. В.П. Астафьева
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Кафедра физики и методики обучения физике

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АСТРОФИЗИКА

Направление подготовки:

44.03.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) /название программы:

Физика

квалификация (степень):

Бакалавр

Красноярск 2018

Рабочая программа дисциплины «Астрофизика»

составлена доцентом кафедры физики и методики обучения физике С.В. Бутаковым
(должность и ФИО преподавателя)

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры физики и методики
обучения физике

протокол № 10 от «17» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой

Тесленко В.И.



(ф.и.о., подпись)

Одобрено НМСС(Н) Института математики, физики, информатики 44.03.01 Педагогическое образование, 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), 44.04.01 Педагогическое образование, 44.06.01 Образование и педагогические науки

(указать наименование совета и направление)

протокол № 09 от «26» мая 2017 г.

Председатель

Бортновский С.В.



(ф.и.о., подпись)

Рабочая программа дисциплины «Астрофизика»

актуализирована доцентом кафедры физики и методики обучения физике С.В. Бутаковым
(должность и ФИО преподавателя)

"20" мая 2018 г., протокол № 07

Заведующий кафедрой

Тесленко В.И.

(ф.и.о., подпись)



Одобрено НМСС(Н) Института математики, физики, информатики 44.03.01 Педагогическое образование, 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), 44.04.01 Педагогическое образование, 44.06.01 Образование и педагогические науки

"23" мая 2018 г., протокол № 08

Председатель

Бортновский С.В.

(ф.и.о., подпись)



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Настоящая рабочая программа дисциплины (далее программа) разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 04 декабря 2015 г. № 1426 (зарегистрирован в Минюсте России 11 января 2016 г. № 40536), с учетом профессиональных стандартов 01.001 Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель), утвержденного приказом Минтруда России от 18.10.2013 № 544н (с изм. от 05.08.2016) (зарегистрирован в Минюсте России 06 декабря 2013 г. № 30550), 01.003 Педагог дополнительного образования детей и взрослых, утвержденного приказом Минтруда России от 08.09.2015 № 613н (зарегистрирован в Минюсте России 24 сентября 2015 г. № 38994), согласно учебного плана подготовки бакалавров по направлению 44.03.01 Педагогическое образование, профиль Физика.

Дисциплина *Б1.В.ДВ.15.2 Астрофизика* является дисциплиной по выбору вариативной части основной профессиональной образовательной программы и изучается в 7 семестре (4 курс).

2. Трудоемкость дисциплины включает в себя общий объем времени, отведенный на изучение дисциплины и составляет 2 з.е. (72 часа). Количество часов, отведенных на контактную работу (различные формы аудиторной работы) с преподавателем составляет 56 часов, на самостоятельную работу студента отводится 16 часов.

3. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины – содействовать формированию у обучающихся представлений о современной астрофизике и умений их использовать в образовательной деятельности.

4. Планируемые результаты обучения.

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОК-3 – способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве;

ОПК-3 – готовность к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса;

ОПК-5 – владеть основами профессиональной этики и речевой культуры;

ПК-2 – способность использовать современные методы и технологии обучения и диагностики;

ПК-4 – способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов;

ПК-7 – способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности;

ПК-10 – способность проектировать траектории своего профессионального роста и личностного развития;

ПК-11 – готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования.

Таблица 1.
«Планируемые результаты обучения»

Задачи освоения дисциплины	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)	Код результата обучения (компетенция)
<p>1. Знакомство с основными физическими теориями о природе небесных тел и Вселенной;</p> <p>2. Развитие познавательной потребности у студентов;</p> <p>3. Формирование способности использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и культурно-просветительской деятельности</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - данные об основных объектах Вселенной; - современное состояние знаний о природе небесных тел; - результаты наблюдений и экспериментов в области астрофизики <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять знания для объяснения природы небесных тел; - аргументировать научную позицию при анализе псевдонаучной и лженаучной информации; - структурировать астрофизическую информацию, используя научный метод исследования; - получать, хранить и перерабатывать информацию по астрофизике с использованием информационно-коммуникационных технологий и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основами астрофизических методов исследований; - методикой образовательной и культурно-просветительской деятельности в области астрофизики 	<p>ОК-3, ОПК-3, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-10, ПК-11</p>

5. Контроль результатов освоения дисциплины.

Методы текущего контроля успеваемости:

- посещение занятий;
- защита решений задач;
- написание рефератов, выступление с докладами.

Форма итогового контроля по дисциплине – зачет.

Оценочные средства результатов освоения дисциплины, критерии оценки выполнения заданий представлены в разделе «Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся».

6. Перечень образовательных технологий, используемых при освоении дисциплины.

В рамках учебного процесса по дисциплине используются технологии современного традиционного обучения (лекционно-семинарская-зачетная система).

Кроме того, ряд практических занятий проводится с использованием педагогических технологий на основе активизации и интенсификации деятельности учащихся (активные методы обучения).

После изучения дисциплины студент может принять участие в Красноярской астрономической школе, проходящей ежегодно в августе месяце на базе спортивно-оздоровительного лагеря в п. Куртак КГПУ им. В.П. Астафьева и выполнить ряд астрономических наблюдений.

3.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

3.1.1. Технологическая карта обучения дисциплине

Астрофизика

(наименование дисциплины)

Для обучающихся образовательной программы

Уровень бакалавриата, 44.03.01 Педагогическое образование

(указать уровень, код и наименование направления подготовки,)

Физика, очная форма

(указать профиль/ название программы и форму обучения)

(общая трудоемкость дисциплины 2 з.е.)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего часов	Аудиторных часов				Внеаудиторных часов	Формы и методы контроля
		Всего	лекций	семинаров	лабораторных работ		
Раздел № 1. Методы астрофизических исследований	18	10	4	6	–	8	Защита решений задач, реферат, доклад, зачет
1.1. Методы астрофизических исследований	8	4	4	–	–	4	Зачет, реферат, доклад
1.1.1. Астрофизические инструменты и основные методы наблюдений	10	6	–	6	–	4	Защита решений задач
Раздел № 2. Астрофизика звезд и планет							Защита решений задач, реферат, доклад, зачет
2. Природа тел Солнечной системы	18	16	10	6	–	2	Защита решений задач, реферат, доклад, зачет
2.1. Физика Солнца	2	2	2	–	–	–	Зачет, реферат, доклад
2.1.1. Астрофизика Солнца	3	2	–	2	–	1	Защита решений задач
2.2. Две группы больших планет. Планеты земной группы	4	4	4	–	–	–	Зачет, реферат, доклад
2.2.1. Характеристики Луны и планет	3	2	–	2	–	1	Защита решений задач
2.3. Планеты гиганты. Малые тела Солнечной системы	4	4	4	–	–	–	Зачет, реферат, доклад
2.3.1. Малые тела Солнечной системы	2	2	–	2	–	–	Защита решений задач

3. Звезды	18	16	8	8	–	2	Защита решений задач, реферат, доклад, зачет
3.1. Определение расстояний до звезд. Основные характеристики звезд	4	4	4	–	–	–	Зачет, реферат, доклад
3.1.1. Движение и природа звезд	5	4	–	4	–	1	Защита решений задач
3.2. Кратные и переменные звезды	4	4	4	–	–	–	Зачет, реферат, доклад
3.2.1. Двойные и переменные звезды	5	4	–	4	–	1	Защита решений задач
4. Галактическая и внегалактическая астрономия	18	14	6	8	–	4	Защита решений задач, реферат, доклад, зачет
4.1. Галактика и внегалактическая астрономия	2	2	2	–	–	–	Зачет, реферат, доклад
4.1.1. Наша Галактика. Другие звездные системы	6	4	–	4	–	2	Защита решений задач
4.2. Космология и космогония. Происхождение и эволюция галактик, звезд и планет	4	4	4	–	–	–	Зачет, реферат, доклад
4.2.1 Структура и эволюция Вселенной	6	4	–	4	–	2	Защита решений задач
ИТОГО	72	56	28	28	–	16	
Форма итогового контроля по учебному плану	–	–	–	–	–	–	Зачет

3.1.2. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел № 1

Методы астрофизических исследований

1. Методы астрофизических исследований

Основные характеристики излучения: освещенность, интенсивность, диапазоны излучения. Принципы астрофотометрии: шкала звездных величин, формула Погсона, показатель цвета.

Инструменты, применяемые в астрофизике: оптический и радиотелескопы. Характеристики телескопов: светосила, разрешающая способность, предельная звездная величины (чувствительность). Получение и исследование спектров небесных тел.

Астрофизические исследования с космических аппаратов (инфракрасная, ультрафиолетовая, рентгеновская и гамма-астрономия).

Главнейшие астрономические обсерватории России и зарубежных стран.

Законы излучения и поглощения света. Излучение абсолютно черного тела. Элементы теории атомных спектров. Образование спектральных линий. Эффекты Доплера и Зеемана Штарка. Элементы спектрального анализа и определение химического состава небесных тел.

Нетепловые механизмы излучения, понятие о синхротронном излучении. Элементы физики плазмы. Вмороженность магнитного поля в плазму.

Раздел № 2

Астрофизика звезд и планет

2. Природа тел Солнечной системы

Физика Солнца. Основные характеристики Солнца: размер, масса, солнечная постоянная, светимость, средняя плотность, температура, вращение.

Распределение энергии в спектре Солнца и химический состав атмосферы Солнца.

Фотосфера Солнца. Потемнение к краю диска Солнца и его объяснение. Строение фотосферы. Грануляция, конвекция и конвективная зона.

Внешние слои атмосферы Солнца: хромосфера и корона. Распределение температуры в хромосфере и короне. Механизмы нагрева хромосферы и короны. Радио- и рентгеновское излучение Солнца.

Солнечная активность: пятна, вспышки, протуберанцы. Магнитное поле пятен. Общее магнитное поле Солнца. Цикличность солнечной активности.

Связь между солнечными и земными явлениями.

Внутреннее строение Солнца. Температура и давление в центре Солнца. Понятие о термоядерных реакциях, протекающих в центре Солнца. Перенос энергии от центра Солнца наружу. Наблюдения солнечных нейтрино.

Две группы больших планет. Общие закономерности в строении Солнечной системы.

Планеты земной группы. Физические условия на поверхности планет земной группы: Меркурий, Венера, Марс – их рельеф и атмосфера. Исследование поверхностей Марса и Венеры советскими и американскими спускаемыми космическими аппаратами.

Земля как небесное тело. Внутреннее строение Земли. Атмосфера, магнитосфера и радиационный пояс Земли.

Физические условия на Луне и ее размер. Происхождение форм лунного рельефа. Химический состав и строение поверхности и недр Луны. Исследование Луны автоматическими станциями.

Планеты гиганты. Строение, химический состав и физические условия в атмосферах планет-гигантов.

Спутники планет. Кольца планет. Исследование планет-гигантов с помощью космических аппаратов.

Малые тела Солнечной системы. Карликовые планеты. Малые планеты. Кометы. Метеоры и метеорные потоки и их связь с кометами. Метеориты. Зодиакальный свет.

3. Звезды

Определение расстояний до звезд. Годичный параллакс. Единицы расстояний: парсек, световой год.

Основные характеристики звезд: абсолютной звездной величины, светимости, температуры, радиусов и масс.

Цвет и спектр звезд, спектральная классификация. Диаграмма "спектр-светимость" и классы светимости звезд: главная последовательность, красные гиганты, сверхгиганты, белые карлики. Спектральный параллакс. Связь между массой и светимостью звезд. Вращение и магнитные поля звезд. Качественный и количественный химический состав звезд.

Кратные и переменные звезды. Двойные звезды. Затменно-двойные звезды, их кривые блеска, определение орбит и физических характеристик компонентов. Спектрально-двойные звезды. Невидимые спутники звезд.

Особенности строения тесных двойных звезд.

Физические переменные звезды. Пульсирующие переменные. Цефеиды. Соотношение период-светимость и его значение для определения расстояний. Другие типы пульсирующих переменных звезд.

Эруптивные звезды: типа U Близнецов, новые и сверхновые звезды.

Пульсары и нейтронные звезды. Рентгеновские звезды.

Внутреннее строение и эволюция звезд. Физические условия в недрах звезд. Уравнение гидростатического равновесия. Перенос энергии конвекцией, излучением, теплопроводностью. Оценка температуры и давления в недрах звезд. Термоядерные реакции в звездах. Модели звезд главной последовательности. Строение вырожденных звезд: белых карликов и красных гигантов.

Понятие о теории пульсаций. Ранние стадии эволюции звезд. Возникновение звезд и планетных систем. Уход звезд с главной последовательности. Эволюция звезд большой и малой массы. Конечные стадии эволюции звезд: белые карлики, нейтронные звезды, "черные дыры". Вспышка сверхновой звезды.

Происхождение химических элементов.

4. Галактическая и внегалактическая астрономия

Галактика. Млечный путь. Понятия о методах звездной статистики: функция блеска, распределение и число звезд в Галактике.

Диффузная материя в Галактике. Поглощение света и покраснение цвета звезд. Темные и светлые туманности, планетарные туманности. Физические процессы в туманностях.

Галактические радиоисточники и остатки взрывов сверхновых звезд.

Звездные скопления и ассоциации: шаровые и рассеянные скопления, их диаграммы спектр-светимость и оценка возраста скоплений. Звездные ассоциации и их связь с местами звездообразования. Распределение скоплений в Галактике.

Собственные движения и лучевые скорости звезд. Движение Солнечной системы. Вращение Галактики.

Распределение водорода по радионаблюдениям и спиральная структура Галактики.

Звездные населения и подсистемы Галактики.

Космические лучи и магнитные поля в Галактике.

Внегалактическая астрономия. Классификация галактик: эллиптические, спиральные и неправильные.

Расстояния до галактик. Красное смещение в спектрах галактик. Закон Хаббла. Физические свойства галактик.

Ядра галактик и их активность.

Радиогалактики и квазары.

Распределение галактик в пространстве. Скопления галактик. Метагалактика.

Космология и космогония. Фотометрический и гравитационный парадоксы. Общая теория относительности. Элементы космологии. *Происхождение и эволюция галактик, звезд и планет.* Модель Фридмана расширяющейся Вселенной. Модель "горячей" Вселенной. Ранние стадии эволюции Вселенной. Образование гелия и объяснение природы реликтового (3-х градусного) излучения. Неустойчивость Джинса и образование галактик и звезд. Жизнь и смерть звезд. Особенности эволюции тесных двойных звезд. Происхождение Солнечной системы. Философские и методологические вопросы. Материальность мира и единство законов во Вселенной. Место человека во Вселенной (антропный принцип). Проблемы поиска жизни во Вселенной. Проблемы поиска и связи с внеземными цивилизациями, формула Дрейка.

3.1.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Астрофизика» изучается в течение одного (*седьмого*) семестра.

Основными видами учебной деятельности при изучении данной дисциплины являются: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Таблица 2 дает представление о распределении общей трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности.

Таблица 2.

Дисциплина	Общая трудоемкость	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
		Всего	Лекции	Практические занятия (семинары)	
Астрофизика	72 часа (2 з.е.)	56 часов	28 часов	28 часов	16 часов

Лекции являются одним из основных видов учебной деятельности в вузе, на которых преподавателем излагается содержание теоретического курса дисциплины. Рекомендуется конспектировать материал лекций.

На практических занятиях (семинарах) происходит закрепление изученного теоретического материала и формирование профессиональных умений и навыков. Под руководством преподавателя студенты должны решить ряд задач. Кроме того, на практических занятиях могут заслушиваться доклады студентов по темам рефератов и темам теоретического курса, вынесенных для самостоятельного изучения.

Посещение студентами лекционных и практических занятий является обязательным.

С содержанием лекционных и практических занятий можно познакомиться в *Рабочей программе дисциплины*, а с трудоемкостью каждой темы и практического занятия – в *Технологической карте обучения дисциплине*.

После изучения дисциплины студент может принять участие в Красноярской астрономической школе, проходящей ежегодно в августе месяце на базе спортивно-оздоровительного лагеря в п. Куртак КГПУ им. В.П. Астафьева и выполнить ряд астрономических наблюдений. Во время наблюдений каждый студент должен иметь при себе подвижную карту звездного неба.

Внеаудиторная самостоятельная работа студента направлена на самостоятельное изучение рекомендованной литературы, подготовку докладов, рефератов, решение задач для самостоятельной работы, содержащихся в документе *Задачи для самостоятельного решения*.

Список основной и дополнительной литературы, рекомендованной для самостоятельного изучения по дисциплине, приведен в *Карте литературного обеспечения дисциплины*.

Темы теоретического курса, вынесенные для самостоятельного изучения, и которые могут использоваться для подготовки докладов, приведены в *Перечне вопросов для самостоятельной работы и подготовки докладов*.

Примерные темы для написания рефератов приведены в *Примерной тематике рефератов*. Реферат может быть представлен преподавателю на проверку в электронном виде.

Образовательный процесс по дисциплине организован в соответствии с модульно-рейтинговой системой подготовки студентов, принятой в университете¹.

Модульно-рейтинговая системой (МРС) – система организации процесса освоения дисциплин, основанная на модульном построении учебного процесса. При этом осуществляется структурирование содержания каждой учебной дисциплины на дисциплинарные модули (разделы) и проводится регулярная оценка знаний и умений студентов с помощью контроля результатов обучения по каждому дисциплинарному модулю (разделу) и дисциплине в целом.

Данная дисциплина состоит из трех дисциплинарных модулей (разделов): двух базовых и одного итогового.

Базовый модуль (раздел) – это часть учебной дисциплины, содержащая ряд основных тем или разделов дисциплины. Содержание данной дисциплины разбито на 2 базовых модуля (раздела): «*Методы астрофизических исследований*» и «*Астрофизика звезд и планет*». С содержанием учебного материала, изучаемого в каждом базовом модуле (разделе), можно познакомиться в *Рабочей программе дисциплины* и *Технологической карте обучения дисциплине*.

Итоговый модуль (раздел) – это часть учебной дисциплины, отводимая на аттестацию в целом по дисциплине.

Результаты всех видов учебной деятельности студентов оцениваются рейтинговыми баллами. Формы текущей работы и рейтинг-контроля в каждом дисциплинарном модуле (разделе), количество баллов как по дисциплине в целом, так и по отдельным формам работы и рейтинг-контроля указаны в *Технологической карте рейтинга дисциплины*. В каждом модуле (разделе) определено минимальное и максимальное количество баллов. Сумма максимальных баллов по всем модулям (разделам) равняется 100%-ному усвоению материала. Минимальное количество баллов в каждом модуле (разделе) является обязательным и не может быть заменено набором баллов в других модулях (разделах), за исключением ситуации, когда минимальное количество баллов по модулю (разделу) определено как нулевое. В этом случае модуль (раздел) является необязательным для изучения и общее количество баллов может быть набрано за счет других модулей (разделов). Дисциплинарный модуль (раздел) считается изученным, если студент набрал количество баллов в рамках установленного диапазона. Для получения оценки «зачтено» необходимо набрать не менее 60 баллов, предусмотренных по дисциплине (при условии набора всех обязательных минимальных баллов по каждому дисциплинарному модулю (разделу)).

Рейтинг по дисциплине – это интегральная оценка результатов всех видов учебной деятельности студента по дисциплине, включающей:

- рейтинг-контроль текущей работы;
- промежуточный рейтинг-контроль;
- итоговый рейтинг-контроль.

Рейтинг-контроль текущей работы выполняется в ходе аудиторных занятий по текущему базовому модулю (разделу) в следующих формах: защита решений задач, написание рефератов, выступление с докладами по темам, изучаемым самостоятельно.

Промежуточный рейтинг-контроль – это проверка полноты знаний по освоенному материалу текущего базового модуля (раздела). Он проводится в конце изучения каждого базового модуля (раздела) в форме контрольных заданий без прерывания учебного процесса по другим дисциплинам.

Итоговый рейтинг-контроль является промежуточной аттестацией по дисциплине, которая проводится в рамках итогового модуля (раздела) в форме зачета в конце семестра до начала сессии. Для подготовки к зачету используйте *Вопросы к зачету*. Зачет может проводиться в виде теста.

¹ Далее приведены выдержки и Стандарта модульно-рейтинговой системы подготовки студентов в КГПУ им. В.П. Астафьева (утвержден Ученым советом университета 28.06.2006 г., протокол № 6).

Преподаватель имеет право по своему усмотрению добавлять студенту определенное количество баллов (но не более 5 % от общего количества), в каждом дисциплинарном модуле (разделе):

- за активность на занятиях;
- за выступление с докладом на научной конференции;
- за научную публикацию;
- за иные учебные или научные достижения.

Студент, не набравший минимального количества баллов по текущей и промежуточной аттестациям в пределах первого базового модуля (раздела), допускается к изучению следующего базового модуля (раздела). Ему предоставляется возможность добора баллов в течение двух последующих недель (следующих за промежуточным рейтинг-контролем) на ликвидацию задолженностей.

Студентам, которые не смогли набрать промежуточный рейтинг или рейтинг по дисциплине в общеустановленные сроки по болезни или по другим уважительным причинам (документально подтвержденным соответствующим учреждением), директор (заместитель директора) института устанавливает индивидуальные сроки сдачи.

Если после этого срока задолженность по неуважительным причинам сохраняется, то назначается комиссия по приему академических задолженностей с обязательным участием заведующего кафедрой и директора института или его заместителя. По решению комиссии неуспевающие студенты по представлению директора института отчисляются приказом ректора из университета за невыполнение учебного графика.

В особых случаях директор института имеет право установить другие сроки ликвидации студентами академических задолженностей.

Неявка студента на итоговый или промежуточный рейтинг-контроль отмечается в рейтинг-листе записью «не явился». Если неявка произошла по уважительной причине (подтверждена документально), директор института имеет право разрешить прохождение рейтинг-контроля в другие сроки. При неуважительной причине неявки в статистических данных дирекции проставляется «0» баллов, и студент считается задолжником по данной дисциплине.

3.1.4. ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

3.2. КОМПОНЕНТЫ МОНИТОРИНГА УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РЕЙТИНГА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины	Направление подготовки и уровень образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура) Название программы/ профиля	Количество зачетных единиц
Астрофизика	Бакалавриат, 44.03.01 Педагогическое образование / Физика	2
Смежные дисциплины по учебному плану		
Предшествующие: Механика, Электричество и магнетизм, Оптика, Молекулярная физика, Квантовая физика, Алгебра и геометрия, Математический анализ		
Последующие: История физики		

БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 1 «Методы астрофизических исследований»			
	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
Текущая работа	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	10	14
	Решение задач (1 задача – 1 балл)	10	10
	Доклад (не более 1 в разделе) презентация + 1 балл	0	2 (+1)
	Реферат	0	2
	Активность	0	2
Промежуточный рейтинг-контроль	Защита решений задач	10	10
Итого		30	40

БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 2 «Астрофизика звезд и планет»			
	Форма работы	Количество баллов	
		min	Max
Текущая работа	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	10	14
	Решение задач (1 задача – 1 балл)	10	10
	Доклад (не более 1 в разделе) презентация +1 балл	0	2 (+1)
	Реферат	0	2
	Активность	0	2
Промежуточный рейтинг-	Защита решений задач	10	10

контроль			
Итого		30	40

ИТОГОВЫЙ РАЗДЕЛ			
Содержание	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
	Зачет* (устно или тест)	0	20
Итого		0	20
Общее количество баллов по дисциплине (по итогам изучения всех модулей)		min	max
		60	100

* Для получения оценки «зачтено» необходимо набрать не менее 60 баллов, предусмотренных по дисциплине (при условии набора всех обязательных минимальных баллов по каждому дисциплинарному модулю).

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П. Астафьева»

Институт/факультет/департамент Институт математики, физики, информатики
(наименование института/факультета)

Кафедра-разработчик кафедра физики и методики обучения физике
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕНО

на заседании кафедры

Протокол № 07 от «20» мая 2018 г.


_____ (подпись)

ОДОБРЕНО

на заседании научно-методического совета
специальности (направления подготовки)

Протокол № 08 от «23» мая 2018 г.


_____ (подпись)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации обучающихся
по дисциплине Астрофизика

(наименование дисциплины/модуля/вида практики)

44.03.01 Педагогическое образование

(код и наименование направления подготовки)

Физика

(направленность (профиль) образовательной программы)

Бакалавр

(квалификация (степень) выпускника)

Составитель: (ФИО, должность) Бутаков С.В., доцент кафедры физики и методики
обучения физике

1. Назначение фонда оценочных средств

1.1. Целью создания ФОС дисциплины *Астрофизика*

является установление соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям основной профессиональной образовательной программы, рабочей программы дисциплины.

1.2. ФОС разработан на основании нормативных документов:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки *44.03.01 Педагогическое образование (уровень бакалавриата)*;

- образовательной программы высшего образования по направлению подготовки *44.03.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) Физика (уровень бакалавриата)*;

- Положения о формировании фонда оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева».

2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе изучения дисциплины

2.1. Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины:

ОК-3 – способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве;

ОПК-3 – готовность к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса;

ОПК-5 – владеть основами профессиональной этики и речевой культуры;

ПК-2 – способность использовать современные методы и технологии обучения и диагностики;

ПК-4 – способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов;

ПК-7 – способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности;

ПК-10 – способность проектировать траектории своего профессионального роста и личностного развития;

ПК-11 – готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования.

2.2. Этапы формирования и оценивания компетенций

Компетенция	Дисциплины, практики, участвующие в формировании компетенции	Тип контроля	Оценочное средство/ КИМы	
			Номер	Форма
ОК-3 – способность использовать естественнонаучные и математические знания	Методика обучения и воспитания по профилю физика Естественнонаучная	текущий контроль	5.1	Доклад
		текущий контроль	5.2	Реферат
		текущий контроль	5.3	Задачи

для ориентирования в современном информационном пространстве	картина мира Вводный курс физики Механика Электродинамика Оптика Квантовая физика Молекулярная физика Алгебра и геометрия Практикум по решению физических задач (методика обучения) Практикум по решению олимпиадных физических задач Физика конденсированного состояния Физика твердого тела История физики Нобелевские лауреаты в области физики Частные вопросы методики обучения физике Дополнительные главы теории и методики обучения физике Электротехника Основы силовой электроэнергетики Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические закономерности в физике Радиотехника Электроника Компьютерное моделирование физических явлений Компьютерное моделирование физических процессов Исследование случайных рядов Элементарная физика Математическая физика Математические методы физики Физика атомного ядра и элементарных частиц Фундаментальная физика Астрономия Астрофизика	контроль		
		промежуточная аттестация	5.4	Зачет
		промежуточная аттестация	5.5	Тест

	<p>Теория относительности Колебания и волны Фуллерены Прикладная оптика Имитационное моделирование процессов Программирование виртуальных приборов Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (расс.) Педагогическая практика</p>			
ОПК-3 – готовность к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса	Психология	текущий контроль	5.1	Доклад
	Методика обучения и воспитания по профилю физика	текущий контроль	5.2	Реферат
	Современные технологии обучения	текущий контроль	5.3	Задачи
	Вводный курс физики	промежуточная аттестация	5.4	Зачет
	Механика	промежуточная аттестация	5.5	Тест
	<p>Электродинамика Оптика Квантовая физика Молекулярная физика Физика конденсированного состояний Физика твердого тела Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические закономерности в физике Исследование случайных рядов Элементарная физика Физика атомного ядра и элементарных частиц Фундаментальная физика</p>			

	Астрономия Астрофизика Теория относительности Колебания и волны Фуллерены Прикладная оптика Педагогическая практика Преддипломная практика			
ОПК-5 – владеть основами профессиональной этики и речевой культуры	Философия	текущий контроль	5.1	Доклад
	русский язык и культура речи	текущий контроль	5.2	Реферат
	Педагогика	текущий контроль	5.3	Задачи
	Методика обучения и воспитания по профилю физика	промежуточная аттестация	5.4	Зачет
	Естественнонаучная картина мира	промежуточная аттестация	5.5	Тест
	Современные технологии обучения Вводный курс физики Механика Электродинамика Оптика Квантовая физика Молекулярная физика Алгебра и геометрия Математический анализ Физика конденсированного состояния Физика твердого тела История физики Нобелевские лауреаты в области физики Частные вопросы методики обучения физике Дополнительные главы теории и методики обучения физике Электротехника Основы силовой электроэнергетики Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические закономерности в физике Радиотехника Электроника Компьютерное моделирование			

	<p>физических явлений Компьютерное моделирование физических процессов Исследование случайных рядов Элементарная физика Физика атомного ядра и элементарных частиц Фундаментальная физика Астрономия Астрофизика Теория относительности Колебания и волны Фуллерены Прикладная оптика Имитационное моделирование процессов Программирование виртуальных приборов Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (расс.)</p>			
ПК-2 – способность использовать современные методы и технологии обучения и диагностики	<p>Информационная культура и технологии в образовании Основы математической обработки информации Психология Педагогика Методика обучения и воспитания по профилю физика Естественнонаучная картина мира Современные технологии обучения Основы специальной педагогики</p>	текущий контроль	5.1 5.2	Доклад Реферат
		текущий контроль	5.3	Задачи
		промежуточная аттестация	5.4	Зачет
		промежуточная аттестация	5.5	Тест

<p> Основы специальной психологии Вводный курс физики Механика Электродинамика Оптика Квантовая физика Молекулярная физика Математический анализ Практикум по решению физических задач (методика обучения) Практикум по решению олимпиадных физических задач Физика конденсированного состояния Физика твердого тела Электротехника Основы силовой электроэнергетики Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические закономерности в физике Радиотехника Электроника Компьютерное моделирование физических явлений Компьютерное моделирование физических процессов Современные средства оценивания результатов обучения Исследование случайных рядов Элементарная физика Математическая физика Математические методы физики Физика атомного ядра и элементарных частиц Фундаментальная физика Астрономия Астрофизика Теория относительности Колебания и волны Фуллерены </p>			
--	--	--	--

	<p>Прикладная оптика Инклюзивное образование в Красноярском крае Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно- исследовательской деятельности Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно- исследовательской деятельности (расс.) Педагогическая практика</p>			
<p>ПК-4 – способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно- воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов</p>	<p>Педагогика Методика обучения и воспитания по профилю физика Естественнонаучная картина мира Современные технологи обучения Вводный курс физики Механика Электродинамика Оптика Квантовая физика Молекулярная физика Алгебра и геометрия Практикум по решению физических задач (методика обучения) Практикум по решению олимпиадных физических задач Физика конденсированного состояния Физика твердого тела История физики Нобелевские лауреаты в области физики Частные вопросы методики обучения физике Дополнительные главы</p>	текущий контроль	5.1 5.2	Доклад Реферат
		текущий контроль	5.3	Задачи
		промежуточная аттестация	5.4	Зачет
		промежуточная аттестация	5.5	Тест

	<p>теории и методики обучения физике</p> <p>Классическая механика</p> <p>Аналитическая механика</p> <p>Статистическая физика</p> <p>Статистические закономерности э физике</p> <p>Исследование случайных рядов</p> <p>Элементарная физика</p> <p>Физика атомного ядра и элементарных частиц</p> <p>Фундаментальная физика</p> <p>Астрономия</p> <p>Астрофизика</p> <p>Теория относительности</p> <p>Колебания и волны</p> <p>Фуллерены</p> <p>Прикладная оптика</p> <p>Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности</p> <p>Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в там числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (расс.)</p> <p>Педагогическая практика</p>			
<p>ПК-7 – способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности</p>	<p>Методика обучения и воспитания по профилю физика</p> <p>Естественнонаучная картина мира</p> <p>Современные технологии обучения</p> <p>анодный курс физики</p> <p>Механика</p> <p>Электродинамика</p> <p>Оптика</p> <p>Квантовая физика</p> <p>Молекулярная физика</p> <p>Алгебра и геометрия</p> <p>Практикум по решению физических задач</p>	текущий контроль	5.1 5.2	Доклад Реферат
		текущий контроль	5.3	Задачи
		промежуточная аттестация	5.4	Зачет
		промежуточная аттестация	5.5	Тест

	(методика обучения) Практикум по решению олимпиадных физических задач Физика конденсированного состояния Физика твердого тела Электротехника Основы силовой электроэнергетики классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические закономерности в физике Радиотехника Электроника Компьютерное моделирование физических явлений Компьютерное моделирование физических процессов Современные средства оценивания результатов обучения Основы современной тестологии Исследование случайных рядов Элементарная физика Физика атомного ядра и элементарных частиц Фундаментальная физика Астрономия Астрофизика Теория относительности Колебания и волны Фуллерены Прикладная оптика Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности Практика по получению первичных профессиональных			
--	---	--	--	--

	умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (расс.) Педагогическая практика			
ПК-10 – способность проектировать траектории своего профессионального роста и личностного развития	Информационная культура и технологии в образовании Вводный курс физики Механика Электродинамика Оптика Квантовая физика Молекулярная физика Физика конденсированного состояния Физика твердого тела История физики Нобелевские лауреаты в области физики Частные вопросы методики обучения физике Дополнительные главы теории и методики обучения физике Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические закономерности в физике Исследование случайных рядов Элементарная физика Физика атомного ядра и элементарных частиц Фундаментальная физика Астрономия Астрофизика Теория относительности Колебания и волны Фуллерены Прикладная оптика	текущий контроль	5.1 5.2	Доклад Реферат
		текущий контроль	5.3	Задачи
		промежуточная аттестация	5.4	Зачет
		промежуточная аттестация	5.5	Тест
ПК-11 – готовность использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач	Информационная культура и технологии в образовании Методика обучения и воспитания по профилю физика Естественнонаучная	текущий контроль	5.1 5.2	Доклад Реферат
		текущий контроль	5.3	Задачи
		промежуточная аттестация	5.4	Зачет
		промежуточная аттестация	5.5	Тест

<p>в области образования</p>	<p>картина мира Основы научной деятельности студента Современные технологии обучения Вводный курс физики Языки и методы программирования Механика Электродинамика Оптика Квантовая физика Молекулярная физика Физика конденсированного состояния Физика твердого тела История физики Нобелевские лауреаты в области физики Электротехника Основы силовой электроэнергетики Классическая механика Аналитическая механика Статистическая физика Статистические закономерности в физике Радиотехника Электроника Компьютерное моделирование физических явлений Компьютерное моделирование физических процессов Современные средства оценивания результатов обучения Основы современной тестологии Исследование случайных рядов Элементарная физика Математическая физика Математические методы физики Численные методы в физике Численное решение физических задач Физика атомного ядра и</p>	<p>аттестация</p>		
------------------------------	--	-------------------	--	--

элементарных частиц Фундаментальная физика Астрономия Астрофизика Теория относительности Колебания и волны Фуллерены Прикладная оптика Имитационное моделирование процессов Программирование виртуальных приборов Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (расс.) Педагогическая практика Преддипломная практика			
---	--	--	--

3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

3.1. Фонды оценочных средств включают: *Вопросы к зачету, Тест.*

3.2. Оценочные средства

3.2.1. Оценочное средство *Вопросы к зачету*

Критерии оценивания по оценочному средству *Вопросы к зачету*

Формируемые компетенции	Высокий уровень сформированности компетенций	Продвинутый уровень сформированности компетенций	Базовый уровень сформированности компетенций
	(87-100 баллов) зачтено	(73-86 баллов) зачтено	(60-72 баллов) зачтено
ОК-3, ОПК-3, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-10, ПК-11	Ответ на вопрос полный, правильный, показывает, что обучающийся правильно и исчерпывающе раскрывает содержание	Ответ на вопрос удовлетворяет уже названным требованиям, но есть неточности в изложении фактов, определении понятий, объяснении взаимосвязей. Однако, обучающийся может	Ответ на вопрос в целом правильный, но нечетко формулируются понятия, имеют место затруднения в самостоятельном объяснении взаимосвязей, непоследовательно

	вопроса, конкретизирует его фактическим материалом.	легко устранить неточности по дополнительным и наводящим вопросам преподавателя.	излагается материал
--	---	--	---------------------

* Менее 60 баллов – компетенция не сформирована.

3.2.2. Оценочное средство *Тест*

Критерии оценивания по оценочному средству *Тест*

Формируемые компетенции	Высокий уровень сформированности компетенций	Продвинутый уровень сформированности компетенций	Базовый уровень сформированности компетенций
	(87-100 баллов) зачтено	(73-86 баллов) зачтено	(60-72 баллов) зачтено
ОК-3, ОПК-3, ОПК-5, ПК-2, ПК-4, ПК-7, ПК-10, ПК-11	18 – 20 верных ответов	15 – 17 верных ответов	10 – 14 верных ответов

* Менее 60 баллов – компетенция не сформирована.

4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости

4.1. Фонды оценочных средств включают: *Перечень вопросов для самостоятельной работы и подготовки докладов, Примерная тематика рефератов, Задачи для самостоятельного решения* (в соответствии с Технологической картой рейтинга дисциплины Рабочей программы дисциплины).

4.2.1. Критерии оценивания по оценочному средству *Перечень вопросов для самостоятельной работы и подготовки докладов*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Выступающий с докладом свободно владеет содержанием, ясно и грамотно излагает материал, четко отвечает на вопросы	2
Выступающий с докладом хорошо владеет содержанием, последовательно излагает материал, затрудняется ответить на некоторые вопросы	1
Выступающий с докладом плохо владеет содержанием, излагает материал не последовательно, затрудняется ответить на большинство вопросов	0
Наличие презентации к докладу	+1
Максимальный балл в 2 модулях (разделах)	6

4.2.2. Критерии оценивания по оценочному средству *Примерная тематика рефератов*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
В реферате обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, соблюдены требования к внешнему	2

оформлению в соответствии с ГОСТ	
В реферате имеются неточности в изложении материала, отсутствует логическая последовательность в суждениях, имеются упущения в оформлении	1
В реферате имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично, допущены фактические ошибки в содержании реферата, оформлении не соответствует ГОСТ	0
Максимальный балл в 2 модулях (разделах)	4

4.2.3. Критерии оценивания по оценочному средству *Задачи для самостоятельного решения (включая защиту решений)*

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Задача решена полностью без консультации с преподавателем	2
Задача решена полностью после консультации с преподавателем	1
Задача решена не верно	0
Максимальный балл за все задачи (20 задач)	40

5. Оценочные средства (контрольно-измерительные материалы)

5.1. Перечень вопросов для самостоятельной работы и подготовки докладов

1. Радиолокационный метод определения геоцентрических расстояний.
2. Понятие о проблеме устойчивости Солнечной системы.
3. Определение массы Луны и Венеры по параметрам обращения вокруг них советских искусственных спутников.
4. Астрофизические исследования с космических аппаратов (инфракрасная, ультрафиолетовая, рентгеновская и гамма-астрономия).
5. Главнейшие астрономические обсерватории России и зарубежных стран.
6. Элементы теории атомных спектров. Образование спектральных линий.
7. Понятие о синхротронном излучении.
8. Наблюдения солнечных нейтрино.
9. Внутреннее строение Земли.
10. Исследование Луны автоматическими станциями.
11. Исследование поверхностей Марса и Венеры советскими и американскими спускаемыми космическими аппаратами.
12. Исследование планет-гигантов с помощью космических аппаратов.
13. Вращение и магнитные поля звезд.
14. Невидимые спутники звезд.
15. Особенности строения тесных двойных звезд.
16. Другие типы пульсирующих переменных звезд.
17. Рентгеновские звезды.
18. Происхождение химических элементов.
19. Космические лучи и магнитные поля в Галактике.
20. Общая теория относительности.
21. Реликтовое излучение.

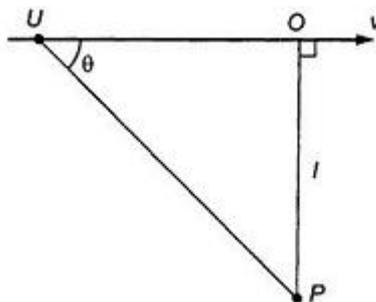
5.2. Примерная тематика рефератов

1. Фотометрический парадокс и природа фоновых излучений Вселенной.
2. Эддингтоновский предел и ограничения на массы звезд и квазаров.
3. Свойства синхротронного излучения и природа нетеплового излучения квазаров и остатков сверхновых звезд.
4. Движение перигелия Меркурия и его объяснение в ОТО.
5. Теория прецессии.
6. Движение полюсов Земли.
7. Антропный принцип в астрономии.
8. Анализ формулы Дрейка и проблемы поиска внеземных цивилизаций.
9. Строение и эволюция Солнца.
10. Исследование планет Солнечной системы с помощью космических аппаратов.
11. Черные дыры во Вселенной.

5.3. Задачи для самостоятельного решения

Астрофизика

1. Из вещества планеты Земля ($\langle R_{\oplus} \rangle = 6371$ км) сделана «проволока» длиной от Земли до Солнца ($r = 1,496 \cdot 10^8$ км); α Сеп ($r = 1,34$ пк); туманности Андромеды ($r = 0,7$ Мпк). Каков примерно диаметр каждой проволоки?
2. Сколько звезд в нашей Галактике и сколько галактик в видимой части Вселенной приходится на одного человека?
6. Кулонова сила притяжения электрона к протону в атоме водорода больше, чем ньютонова сила гравитационного притяжения двух космонавтов, обменивающихся рукопожатием в открытом космосе, или нет?
8. На какую высоту выбрасывается вещество из вулканов спутника Юпитера Ио, если скорость его выброса 1 км/с? Масса Ио равна $8,94 \cdot 10^{22}$ кг, диаметр – 3630 км.
9. На экваторе некоторой планеты тела весят вдвое меньше, чем на полюсе. Средняя плотность вещества планеты $\rho = 3 \cdot 10^3$ кг/м³. Определите период вращения планеты вокруг собственной оси.
10. Найдите зависимость веса тела от географической широты. Считайте, что угловая скорость вращения и физические параметры Земли известны.
11. Некоторый источник U , испускающий электромагнитные сигналы с собственной частотой $\omega_0 = 3,0 \cdot 10^{10}$ рад/с, движется в Солнечной системе с постоянной скоростью $v = 0,8c$ по прямой, которая находится от наблюдателя P на Земле (его можно считать неподвижным) на расстоянии l (см. рисунок). Какой будет частота сигналов, воспринимаемых наблюдателем в момент, когда: 1) источник окажется в точке O ; 2) наблюдатель увидит его в точке O ?



12. Сколько звезд нулевой величины могут заменить свет, испускаемый всеми звездами от 10-й до 11-й величины, если их число равно $546\,000$? Среднюю звездную величину звезд от 10-й до 11-й звездной величины принять равной $10,5$.
13. На северном небе 2000 звезд 6-й величины. Во сколько раз их общий свет сильнее света Сириуса, блеск которого $-1^m,46$?
14. В спектре новой звезды 1934 г. в Геркулесе темные линии сместились относительно нормального положения к фиолетовому концу. Линия H_{γ} ($\lambda = 434,1$ нм) сместилась на $\Delta\lambda = 1,01$ нм. Какова скорость газа, выброшенного из звезды и вызвавшего своим поглощением появление в спектре темных линий?
15. Считая массы обеих составляющих двойной звезды одинаковыми, вычислите расстояние между ними и их массы, если максимальное расщепление спектральных линий $(\Delta\lambda/\lambda)_m = 1,2 \cdot 10^{-4}$, причем оно возникает через каждые $\tau = 30$ сут.

16. 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 этой линии $\Delta\lambda$, если наблюдать ее под прямым углом к направлению потока атомов водорода с кинетической энергией $T = 1,0$ МэВ.
17. Определите суммарную звездную величину двойной звезды, состоящей из компонентов 2-й и 4-й звездных величин.
18. Толиман (α Центавра) – двойная звезда, суммарная звездная величина которой $0^m,06$. Звездная величина более яркого компонента $0^m,32$. Какова звездная величина менее яркого компонента?
19. Сириус – самая яркая звезда неба, которая создает на Земле освещенность $9 \cdot 10^{-6}$ лк, а звезда 6-й величины – $8 \cdot 10^{-9}$ лк. Какова звездная величина 1 кд на расстоянии 1 км и 1 м?
20. Рассчитайте световую энергию, которая падает на планету за период ее обращения вокруг Солнца (по вытянутому эллипсу), если световая мощность Солнца P , площадь сечения планеты S , а в момент, когда планета находится на минимальном расстоянии r_0 от Солнца, ее скорость v_0 .
21. Звездная величина Солнца при наблюдении с Земли $-26^m,7$. Какова звездная величина Солнца, видимого с Нептуна? Во сколько раз Солнце с Нептуна кажется ярче, чем Сириус?
22. Найдите приближенный закон, по которому изменяется температура абсолютно черного тела в зависимости от его расстояния (r а.е.) от центра Солнца.
23. Вычислите температуру абсолютно черного шара, находящегося от Солнца на таком же расстоянии, что и Меркурий, если солнечная постоянная для Земли 1360 Вт/м².
24. Определите освещенность поверхности Меркурия в «подсолнечной» точке. Считать, что яркость Солнца равна $B = 1,5 \cdot 10^9$ кд/м² и не зависит от направления излучения.
25. Выведите формулу, которая выражает звездную величину внешней планеты m при расстоянии ее от Солнца r и от Земли ρ , зная, что при среднем противостоянии, когда $r_0 = a$ и $\rho_0 = a-1$ (a – большая полуось ее орбиты в астрономических единицах), видимая звездная величина планеты равна m_0 .
26. Во время великого противостояния в 1924 г. видимая звездная величина Марса была $-2^m,8$. Его расстояние от Солнца было $r = 207$ млн км, а от Земли – $\rho = 56$ млн км. Какова будет звездная величина Марса во время наименее близкого противостояния, если расстояние от Солнца $r' = 249$ млн км, а от Земли – $\rho' = 100$ млн км?
27. Молекулы циана (CN) выделяются с поверхности кометного ядра при температуре 200°C под действием солнечных лучей. Покинут ли они ядро кометы, если оно представляет собой глыбу диаметром $2R = 100$ м, имеющую плотность $\rho = 2,7$ г/см³?
28. Как должна измениться температура поверхности Солнца, чтобы солнечная постоянная изменилась на 1 %?
29. По теории Гельмгольца энергия солнечного излучения может поддерживаться за счет сжатия солнечного шара со скоростью 35 м в год. Когда при такой скорости

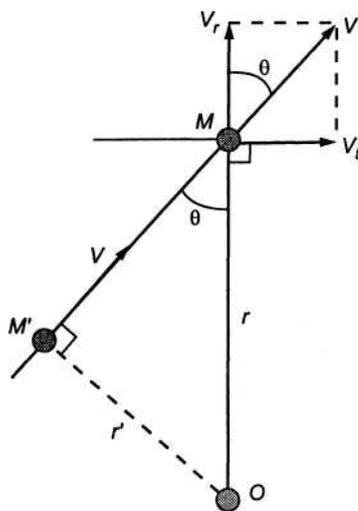
- сжатия Солнца его видимый угловой радиус уменьшился бы на величину $0",1$, которую можно измерить современными приборами?
30. Чему равна работа сил тяготения, которая получилась бы при сжатии Солнца от бесконечно больших размеров до современного значения его радиуса?
 31. Однородный шар имеет массу M и радиус R . Определите давление P внутри шара, обусловленное гравитационным сжатием, как функцию расстояния r от его центра. Вычислите P в центре Земли, считая, что она является однородным шаром.
 32. Получите формулу, которая выражает угловой видимый диаметр звезды D (в секундах дуги) через параллакс звезды π и ее радиус R (в радиусах Солнца).
 33. Чему равна температура поверхности Луны в «подсолнечной» точке?
 34. Допустим, что вокруг звезды с температурой T_* и средней плотностью $\bar{\rho}_*$ движется планета. У нее нет атмосферы, она обращена к звезде одной стороной и имеет такое же альbedo A , что и Луна (0,07). Чему равен период обращения этой планеты по орбите, если температура на ее поверхности такая же, как на Луне? Как зависит температура на диске планеты от зенитного расстояния звезды? Считается, что и звезда и планета излучают, как абсолютно черное тело.
 35. Земная атмосфера имеет оптическую толщину по нормали $\tau \sim 0,2$ (на длине волны $\lambda \sim 500$ нм). Что было бы, если бы масса атмосферы увеличилась в 5 раз? Каким увидели бы безоблачное небо земляне в полдень и в полночь? А если бы масса атмосферы уменьшилась в 5 раз?
 36. При плавном увеличении массы атмосферы от нуля небо днем было бы сначала черным, затем черно-синим, становилось бы все более ярким, потом менее ярким, наконец наступила бы тьма. При какой оптической толщине достигается максимум яркости неба?
 37. Солнце встает над морем. Один человек любуется восходом с палубы корабля, другой – с вершины горы высотой 4 км на расположенном в океане вулканическом острове (скажем, с обсерватории Мауна-Кеа на Гавайях). Для какого наблюдателя диск Солнца будет ярче и во сколько раз? Считать атмосферу Земли однородным шаровым слоем, соответствующим размерам тропосферы (~ 8 км). Оптическую толщину слоя τ на длине волны $\lambda \sim 550$ нм принять равной 0,1.
 38. Какой будет освещенность от ночного неба на дне фабричной трубы диаметром $D = 1$ м и высотой $H = 30$ м? Во сколько раз она изменится при прохождении в зените звезды Вега (α Лиры) с $m = 0^m,14$? Яркость ночного неба $B = 2 \cdot 10^{-4}$ кд/м². Согласно гарвардской системе звездных величин звездная величина светила, дающего освещенность 1 лк у поверхности Земли, равна $-13^m,89$.
 39. Будет ли видна невооруженным глазом Луна с поверхности Меркурия в момент нижнего соединения Земли и Меркурия? Принять расстояние Меркурия от Солнца 0,4 а.е., а Луны от Земли – 400 000 км. Видимая звездная величина Луны для наблюдателя на Земле $\tau = -12^m,5$. Разрешит ли глаз наблюдателя отдельно Луну и Землю в этом случае?
 40. Оцените фотонный поток (число фотонов/(м²·с)), проходящий: от Солнца; α Cen; от звезды 25^m . Поток от источника нулевой звездной величины составляет примерно 10^{10} фотонов/(м²·с).
 41. Определите радиус Антареса, зная, что его температура $T = 3100$ К, абсолютная звездная величина $M_v = -2,7$.

42. Блеск Солнца и звезды (по зрительному ощущению) различается в 10^{16} раз. Звезда находится на расстоянии 100 пк. Какова ее абсолютная величина?
43. Какое светило – Солнце или Золотая Рыба ($M_{\text{З.Рыбы}} = -9^m,4$) обладает большей светимостью и во сколько раз?
44. Выразите светимость компонентов двойной звезды Крюгер 60 по сравнению с Солнцем, зная, что их абсолютные величины $11^m,6$ и $13^m,4$, абсолютная величина Солнца $4^m,85$.
45. Определите абсолютные величины компонентов звезды Крюгер 60, зная, что их видимые величины равны $9^m,6$ и $11^m,4$, а параллакс $\pi = 0'',257$.
46. Видимая звездная величина звезды $m_v = 5^m,0$, она находится на расстоянии 17 пк. Во сколько раз светимость звезды отличается от светимости Солнца?
47. Видимая звездная величина звезды $m_v = 20^m$. Будет ли она видна невооруженным глазом, если ее приблизить к нам в 10^4 раз?
48. Вычислите, во сколько раз Ригель ярче Солнца, зная, что его параллакс $\pi = 0'',003$, а $m_v = 0^m,13$.
49. Звездная величина Веги равна $+0^m,1$. Какова была бы звездная величина этой звезды, если бы она удалась от нас на расстояние, которое в 1000 раз больше? Можно ли было тогда увидеть Вегу невооруженным глазом?
50. Во сколько раз по яркости отличается от Солнца звезда Проксима Центавра, для которой $\pi = 0'',762$, а $m_v = +11^m,05$?
51. Блеск двух звезд (по зрительному ощущению) различается в 10^2 раз. Если их абсолютные величины одинаковы, то как различаются их расстояния до нас?
52. Определите эффективную температуру Альдебарана и вычислите его видимую звездную величину, зная, что для этой звезды $\pi = 0'',057$, $M_v = -0^m,1$, радиус ее равняется 62 радиусам Солнца.
53. Определите радиус Альдебарана и вычислите расстояние до него, зная, что для этой звезды $\pi = 0'',057$; $M_v = -0^m,1$; $T = 3300$ К.
54. Абсолютная звездная величина звезды $M = 2^m,0$. На каком расстоянии она будет восприниматься как звезда с $m = +1^m,0$? Эта звезда ярче Солнца или наоборот?
55. Будет ли видна звезда невооруженным глазом, если ее $M_v = 0^m$, а расстояние 12,2 пк?
56. Сравните освещенность земной поверхности от полной Луны и от Солнца 22 декабря ($m_{\odot} = -26^m,8$, $m_{\text{л}} = -12^m,7$). Широта местности $\varphi = 53^\circ,5$. Считать, что восходящий узел орбиты Луны совпадает с точкой весеннего равноденствия.
57. Суммарная яркость тройной звезды соответствует визуальной звездной величине $m_0 = 1^m$. Определите видимые звездные величины всех компонентов, если у первых двух они одинаковы, а у третьего звездная величина $m_3 = 3^m,5$.
58. Определите, через какое время звезда 16-й звездной величины станет видна невооруженным глазом при приближении к Солнечной системе (тангенциальная скорость звезды равна нулю), если полосы поглощения линий водорода H_α в ее атмосфере смещены в фиолетовую область на $\Delta\lambda = 0,14$ нм ($\lambda_{\text{H}\alpha} = 422,6$ нм). Расстояние до звезды в начальный момент времени $r = 12$ пк.
59. Исчезнет ли из поля зрения звезда с $m_v = 2^m$, видимая невооруженным глазом, через 10^6 лет, если она удаляется от Солнечной системы (тангенциальная скорость

- звезды равна нулю)? Первоначальное расстояние $r = 10$ пк, а полосы поглощения линий H_{α} смещены в красную область на $\Delta\lambda = 0,11$ нм ($\lambda_{H\alpha} = 422,6$ нм).
60. Двойная звезда имеет блеск каждого из компонентов $m_1 = 2,4^m$, $m_2 = 3^m,96$. Определите суммарную звездную величину.
 61. В 2000 г. американскими астрономами была открыта очередная малая планета из семейства транснептуновых планет «Плутино» («Плутончики»), которая имеет диаметр примерно $D \approx 650$ км, ее расстояние от Солнца в афелии $r_Q = 5,6$ млрд км, а в перигелии – $r_q = 2,7$ млрд км. Определите максимальную звездную величину, которую должен иметь Плутино при наблюдениях с Земли (влияние атмосферы не учитывать), при условии, что коэффициент отражения поверхности планеты $A = 0,2$. Для расчетов принять, что солнечная постоянная $Q = 1360$ Вт/м²; энергия, излучаемая с единицы поверхности Солнца, $\varepsilon_{\odot} = 6,28 \cdot 10^7$ Вт/м²; радиус Солнца $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8$ м; астрономическая единица $r_{\oplus} = 1,5 \cdot 10^{11}$ м; видимая звездная величина Солнца $m_{\odot} = -26^m,8$.
 62. Круговая орбита визуально-двойной звезды с одинаковыми составляющими $m = 7^m,3$, каждая одинакового спектра (класс G2V) наклонена к лучу зрения на $\theta = 45^\circ$. Наибольшая наблюдаемая лучевая скорость спутника относительно главной звезды $v_r = 20$ км/с; наибольшее наблюдаемое собственное движение спутника относительно главной звезды $\mu = 0",05$ в год; период обращения $P = 6$ лет. Определите размеры, параллакс, массу и светимость каждого компонента системы, а также радиус относительной орбиты.
 63. Период обращения двойной звезды $P = 100$ лет. В момент ее максимального удаления расстояние главной звезды от центра масс равнялось $a_1 = 10$ а.е. Определите минимальное расстояние между звездами, если масса главной звезды $m_1 = 5m_{\odot}$, а масса спутника $m_2 = m_{\odot}$.
 64. Сколько времени понадобилось бы воображаемому поезду, который движется без остановок со скоростью 200 км/ч, чтобы добраться до ближайшей звезды – Проксимы Центавра, параллакс которой $\pi = 0",762$?
 65. Параллакс звезды 61 Лебеда равен $0",37$. Каково расстояние до нее в световых годах?
 66. Видимая звездная величина Сириуса равна $-1^m,46$, а его спутника – $+8^m,67$. Во сколько раз истинный блеск (по зрительному ощущению) Сириуса больше истинного блеска его спутника? Расстояние между этими звездами пренебрежимо мало по сравнению с расстоянием от Земли до Сириуса.
 67. Вычислите абсолютную звездную величину Сириуса, зная, что его параллакс $\pi = 0",377$, а видимая звездная величина $m = -1^m,46$.
 68. Определите абсолютную величину Антареса, зная, что его параллакс $\pi = 0",019$, а видимая звездная величина $m = +0^m,91$.
 69. Каково в парсеках расстояние до Полярной звезды, если по спектру ее абсолютная величина $M_1 = -5^m,59$, а видимая величина $m_1 = +2^m,02$. Определите то же для новой звезды в Геркулесе, если ее абсолютная величина, определенная спектрально, $M_2 = -7^m,5$, а видимая величина $m_2 = +1^m,2$ (в наибольшем блеске).
 70. В таблице приведены фотографические m_p и визуальные m_v величины ярких звезд. Расположите их в порядке увеличения интенсивности цвета: белые, желтые, оранжевые, красные.

Фотографические m_p и визуальные m_v величины ярких звезд					
Звезды	m_p	m_v	Звезды	m_p	m_v
Спика	0,94	1,21	Арктур	1,36	0,24
Антарес	2,95	1,22	Ригель	0,30	0,34
Альтаир	1,05	0,89	α Центавра	0,63	0,06
Капелла	0,88	0,21	γ Андромеды	3,40	2,28

71. Температуру звезды можно определить, зная ее показатель цвета, по формуле $T = \frac{7200}{CI + 0,64}$. Определите среднюю температуру звезд спектральных классов B0, A0 и dG0, зная, что их средние показатели цвета соответственно равны $-0,33$; $0,00$; $0,57$.
72. Определите радиус Хадара (β Центавра), если температура звезды $T = 21\,000$ К, абсолютная визуальная звездная величина $M_v = -3,4$.
73. Звезда Арктур на 1 см^2 поверхности Земли, перпендикулярный ее лучам, посылает в минуту $64 \cdot 10^{12}$ калорий. Параллакс звезды $\pi = 0",08$, а ее радиус в 26 раз больше радиуса Солнца. Определите температуру Арктура.
74. Бетельгейзе посылает на Землю $E = 7,7 \cdot 10^{-11}$ кал/(см²·мин). Определите температуру этой звезды, зная, что ее параллакс $\pi = 0",011$, а угловой диаметр, измеренный интерферометром, $d = 0",047$.
75. Вычислите среднюю плотность звезды 40 Эридана В по следующим данным: масса звезды составляет 0,44 массы Солнца; $T = 11\,000$ К; $M_v = 11^m,2$.
76. Известны пространственная скорость звезды V , образующая с лучом зрения угол θ (см. рисунок), лучевая V_r и тангенциальная V_t скорости звезды, ее параллакс π , собственное движение μ и видимая величина m . Получите выражения для расчета момента времени t , когда звезда M была (или будет) на минимальном расстоянии от Солнца O в точке M' . Какими будут тогда значения π' , μ' , m' , V_r' , V_t' .



77. Определите дату наибольшего сближения «летающей звезды Барнарда» с Солнцем, если для нее $m = 9^m,54$; $\mu = 10",31$; $\pi = 0",552$; $V_r = -108$ км/с; $V_t = 88,5$ км/с. Определите также значения этих параметров в момент сближения.

78. Вычислите среднюю плотность белого карлика, являющегося спутником другой звезды, по следующим данным: спектры главной звезды и спутника одинаковы; средняя плотность главной звезды $\rho_1 = 0,2 \text{ г/см}^3$. Разность видимых звездных величин главной звезды и спутника 10^m , отношение их масс 2:1.
79. Параллакс визуально-двойной звезды Кастор $\pi = 0",076$; собственное движение $\mu = 0",20$ в год; лучевая скорость системы $V_r = +3 \text{ км/с}$; видимая величина компонентов $m_1 = 2^m,0$ и $m_2 = 2^m,8$; большая полуось орбиты $a = 6",06$; период обращения $P = 306$ лет. Определите большую полуось орбиты в километрах, светимость компонентов по сравнению с Солнцем, относительную орбитальную скорость спутника, суммарную массу двух звезд, отношение их радиусов (температуры обеих звезд одинаковы) и скорость системы в целом.
80. Определите отношение масс компонентов спектрально-двойной звезды β Скорпиона, если полуамплитуды лучевых скоростей главной звезды и спутника соответственно $k_1 = 126$ и $k_2 = 152 \text{ км/с}$.
81. Каков радиус орбиты спектрально-двойной звезды Лакайль 3105? По раздвоению линий в спектре звезды установлено, что относительная скорость компонентов 620 км/с , а период равен $3^d 2^h 46^m$. Орбиту считать круговой, ее плоскость – проходящей через Солнце, а массы обоих компонентов – одинаковыми.
82. Переменная звезда δ Цефея имеет период $P = 5^d,37$ и среднюю видимую звездную величину $m = +3^m,95$. На каком расстоянии от нас в парсеках находится δ Цефея?
83. Если амплитуда изменения блеска цефеиды в болометрических звездных величинах $\Delta m = 2^m,0$ и изменение ее блеска обусловлено пульсацией, то каково изменение ее радиуса? В максимуме блеска температура звезды $T_1 = 9000 \text{ К}$, в минимуме – $T_2 = 7000 \text{ К}$.
84. Определите отношение радиусов r/R слабой и яркой звезд ($r < R$) в системе затменной двойной звезды типа Алголя, если из наблюдений известно, что отношение ее блеска в минимуме к блеску в максимуме равно k . Затмение яркой звезды большего радиуса слабой звездой меньшего радиуса считать центральным; слабую звезду (спутник) при затмении считать совершенно темной.
85. Истинный период изменения блеска затменной переменной звезды $P = 3^d$, лучевая скорость ее $V_r = +30 \text{ км/с}$. Чему равен наблюдаемый непосредственно период этой звезды?
86. В созвездии Геркулеса в 1934 г. вспыхнула новая звезда. Ее блеск в течение суток увеличился на $\Delta m = 5^m$. Расстояние до звезды, измеренное сразу после вспышки, $r_1 = 1800 \text{ св. лет}$. Докажите, что эта вспышка не могла быть вызвана внезапным приближением звезды к Земле.
87. Средний видимый блеск цефеиды в звездном скоплении созвездия Геркулеса $m = 15^m,1$, период ее пульсации – около 11 ч. Определите расстояние до звездного скопления в созвездии Геркулеса.
88. Каково расстояние до галактики, если в ее спектре красное смещение линии H_γ ($\lambda = 434,1 \text{ нм}$) $\Delta\lambda = 14,5 \text{ нм}$?
89. Определите расстояние r и линейный диаметр D спиральной галактики в созвездии Треугольника, если ее угловой диаметр $d = 1^\circ$, а период наблюдающихся там цефеид $P = 13^d$ при видимой звездной величине $m = 19^m,6$.
90. В спиральной галактике, отстоящей от нас на $r_1 = 7,5 \text{ млн св. лет}$, обнаружены две цефеиды, которые имеют одинаковый период, но одна из них находится на ближайшем к нам краю галактики, другая – на $\Delta r = 20\,000 \text{ св. лет}$ дальше. Каково

- различие видимых величин этих звезд, если считать их абсолютные величины строго одинаковыми?
91. Квазар 3C 273 (один из самых близких) имеет блеск $m = 12^m,88$, красное смещение $z = 0,158$, угловой диаметр оболочки $d=1''$. Сравните размеры оболочки квазара с диском Галактики и блеск полной Луны с блеском 3C 273 при его расположении в ядре Галактики.
 92. Вблизи ядра Галактики, по данным радионаблюдений, происходит выброс вещества, который сместился за год на $\varphi = 9''$ от центра. Измерения сдвига спектральных линий фронта выброса позволили отметить фиолетовое смещение $z = 0,5$. Определите скорость выброса вещества в классическом приближении с учетом конечности скорости света.
 93. Где светлее – днем на Плутоне или в лунную ночь на Земле?
 94. Затменно-двойная система имеет два одинаковых компонента. На сколько звездных величин изменяется блеск системы в момент полного затмения одного компонента другим?
 95. В звездном скоплении N звезд, звездная величина каждой из них m . Вычислите суммарную звездную величину скопления.
 96. На небе около 6000 звезд ярче 6-й звездной величины. Считая, что у всех звезд одинаковая светимость и они распределены в пространстве равномерно, определите, сколько на небе звезд ярче m -й звездной величины.
 97. Европа, один из четырех галилеевых спутников Юпитера, имеет радиус $R_E = 1600$ км. Этот спутник полностью покрыт льдом. Вычислите звездную величину Европы в момент, когда Юпитер находится ближе всего к Земле. Для Юпитера: радиус $R_J = 71\,400$ км, альбедо $A_J = 0,55$, звездная величина в противостоянии $m = -2^m,5$.
 98. Как изменяется видимая звездная величина самосветящегося объекта, если расстояние до него изменяется незначительно $\{\Delta r/r \ll 1\}$?
 99. Определите максимальное расстояние, с которого Солнце еще можно видеть невооруженным глазом.
 100. Можно ли увидеть в крупнейшие телескопы звезды, подобные Солнцу, в туманности Андромеды ($r \approx 0,7$ Мпк)?
 101. Звезды главной последовательности спектрального класса $B0V$ ($T = 30\,000\text{K}$) имеют массу $m \sim 15 \cdot m_\odot$. Воспользовавшись соотношением масса – светимость для звезд главной последовательности, вычислите их среднюю плотность.
 102. Как изменится светимость звезды, если ее радиус уменьшится на $\varepsilon = 2\%$, а эффективная температура на столько же увеличится?
 103. Определите разность абсолютных звездных величин двух звезд одинакового размера, эффективные температуры которых различаются на 10% .
 104. Светимость одной из двух одинаковых по размеру звезд на 4% больше, чем другой. Считая, что обе звезды излучают как абсолютно черное тело, найдите, на сколько различаются: а) температуры звезд; б) длины волн, соответствующие максимуму в распределении энергии в спектре; в) интенсивности излучения в максимуме спектра; г) интенсивности излучения на определенной длине волны в области спектра, где справедливо приближение Рэлея — Джинса.

105. Определите толщину алюминиевой фольги от шоколадки, сев на которую в окрестности звезды класса $O5V$, объект малой массы (например, комар) мог бы улететь на ней, как на фотонном парусе, к другим звездам. В момент, когда комар садится на фольгу, она находится в состоянии покоя.

5.4. Вопросы к зачету

1. Горячая модель Вселенной и природа реликтового излучения
2. Уравнение переноса излучения и его решения в простейших случаях. Понятие о фотосфере и качественное объяснение эффекта потемнения к краю солнечного диска.
3. Источники энергии Солнца и звезд (химический, гравитационный и ядерный). Характерные времена химической, гравитационной и ядерной эволюции.
4. Качественное объяснение образования линий поглощения в спектрах звезд. Химический состав звезд и обилие водорода, гелия и других элементов во Вселенной.
5. Условие гидростатического равновесия в звездах. Оценка давления и температуры внутри звезды.
6. Понятие о вырожденном электронном газе и строение белых карликов, чандрасекхаровский предел на массу белого карлика.
7. Понятие о вырожденном нейтронном газе и строение нейтронных звезд. Предельная масса нейтронной звезды.
8. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела. Основные классы светимости звезд. Спектральный параллакс.
9. Межзвездная среда. Распределение газа и пыли в Галактике
10. Спиральные и эллиптические галактики, их классификация. Определение расстояний до галактик.
11. Определение масс небесных тел (примеры: масса Солнца, планеты, двойной звезды).
12. Основные характеристики звезд. Определение светимости и массы звезд. Связь между массой и светимостью у звезд главной последовательности.
13. Круговая и параболическая скорости (1 и 2 космические скорости) Понятие о черной дыре и расчет ее радиуса.
14. Определение основных характеристик Солнца (M , R , L , T , скорости вращения).
15. Солнечные пятна и их природа. Солнечная активность и ее цикл. Солнечно-земные связи.
16. Основные свойства белых карликов. Гидростатическое равновесие в белых карликах. Качественный вывод зависимости радиуса белого карлика от его массы.
17. Протон-протонные реакции и необходимые условия их протекания. Элементарный расчет потока солнечных нейтрино на Земле и их наблюдения.
18. Приливы и отливы и их природа, понятие предела Роша и качественная картина приливной эволюции системы Земля-Луна.
19. Строение звезд главной последовательности. Формирование зон конвективного переноса энергии.
20. Красное смещение линий в спектрах галактик и разбегание галактик. Закон Хаббла, возраст и радиус Вселенной.
21. Планеты земной группы их основные свойства и отличия от планет гигантов.
22. Неустойчивость Рэлея-Тейлора, Джинса и образование звезд и звездных скоплений.
23. Планеты гиганты их основные свойства и отличия от планет земной группы.
24. Внутреннее строение Солнца, оценка температуры внутри Солнца и доказательства протекания в нем протон-протонных реакций.
25. Кометы. Примеры известных комет. Разрушение комет и их связь с метеорными потоками (примеры). Понятие об облаке комет Оорта.
26. Свойства рассеянных и шаровых звездных скоплений. Определение их возраста.
27. Астероиды. Физические свойства астероидов, распределение их в пространстве и проявление их резонансного взаимодействия с планетами.
28. Пульсары: основные наблюдательные данные, их связь с нейтронными звездами.

29. Основные свойства красных гигантов и их внутреннее строение.
30. Строение Млечного Пути: плоская и сферическая подсистемы, спиральная структура.
31. Модель расширяющейся Вселенной Фридмана.
32. Звездные величины, формула Погсона. Цвет звезды, показатель цвета и его связь с температурой звезды (качественно). Эффективная и цветовая температуры звезды.
33. Особенности эволюции тесных двойных звездных систем.
34. Спектральная классификация звезд и качественное ее объяснение на примере условий наблюдений линий поглощения серии Бальмера.
35. Космология: понятие о классической и релятивистской космологии. Парадоксы классической космологии (фотометрический и др.).
36. Переменные пульсирующие звезды. Качественная теория пульсаций. Зависимость светимости от периода пульсаций и определение расстояний до цефеид.
37. Квазары и активные галактики.
38. Эволюция звезд (подробно на примере Солнца)
39. Внеземные цивилизации и проблемы их поиска.
40. Сверхновые звезды: наблюдения и теория.
41. Антропный принцип в космологии.
42. Понятие о черной дыре, зависимость ее радиуса от массы (Объект Лебедь X-1 — кандидат в черные дыры).
43. Наблюдение радиоизлучения нейтрального водорода и спиральная структура Галактики.

5.5. Тест

Тест № 1 «Физическая природа тел Солнечной системы»

- Смена времен года на планете происходит потому что:
А) планеты движутся вокруг Солнца Б) планеты вращаются вокруг своей оси
В) ось вращения планеты наклонена к плоскости орбиты Г) ось вращения планеты лежит в плоскости орбиты
- Наблюдатель, находящийся на Луне, видит затмение Солнца. Что в это время видит земной наблюдатель?
А) затмение Луны Б) затмение Солнца В) частное затмение Солнца Г) частное затмение Луны
- По орбите Земля движется быстрее, если:
А) она находится ближе к Солнцу Б) она находится ближе к Луне В) ночью Г) днем
- Зная эксцентриситет Луны 0,05 и большую полуось 384400 км, вычислите наименьшее расстояние до Луны:
А) 365180 км Б) 378000 км В) 355280 км Г) 403620 км
- Укажите правильный порядок расположения планет по мере удаленности от Солнца:
А) Меркурий, Венера, Марс, Земля, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон
Б) Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон
В) Венера, Меркурий, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Нептун, Уран, Плутон
Г) Меркурий, Венера, Земля, Марс, Сатурн, Юпитер, Уран, Нептун, Плутон
- К малым телам Солнечной системы относятся:
А) звезды Б) кометы В) астероиды Г) планеты
- Почему нельзя ожидать солнечного затмения во время каждого новолуния?
А) периоды благоприятные для затмений бывают лишь два раза в году
Б) не все новолуния проходят вблизи эклиптики
В) плоскость лунной орбиты не совпадает с плоскостью эклиптики
Г) Луна находится в противоположной от Солнца стороне
- Если в процессе движения по орбите Луна окажется в стороне, в которой находится и Солнце, то мы с Земли видим фазу:
А) полнолуние Б) новолуние В) первую четверть Г) последнюю четверть
- Вычислите на каком расстоянии космонавт при полете на Марс увидит нашу Землю из космоса под углом $1^{\circ}46'18''$:
А) 206265 км Б) 512530 км В) 207000 км Г) 6371 км
- Среди планет земной группы имеет самую плотную атмосферу:
А) Меркурий Б) Земля В) Венера Г) Марс
- Перед восходом Солнца на юге у горизонта находится комета. Как относительно горизонта направлен ее хвост?
А) влево Б) вниз В) вправо Г) вверх
- Чем можно объяснить отсутствие у Луны магнитного поля?
А) слабым притяжением Б) медленным осевым вращением
В) большими перепадами температур Г) плохой электропроводностью мантии
- Какие из перечисленных ниже тел не движутся вокруг Солнца?
А) планеты Б) астероиды В) спутники Г) кометы
- Зная параллакс Солнца ($8,794''$) и параллакс Луны ($57'02''$) найдите во сколько раз Солнце от нас дальше чем Луна.
А) 400 Б) 390 В) 110 Г) 60
- Самой маленькой планетой земной группы является:
А) Земля Б) Венера В) Меркурий Г) Марс

Тест №2 «Солнце и звезды»

1. Годичный параллакс служит для:
А) определения расстояния до ближайших звезд; Б) определения расстояния до планет;
В) расстояния проходящего Земли за год; Г) доказательства конечности скорости света;
2. Определите расстояние до звезды в парсеках, если годичный параллакс равен $0,12''$
А) 0,12 Б) 27,1 В) 8,33 Г) 3,26
3. Третий уточненный закон И.Кеплера позволяет определить у звезд:
А) массу Б) светимость В) радиус Г) расстояние
4. Во сколько раз Капелла (α Возничего), имеющая видимую звездную величину $0,08^m$ ярче звезды Рас Альхега (α Змееносца), видимая звездная величина которой $2,08^m$?
А) 100 Б) 2,5 В) 2,512 Г) 6,31
5. Сколько звезд невооруженным глазом можно увидеть в созвездии?
А) 5-10 Б) 10-20 В) 50-100 Г) 1000-3000
6. Как называется в созвездии Ориона третья по яркости звезда?
А) звезда 3^m в Орионе Б) Гамма Ориона В) Дельта Ориона Г) 3-я в Орионе
7. В какую группировку звезд на диаграмме Герцшпрунга-Рессела входит Солнце?
А) в последовательность сверхгигантов Б) в последовательность субкарликов
В) в главную последовательность Г) в последовательность белых карликов
8. Найдите абсолютную звездную величину звезды Денеб (α Лебеда), если ее видимая звездная величина равна $1,25^m$ и находится от нас примерно в 1000пк.
А) 8,75 Б) $-8,75$ В) 9 Г) -9
9. Отличие вида спектров звезд определяется в первую очередь
А) возрастом Б) температурой В) светимостью Г) размером
10. Какой цвет звезды спектрального класса К?
А) белый Б) красный В) желтый Г) голубой
11. Смотря на Солнце, какую мы видим доступную для наблюдения "поверхность"?
А) корону Б) хромосферу В) фотосферу Г) конвекционную зону
12. Звезда какой звездной величины ярче 1^m или 6^m и во сколько раз?
А) 1^m в 100 Б) 6^m в 100 В) 1^m в 2,512 Г) 6^m в 2,512
13. Сколько времени свет от Солнца идет до Земли?
А) приходит мгновенно Б) Примерно 8мин В) 1св.год Г) около суток
14. Основные условия протекания термоядерной реакции внутри звезд
А) большое давление Б) высокая температура В) оба первых условия Г) Очень большая скорость движения атомных ядер
15. Двойная звезда Сириус (α Б.Пса) имеет период обращения компонентов вокруг центра масс 50 лет, а большую полуось 20а.е. Определить сумму масс компонентов в массах Солнца.
А) 3,2 Б) 32 В) 2,4 Г) 4,15

Тест № 3 «Строение и эволюция Вселенной»

1. Какой объект состоит из весьма массивной черной дыры с обращающимися вокруг нее голубыми и белыми гигантами числом до 1 млн?
А) шаровое скопление Б) рассеянное скопление В) ядро галактики Г) не наша галактика
2. Галактики какого типа наиболее старые?
А) спиральные Б) эллиптические В) неправильные Г) все одного возраста
3. На каком расстоянии находится галактика, если скорость ее удаления составляет 20000 км/с . $H=75 \text{ км/(с Мпк)}$.
А) 26,67 Мпк Б) 266,7пк В) 26,67пк Г) 266,7 Мпк
4. Сколько примерно возраст Солнца и большинства звезд?
А) 5млрд.лет Б) 5млн.лет В) несколько млн.лет Г) несколько млрд.лет
5. Наша Галактика относится к типу:
А) неправильных Б) спиральных В) эллиптических Г) Сейфертовских
6. Наше Солнце расположено в Галактике в:
А) центре Б) ядре В) плоскости ближе к краю Г) плоскости ближе к центру
7. Размер нашей Галактики (световых лет):
А) 1000 Б) 10000 В) 100000 Г) 300000
8. В каких областях галактики наиболее интенсивно идет звездообразование?
А) в планетарных туманностях Б) в газовой-пылевой туманностях В) в скоплениях нейтрального водорода Г) везде
9. Что особенно необычно в квазарах?
А) мощное радиоизлучение Б) большое красное смещение В) невелики для космических объектов, но светят ярче галактик Г) блеск не остается постоянным
10. Самыми крупными известными сейчас объектами во Вселенной являются:
А) галактики Б) скопление галактик В) метagalactика Г) скопление метagalactик
11. Имеют наибольшее из известных красные смещения
А) сталкивающиеся галактики Б) взрывающиеся галактики В) нормальные галактики Г) квазары
12. Каков линейный диаметр галактики Малое Магелланово Облако, спутнике нашей Галактики, если ее видимый угловой размер $220'$, а расстояние до нее 195000 св.лет ?
А) 63,8пк Б) 3830пк В) 12490пк Г) 208,5пк
13. Светлые газовые диффузные туманности:
А) представляют собой более плотные, чем окружающая среда, облака межзвездной пыли
Б) имеют спектры излучения, содержащие линии ионизированного Н, Не, О и других элементов
В) повсеместно присутствуют в межзвездном пространстве
Г) имеют спектры, повторяющие спектры освещающих их горячих звезд
14. Квазарами называют:
А) различные звездные системы, подобные нашей Галактике
Б) ту часть Вселенной, которая доступна сейчас наблюдению
В) исключительно активные объекты, являющиеся источниками мощного радиоизлучения и оптического излучения с очень большим красным смещением
Г) такие галактики, которые наряду со светом очень сильно излучают в радиодиапазоне
15. К какому типу галактик можно отнести туманность Андромеды (галактику М31)?
А) гигантская, эллиптическая Б) гигантская, пересеченная спирально
В) гигантская, нормальная, спиральная Г) подобная нашей Галактике

Бланк ответов на тестовое задание по астрофизике

Студент (Ф.И.О.) _____

Тест	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
№ 1															
№ 2															
№ 3															

3.2.3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ И ПЕРЕЧЕНЬ КОРРЕКТИРУЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 2018/2019 учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. На титульном листе РПД и ФОС изменено название ведомственной принадлежности «Министерство науки и высшего образования» на основании приказа «о внесении изменений в сведения о КГПУ им. В.П. Астафьева» от 15.07.2018 № 457 (п)., год изменен на 2018.

2. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами. Обновлен перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.

2. Обновлен перечень лицензионного программного обеспечения.

3. В фонд оценочных средств внесены изменения в соответствии с приказом «Об утверждении Положения о фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой (государственной итоговой) аттестации» от 28.04.2018 № 297 (п).

Программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и методики обучения физике "20" мая 2018 г., протокол № 07

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой

Тесленко В.И.


(ф.и.о., подпись)

Одобрено НМСС(Н) Института математики, физики, информатики 44.03.01 Педагогическое образование, 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), 44.04.01 Педагогическое образование, 44.06.01 Образование и педагогические науки "23" мая 2018 г., протокол № 08

Председатель

Бортновский С.В.


(ф.и.о., подпись)

3.3. УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ
3.3.1. Карта литературного обеспечения дисциплины
(включая электронные ресурсы)

Астрофизика

(наименование дисциплины)

Для обучающихся образовательной программы

Уровень бакалавриата, 44.03.01 Педагогическое образование

(указать уровень, код и наименование направления подготовки,)

Физика, очная форма

(указать профиль/ название программы и форму обучения)

Наименование	Место хранения/ электронный адрес	Кол-во экземпляров/ точек доступа
Основная литература		
Кононович, Э.В. Общий курс астрономии [Текст]: учебное пособие для вузов. 4-е изд. / Э.В. Кононович, В.И. Мороз. – М.: ЛИБРОКОМ, 2011. – 544 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П.Астафьева	20
Засов, А.В. Астрономия: учебное пособие / А.В. Засов, Э.В. Кононович. – Москва : Физматлит, 2011. – 262 с. [Электронный ресурс]. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68864	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ
Клищенко, А.П. Астрономия [Текст]: учебное пособие / А.П. Клищенко, В.И. Шупляк. – М.: Новое знание, 2004. – 224 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П.Астафьева	40
Дополнительная литература		
Бакулин, П.И. Курс общей астрономии [Текст]: учебник для студентов университетов / П.И. Бакулин, Э.В. Кононович, В.И. Мороз. – 5-е изд. – М.: Наука, 1983. – 560 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П.Астафьева	142
Дагаев, М.М. Астрономия [Текст]: учебное пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов / М.М. Дагаев, В.Г. Демин, И.А. Климишин, В.М. Чаругин. – М.: Просвещение, 1983. – 384 с.	Научная библиотека КГПУ им. В.П.Астафьева	34
Винников, Е.Л. Астрономия [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Е.Л. Винников; Новосиб. гос. пед. ун-т. – Новосибирск: НГПУ, 2013. – 89 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 85–86. – URL: https://icdlib.nspu.ru/view/icdlib/3053/read.php .	Межвузовская электронная библиотека (МЭБ)	Индивидуальный неограниченный доступ
Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы		
Бутаков, С.В. Муниципальный этап всероссийской олимпиады	ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева	Индивидуальный

школьников по астрономии в Красноярском крае. 1997–2008 годы: учебно-методическое пособие / С.В. Бутаков. Изд. 2-е, испр. – Красноярск: РИО КГПУ им. В.П. Астафьева, 2012. – 91 с. – Электронное издание. – № гос. регистрации 0321200431– URL: http://elib.kspu.ru/document/5568		неограниченный доступ
Бутаков С.В., Гурьянов, С.Е. Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Красноярском крае. 2009–2013 годы: учебно-методическое пособие. Красно-яр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2014. – 170 с. – URL: http://elib.kspu.ru/document/12570	ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева	Индивидуальный неограниченный доступ
Ресурсы сети Интернет		
Онлайн учебник (электронный учебник) «Открытая астрономия. 2.6»	http://college.ru/astronomy/course/content/content.html	Свободный доступ
Раздел об УМК Б.А. Воронцова-Вельяминова «Астрономия». Базовый уровень. 11 класс на сайте корпорации «Российский учебник» («ДРОФА» – «Вентана-Граф» – «Астрель»)	https://rosuchebnik.ru/metodicheskaja-pomosch/materialy/predmet-astronomiya_umk-b-a-vorontsova-velyaminova-astronomiya-11-klass/	Свободный доступ
Раздел об УМК В.М. Чаругина «Астрономия». Базовый уровень. 10–11 класс (серия «Сферы 1–11») на сайте издательства «Просвещение»	http://www.prosv.ru/umk/astronomy.html	Свободный доступ
Страница с информацией об учебнике Левитана Е.П. Астрономия. 11 класс. Базовый уровень на сайте издательства «Просвещение»	http://catalog.prosv.ru/item/8865	Свободный доступ
Раздел Астрономия Единого окна доступа к информационным ресурсам / ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика». – Электрон. дан.	http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.1.1	Свободный доступ
Программа планетарий Stellarium	http://www.stellarium.org/ru	Свободный доступ
Астрономические календари (ежегодник) на сайте проекта Российской астрономической сети «Astronet»	http://www.astronet.ru/	Свободный доступ
Информационные справочные системы и профессиональные базы данных		
Гарант [Электронный ресурс]: информационно-правовое обеспечение : справочная правовая система. – Москва, 1992.	Научная библиотека	локальная сеть вуза
Elibrary.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система : база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000– . – Режим доступа: http://elibrary.ru .	http://elibrary.ru	Свободный доступ

East View : универсальные базы данных [Электронный ресурс] :периодика России, Украины и стран СНГ . – Электрон.дан. – ООО ИВИС. – 2011.	https://dlib.eastview.com/	Индивидуальный неограниченный доступ
Межвузовская электронная библиотека (МЭБ)	https://icdlib.nspu.ru/	Индивидуальный неограниченный доступ

Согласовано:

Главный библиотекарь /  Фортова А.А.
(должность структурного подразделения) (подпись) (Фамилия И.О.)

3.3.2. Карта материально-технической базы дисциплины

Астрофизика

(наименование дисциплины)

Для обучающихся образовательной программы

Уровень бакалавриата, 44.03.01 Педагогическое образование

(указать уровень, код и наименование направления подготовки,)

Физика, очная форма

(указать профиль/ название программы и форму обучения)

Аудитория	Оборудование (наглядные пособия, макеты, модели, лабораторное оборудование, компьютеры, интерактивные доски, проекторы, информационные технологии, программное обеспечение и др.)
<p>для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации</p>	
<p>№ 2-06, корпус №4 Кабинет астрономии</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Компьютер с выходом в Интернет – 9 шт; • Проектор – 1 шт; • Наглядные пособия (стенды: таблицы демонстрационные (комплекты таблиц по астрономии): «Земля и Солнце», «От большого взрыва до наших дней», «Планеты Солнечной системы», демонстрационная карта звездного неба (168x164 см)); • Маркерная доска – 1 шт с устройством для интерактивной доски без ПО; • Доска маркерная – 1 шт; • Альт Линукс Школьный – (Свободная лицензия); • Microsoft® Windows® 7 Professional Лицензия Dreamspark (MSDN AA); • Kaspersky Endpoint Security – Лицензиат №2304- 180417-031116- 577-384; • 7-Zip – (Свободная лицензия GPL); • AdobeAcrobatReader – (Свободная лицензия); • Google Chrome – (Свободная лицензия); • Mozilla Firefox – (Свободная лицензия); • LibreOffice – (Свободная лицензия GPL); • XnView – (Свободная лицензия); • Java – (Свободная лицензия); • VLC – (Свободная лицензия); • Консультант Плюс – (Свободная лицензия для учебных целей); • Программа-планетарий Stellarium – (Свободная лицензия)
<p>№ 1-14, корпус №4</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Телескоп рефрактор ТАЛ-100RSM – 1 шт.; • Телескоп рефлектор ТАЛ-150П – 1 шт.; • Телескоп катадиоптрический ТАЛ-200К; – 1 шт.; • Телескоп Meade 10" LX90-ACF системы Шмидт-Кассегрен с исправленной комой, в комплекте с Autostar #497, набором окуляров серии SP 4000 и фильтров в кейсе, экваториальной универсальной платформой– 1 шт.; • Телескоп Meade LT 6" SC (f/10) Шмидт-Кассегрен (Autostar #497) – 1 шт.; • Телескоп Meade DS-2130AT-TC (Autostar #494) – 1 шт.; • Бинобль «Юкон» 20x50 – 3 шт.; • Цифровая астрономическая камера DSI III (цветная) – 1 шт.; • Цифровая астрономическая камера DSI II с набором фильтров – 1 шт.; • Цифровой фотоаппарат Pentax K-7 – 1 шт.; • Глобус Звездного неба (диаметр 320 мм) – 1 шт.;

	<ul style="list-style-type: none"> • Глобус Луны (диаметр 320 мм) – 2 шт.; • Глобус Марса (диаметр 320 мм) – 1 шт.; • Модель «Планеты Солнечной системы» (МПСС) – 1 шт.; • Прибор демонстрационный «Теллурий» трехпланетная модель (Земля-Солнце-Луна) – 1 шт.; • Видеофильмы на DVD по астрономии: «Астрономия-1», «Астрономия-2», «Астрономия. Звезда по имени Солнце» – 1 ком.; • Модель небесной сферы – 4 шт.; • Звездный атлас (Михайлов А.А.) – 1 шт.; • Спектрограф – 1 шт.; • Монохроматор МДР-206 – 1 шт.; • Вакуумный насос ВМ-461МА – 1 шт.; • Вакуумный насос 2НБР-5ДМ – 1 шт.; • Агрегат вакуумный – 1шт.
для самостоятельной работы	
№ 1-02, корпус №4 Читальный зал	<ul style="list-style-type: none"> • Компьютер – 10 шт.; • Принтер-1 шт.; • Альт Линукс Школьный – (Свободная лицензия); • Microsoft® Windows® 7 Professional ЛицензияDreamspark (MSDN AA); • Kaspersky Endpoint Security – Лицсертификат №2304- 180417-031116- 577-384; • 7-Zip – (Свободная лицензия GPL); • AdobeAcrobatReader – (Свободная лицензия); • GoogleChrome – (Свободная лицензия); • MozillaFirefox – (Свободная лицензия); • LibreOffice – (Свободная лицензия GPL); • XnView – (Свободная лицензия); • Java – (Свободная лицензия); • VLC – (Свободная лицензия); • Консультант Плюс – (Свободная лицензия для учебных целей);
№ 1-01, корпус №4 Отраслевая библиотека	<ul style="list-style-type: none"> • Ксерокс – 1шт
№ 1-05, корпус №1 Центр самостоятельной работы	<ul style="list-style-type: none"> • МФУ – 5 шт.; • Компьютер – 15 шт.; • Ноутбук –10 шт.; • Альт Линукс Школьный – (Свободная лицензия); • Microsoft® Windows® 7 Professional ЛицензияDreamspark (MSDN AA).; • Kaspersky Endpoint Security – Лицсертификат №2304- 180417-031116- 577-384; • 7-Zip – (Свободная лицензия GPL); • AdobeAcrobatReader – (Свободная лицензия); • GoogleChrome – (Свободная лицензия); • MozillaFirefox – (Свободная лицензия); • LibreOffice – (Свободная лицензия GPL); • XnView – (Свободная лицензия); • Java – (Свободная лицензия); • VLC – (Свободная лицензия); • Консультант Плюс – (Свободная лицензия для учебных целей);