

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

27 » апреля 2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### ***Б1.В.ДВ.03.01 АСТРОФИЗИКА***

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки / специальность

03.03.03 Радиофизика

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация

Радиофизические методы по областям применения (биофизика)

*(наименование направленности (профиля) специализации)*

Программа подготовки академическая

*(академическая /прикладная)*

Форма обучения очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

*(бакалавр, магистр, специалист)*

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.В.02 «Основы астрономии» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Фундаментальная физика».

Программу составил:

В.Е. Лысенко,  
преподаватель кафедры оптоэлектроники



---

ПОДПИСЬ

Рабочая программа дисциплины Б1.В.02 «Основы астрономии» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 12.04.2018 г.  
Заведующий кафедрой оптоэлектроники  
д-р техн. наук, профессор Яковенко Н.А.



---

ПОДПИСЬ


Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры физики и информационных систем, протокол № 15 от 06.04.2018 г.  
Заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук,  
профессор Богатов Н.М.



---

ПОДПИСЬ

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 10 от 02.04.2018 г.  
Председатель УМК ФТФ  
д-р физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.



---

ПОДПИСЬ

Рецензенты:

Шевченко А.В., канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания»,

Тумаев Е.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий.

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Формирование комплекса общекультурных и профессиональных компетенций, устойчивых знаний, умений и навыков, определяющих подготовку бакалавров, необходимых и достаточных для осуществления всех видов профессиональной деятельности, предусмотренной образовательным стандартом, изучение студентами физических свойств космических тел и их систем, проявляющихся во всех диапазонах шкалы электромагнитных волн и иных видов излучений, а также современных теорий и моделей строения и развития космических тел и их систем.

### 1.2 Задачи дисциплины

1. изучение практических и теоретических основ астрофизики;
2. рассмотрение существующих теорий и моделей, описывающих физическую природу основных типов космических объектов и систем;
3. изучение приборной базы астрофизики и методик работы с ней;
4. получение навыков астрофизических наблюдений и интерпретации полученных данных в рамках существующих теорий и моделей.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решением алгебраических и дифференциальных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач. Предшествующие дисциплины, необходимые для ее изучения: высшая математика, физика.

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**  
Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *общекультурных/профессиональных* компетенций ОПК-1, ПК-2

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	знать главные направления астрофизических исследований, существующие теории и модели строения и развития космических тел и их систем,	объяснять астрофизические явления в рамках существующих теорий и моделей,	навыками поиска необходимой информации,
2	ПК-2	способностью использовать основные методы радиофизических измерений	основные методы изучения физической природы космических	определять основные астрофизические характеристики небесных объектов из	навыками решения задач, возникающих в процессе изучения

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			тел и их систем,	наблюдений,	космических тел и их систем,

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)	
		7 семестр	
<b>Контактная работа (в том числе):</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	80	80	
Занятия лекционного типа	32	32	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	16	16	
Лабораторные занятия	32	32	
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
Промежуточная аттестация (ИКР) в форме экзамена	0,3	0,3	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	62	62	
Курсовая работа			
Проработка учебного (теоретического) материала	40	40	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	22	22	
Реферат			
Подготовка к текущему контролю			
<b>Контроль:</b>	<b>35,7</b>	<b>35,7</b>	
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>82,3</b>	<b>82,3</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа СР
			Л	ПЗ	ЛР		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение		2	1			
2	Излучение и распространение		2	1	4	0,2	10

	электромагнитных волн в космической среде						
3	Инструменты и методы астрофизики		4	2	8	0,2	10
4	Общие свойства звезд		3	2	4	0,2	5
5	Двойные и переменные звезды		3	2	4	0,2	5
6	Компактные звезды		3	2		0,2	5
7	Эволюция звезд		3	1		0,2	5
8	Солнце как ближайшая звезда		4	1	4	0,2	10
9	Планетные системы		2	1	4	0,2	5
10	Галактика		2	1	2	0,2	5
11	Галактики и скопления галактик		2	1	2	0,1	1
12	Элементы космологии		2	1		0,1	1
	<i>Итого по дисциплине:</i>	180	32	16	32	2	62

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа студента.

### 2.3 Содержание разделов дисциплины:

В данном подразделе, в табличной форме приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т).

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
1	<i>Введение</i>	Место астрофизики в системе астрономических знаний, ее становление и развитие. Пространственно-временные масштабы в астрофизике.		
2	<i>Излучение и распространение электромагнитных волн в космической среде</i>	Понятия интенсивности (поверхностной яркости), потока и плотности излучения. Тепловое излучение. Локальное термодинамическое равновесие. Температура астрофизических источников, определяемая по их излучению. Механизмы генерации нетеплового излучения. Коэффициенты излучения и поглощения. Оптическая толщина. Уравнение переноса излучения и его решения для простейших случаев.	РГЗ, ЛР	
3	<i>Инструменты и методы астрофизики</i>	Системы и характеристики оптических телескопов. Приемники излучения видимого	РГЗ	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
		<p>диапазона. Эффективность телескопа. Проблема улучшения углового разрешения. Учет локальных астроклиматических параметров в реальном времени при астрофизических наблюдениях. Методы измерений астроклиматических параметров: количества ясного времени, прозрачности атмосферы и метеорологических факторов – температуры, влажность, скорость ветра. Спекл-интерферометрия. Активная и адаптивная оптика. Поляризационные и фотометрические наблюдения. Закон Погсона. Формирование непрерывного спектра и спектральных линий в астрофизических условиях. Спектральные наблюдения. Радиотелескопы. Радиоинтерферометры. Радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой(РСДБ). Метод апертурного синтеза. Пропускание излучения земной атмосферой. Внеатмосферная астрофизика. Гравитационно-волновые и нейтринные телескопы.</p>		
4	<i>Общие свойства звезд</i>	<p>Общие характеристики и спектральная классификация звезд. Диаграмма Герцшпрунга–Рессела. Атмосферы звезд. Ядерные реакции как источник звездной энергии. Уравнения равновесия стационарных звезд. Внутреннее строение звезд главной последовательности.</p>	РГЗ, ЛР	
5	<i>Двойные и переменные звезды</i>	<p>Двойные и кратные звезды. Затменные двойные. Определение масс двойных звезд. Соотношения М-L и М-R. Функция масс. Пульсации звезд. Цефеиды. Долгопериодические переменные.</p>	РГЗ	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
		Эруптивные и катаклизмические переменные. Новые звезды. Сверхновые звезды. Остатки сверхновых. Гиперновые и гамма-всплески.		
6	<i>Компактные звезды</i>	Наблюдаемые свойства белых карликов. Вырождение вещества. Предел Чандрасекара. Нейтронные звезды. Предел Оппенгеймера-Волкова. Оценки масс нейтронных звезд. Свойства радиопульсаров. Рентгеновские пульсары. Барстеры. Звездные черные дыры. Релятивистские эффекты вблизи черных дыр. Методы обнаружения черных дыр.	Э, РГЗ	
7	<i>Эволюция звезд</i>	Эволюция одиночных звезд. Диаграмма цвет-светимость для звездных скоплений. Особенности и стадии эволюции двойных звезд. Приближение Роша и полость Роша. Происхождение химических элементов (до элементов железного пика). Процессы образования тяжелых элементов в природе.	Э, РГЗ	
8	<i>Солнце как ближайшая звезда</i>	Общие характеристики Солнца. Особенности фотосферы, хромосферы и короны, солнечный ветер. Внутреннее строение Солнца. Проблема солнечных нейтрино. Гелиосейсмология. Активные образования и области на Солнце. Цикл солнечной активности.	РГЗ, ЛР	
9	<i>Планетные системы</i>	Солнечная планетная система и ее образование. Протопланетные диски. Методы обнаружения планет вокруг звезд. Статистические зависимости экзопланет.	Э, РГЗ, ЛР	
10	<i>Галактика</i>	Звездный состав и звездные скопления нашей Галактики, ее вращение и масса. Основные составляющие и проявления	Э, РГЗ, ЛР	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
		межзвездной среды. Космические лучи и магнитное поле Галактики. Диффузные туманности. Излучение туманностей в запрещенных линиях. Рекомбинационное излучение. Физическое состояние межзвездного газа: области HII, HI, H <sub>2</sub> , ГМО, горячий газ, мазерные источники. Механизмы нагрева и охлаждения межзвездного газа. Тепловая неустойчивость МЗС. Подсистемы, спиральные ветви и центральная область Галактики, ее эволюция.		
11	<i>Галактики и скопления галактик</i>	Основные характеристики и структура галактик. Физическая природа спиральной структуры. Движение газа и звезд в галактиках. Проблема темного гало. Звездообразование в галактиках и их эволюция. Особенности эволюции галактик в скоплениях. Типы и структура активных ядер галактик, принципы определения их параметров. Модели активных ядер. Группы и скопления галактик. Методы оценки масс скоплений, гравитационное линзирование. Крупномасштабное распределение галактик. Метагалактика. Красное смещение. Закон Хаббла.	Э, РГЗ, ЛР	
12	<i>Элементы космологии</i>	Парадоксы ньютоновской космологии. Релятивистские однородные и изотропные космологические модели. Большой взрыв и физические процессы в горячей Вселенной. Реликтовое излучение. Трудности классической космологии. Модель инфляционной Вселенной. Темная энергия. Космологические модели и	Э, РГЗ	



№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
		данные наблюдений. Метавселенная.		

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	<i>Введение</i>	Место астрофизики в системе астрономических знаний, ее становление и развитие. Пространственно-временные масштабы в астрофизике.	
2.	<i>Излучение и распространение электромагнитных волн в космической среде</i>	Понятия интенсивности (поверхностной яркости), потока и плотности излучения. Тепловое излучение. Локальное термодинамическое равновесие. Температура астрофизических источников, определяемая по их излучению. Механизмы генерации нетеплового излучения.	РГЗ
3.	<i>Излучение и распространение электромагнитных волн в космической среде</i>	Коэффициенты излучения и поглощения. Оптическая толща. Уравнение переноса излучения и его решения для простейших случаев.	РГЗ
4.	<i>Инструменты и методы астрофизики</i>	Системы и характеристики оптических телескопов. Приемники излучения видимого диапазона. Эффективность телескопа. Проблема улучшения углового разрешения. Учет локальных астроклиматических параметров в реальном времени при астрофизических наблюдениях. Методы измерений астроклиматических параметров: количества ясного времени, прозрачности атмосферы и метеорологических факторов – температуры, влажность, скорость ветра. Спекл-интерферометрия. Активная и адаптивная оптика. Поляризационные и фотометрические наблюдения. Закон Погсона. Формирование непрерывного спектра и спектральных линий в астрофизических условиях. Спектральные наблюдения.	РГЗ
5.	<i>Инструменты и методы астрофизики</i>	Радиотелескопы. Радиоинтерферометры. Радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой(РСДБ). Метод апертурного синтеза.	РГЗ

		Пропускание излучения земной атмосферой. Внеатмосферная астрофизика. Гравитационно-волновые и нейтринные телескопы.	
6.	<i>Общие свойства звезд</i>	Общие характеристики и спектральная классификация звезд. Диаграмма Герцшпрунга–Рессела. Атмосферы звезд. Ядерные реакции как источник звездной энергии. Уравнения равновесия стационарных звезд. Внутреннее строение звезд главной последовательности.	РГЗ
7.	<i>Двойные и переменные звезды</i>	Двойные и кратные звезды. Затменные двойные. Определение масс двойных звезд. Соотношения M-L и M-R. Функция масс.	РГЗ
8.	<i>Двойные и переменные звезды</i>	Пульсации звезд. Цефеиды. Долгопериодические переменные. Эруптивные и катаклизмические переменные. Новые звезды. Сверхновые звезды. Остатки сверхновых. Гиперновые и гамма-всплески.	РГЗ
9.	<i>Компактные звезды</i>	Наблюдаемые свойства белых карликов. Вырождение вещества. Предел Чандрасекара. Нейтронные звезды. Предел Оппенгеймера-Волкова. Оценки масс нейтронных звезд. Свойства радиопульсаров. Рентгеновские пульсары. Барстеры.	Э, РГЗ
10.	<i>Компактные звезды</i>	Звездные черные дыры. Релятивистские эффекты вблизи черных дыр. Методы обнаружения черных дыр.	Э, РГЗ
11.	<i>Эволюция звезд</i>	Эволюция одиночных звезд. Диаграмма цвет-светимость для звездных скоплений.	Э
12.	<i>Эволюция звезд</i>	Особенности и стадии эволюции двойных звезд. Приближение Роша и полость Роша. Происхождение химических элементов (до элементов железного пика). Процессы образования тяжелых элементов в природе.	Э
13.	<i>Солнце как ближайшая звезда</i>	Общие характеристики Солнца. Особенности фотосферы, хромосферы и короны, солнечный ветер. Внутреннее строение Солнца. Проблема солнечных нейтрино. Гелиосейсмология. Активные образования и области на Солнце. Цикл солнечной активности.	Э, РГЗ
14.	<i>Планетные системы</i>	Солнечная планетная система и ее образование. Протопланетные диски. Методы обнаружения планет вокруг звезд. Статистические зависимости экзопланет.	Э, РГЗ

15.	<i>Галактика</i>	Звездный состав и звездные скопления нашей Галактики, ее вращение и масса. Основные составляющие и проявления межзвездной среды. Космические лучи и магнитное поле Галактики. Диффузные туманности. Излучение туманностей в запрещенных линиях. Рекомбинационное излучение.	Э, РГЗ
16.	<i>Галактика</i>	Физическое состояние межзвездного газа: области HI, HII, H <sub>2</sub> , ГМО, горячий газ, мазерные источники. Механизмы нагрева и охлаждения межзвездного газа. Тепловая неустойчивость МЗС. Подсистемы, спиральные ветви и центральная область Галактики, ее эволюция.	Э
17.	<i>Галактики скопления галактик</i>	<i>и</i> Основные характеристики и структура галактик. Физическая природа спиральной структуры. Движение газа и звезд в галактиках. Проблема темного гало. Звездообразование в галактиках и их эволюция. Особенности эволюции галактик в скоплениях. Типы и структура активных ядер галактик, принципы определения их параметров. Модели активных ядер. Группы и скопления галактик. Методы оценки масс скоплений, гравитационное линзирование. Крупномасштабное распределение галактик. Метагалактика. Красное смещение. Закон Хаббла.	Э
18.	<i>Элементы космологии</i>	Парадоксы ньютоновской космологии. Релятивистские однородные и изотропные космологические модели. Большой взрыв и физические процессы в горячей Вселенной. Реликтовое излучение. Трудности классической космологии. Модель инфляционной Вселенной. Темная энергия. Космологические модели и данные наблюдений. Метавселенная.	Э

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
19.	<i>Введение</i>	Место астрофизики в системе астрономических знаний, ее становление и развитие. Пространственно-временные масштабы в астрофизике.	
20.	<i>Излучение распространение</i>	<i>и</i> Понятия интенсивности (поверхностной яркости), потока и плотности излучения.	РГЗ

	<i>электромагнитных волн в космической среде</i>	Тепловое излучение. Локальное термодинамическое равновесие. Температура астрофизических источников, определяемая по их излучению. Механизмы генерации нетеплового излучения. Коэффициенты излучения и поглощения. Оптическая толщина. Уравнение переноса излучения и его решения для простейших случаев.	
21.	<i>Инструменты и методы астрофизики</i>	Системы и характеристики оптических телескопов. Приемники излучения видимого диапазона. Эффективность телескопа. Проблема улучшения углового разрешения. Учет локальных астроклиматических параметров в реальном времени при астрофизических наблюдениях. Методы измерений астроклиматических параметров: количества ясного времени, прозрачности атмосферы и метеорологических факторов – температуры, влажность, скорость ветра. Спекл-интерферометрия. Активная и адаптивная оптика. Поляризационные и фотометрические наблюдения. Закон Погсона. Формирование непрерывного спектра и спектральных линий в астрофизических условиях. Радиотелескопы. Радиоинтерферометры. Радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой(РСДБ). Метод апертурного синтеза. Пропускание излучения земной атмосферой. Внеатмосферная астрофизика. Гравитационно-волновые и нейтринные телескопы. Спектральные наблюдения.	РГЗ
22.	<i>Общие свойства звезд Двойные и переменные звезды</i>	Общие характеристики и спектральная классификация звезд. Диаграмма Герцшпрунга–Рессела. Атмосферы звезд. Ядерные реакции как источник звездной энергии. Уравнения равновесия стационарных звезд. Внутреннее строение звезд главной последовательности. Двойные и кратные звезды. Затменные двойные. Определение масс двойных звезд. Соотношения M-L и M-R. Функция масс. Пульсации звезд. Цефеиды. Долгопериодические переменные. Эруптивные и катаклизмические переменные. Новые звезды. Сверхновые звезды. Остатки	Э, РГЗ

		сверхновых. Гиперновые и гамма-всплески.	
23.	<i>Компактные звезды Эволюция звезд</i>	Наблюдаемые свойства белых карликов. Вырождение вещества. Предел Чандрасекара. Нейтронные звезды. Предел Оппенгеймера-Волкова. Оценки масс нейтронных звезд. Свойства радиопульсаров. Рентгеновские пульсары. Барстеры. Звездные черные дыры. Релятивистские эффекты вблизи черных дыр. Методы обнаружения черных дыр. Эволюция одиночных звезд. Диаграмма цвет-светимость для звездных скоплений. Особенности и стадии эволюции двойных звезд. Приближение Роша и полость Роша. Происхождение химических элементов (до элементов железного пика). Процессы образования тяжелых элементов в природе.	РГЗ
24.	<i>Солнце как ближайшая звезда</i>	Общие характеристики Солнца. Особенности фотосферы, хромосферы и короны, солнечный ветер. Внутреннее строение Солнца. Проблема солнечных нейтрино. Гелиосейсмология. Активные образования и области на Солнце. Цикл солнечной активности.	Э, РГЗ
25.	<i>Планетные системы</i>	Солнечная планетная система и ее образование. Протопланетные диски. Методы обнаружения планет вокруг звезд. Статистические зависимости экзопланет.	Э
26.	<i>Галактика Галактики скопления галактик</i>	Звездный состав и звездные скопления нашей Галактики, ее вращение и масса. Основные составляющие и проявления межзвездной среды. Космические лучи и магнитное поле Галактики. Диффузные туманности. Излучение туманностей в запрещенных линиях. Рекомбинационное излучение. Физическое состояние межзвездного газа: области HII, HI, H <sub>2</sub> , ГМО, горячий газ, мазерные источники. Механизмы нагрева и охлаждения межзвездного газа. Тепловая неустойчивость МЗС. Подсистемы, спиральные ветви и центральная область Галактики, ее эволюция. Основные характеристики и структура галактик. Физическая природа спиральной структуры. Движение газа и звезд в галактиках. Проблема темного гало. Звездообразование в галактиках и их	Э

		эволюция. Особенности эволюции галактик в скоплениях. Типы и структура активных ядер галактик, принципы определения их параметров. Модели активных ядер. Группы и скопления галактик. Методы оценки масс скоплений, гравитационное линзирование. Крупномасштабное распределение галактик. Метагалактика. Красное смещение. Закон Хаббла.	
27.	<i>Элементы космологии</i>	Парадоксы ньютоновской космологии. Релятивистские однородные и изотропные космологические модели. Большой взрыв и физические процессы в горячей Вселенной. Реликтовое излучение. Трудности классической космологии. Модель инфляционной Вселенной. Темная энергия. Космологические модели и данные наблюдений. Метавселенная.	Э

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Инструменты и методы астрофизики	Определение астроклиматических параметров: количества ясного времени, прозрачности атмосферы и метеорологических факторов.	отчет
2.	Планетные системы	Определение радиусов орбит и периодов обращения спутников Юпитера	отчет
3.	Солнце как ближайшая звезда	Изучение спектра Солнца	отчет
4.	Солнце как ближайшая звезда	Определение индексов солнечной активности	отчет
5.	Общие свойства звезд	Изучение математической модели газового шара	отчет
6.	Излучение и распространение электромагнитных волн в космической среде	Определение цветовой температуры звезд	отчет
7.	Общие свойства звезд	Изучение собственных движений звезд	отчет
8.	Галактика	Изучение строения Галактики	отчет
9.	Планетные системы	Исследование характера изменения блеска комет вблизи перигелия	отчет
10.	Галактики и скопления	Определение красного смещения галактик	отчет

галактик	
----------	--

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы — не предусмотрены

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Все	Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика. – Фрязино: Век 2, 2006.
2	Все	Гусейханов, М.К. Основы астрономии [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 152 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/93767">https://e.lanbook.com/book/93767</a> . — Загл. с экрана.
3	все	Лабораторные работы по астрофизике для студентов 4 курса физико-технического факультета КубГУ по направлению "физика" <a href="http://moodle.kubsu.ru/course/view.php?id=387">http://moodle.kubsu.ru/course/view.php?id=387</a>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

При изучении дисциплины проводятся следующие виды учебных занятий и работ: лекции, практические занятия, домашние задания, защита лабораторных работ, консультации с преподавателем, самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к практическими занятиям, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий, подготовка к экзамену).

Для проведения части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого (занятия в интерактивной форме), позволяющего студенту воспринимать особенности изучаемой дисциплины, играющие решающую роль в понимании и восприятии, а так же в формировании профессиональных компетенций. По ряду тем дисциплины лекции проходят в классическом стиле. Студенту в режиме самостоятельной работы рекомендуется изучение короткометражных видеофрагментов по изучаемым вопросам.

При проведении практических занятий может использоваться доска, для расчетов и анализа данных могут применяться дополнительные справочные материалы. Предварительно изучая рекомендованную литературу, студенты готовятся к

практическому занятию — анализируют предложенные в учебнике примеры решения задач. На практических занятиях студенты работают индивидуально. Каждому студенту выдаются свои исходные данные к рассматриваемым на занятии задачам. Решение задачи один из студентов оформляет на доске и публично защищает. При возникновении трудностей преподаватель помогает студентам в достижении положительного результата. В ходе проверки промежуточных результатов, поиска и исправления ошибок, осуществляется интерактивное взаимодействие всех участников занятия.

При проведении лабораторных работ подгруппа разбивается на команды по 2-3 человека. Каждой команде выдается задание на выполнение лабораторной работы. Студенты самостоятельно распределяют обязанности и приступают к выполнению задания, взаимодействуя между собой. Преподаватель контролирует ход выполнения работы каждой группой. Уточняя ход работы, если студенты что-то выполняют не правильно, преподаватель помогает им преодолеть сложные моменты и проверяет достоверность полученных экспериментальных результатов. После оформления технического отчета команды отвечают на теоретические контрольные и дополнительные вопросы и защищают лабораторную работу.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность пользоваться любыми учебно-методическими и справочными материалами и рекомендациями, размещенными в сети Интернет.

Консультации проводятся раз в две недели для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении вопросов изучаемой дисциплины.

Таким образом, основными образовательными технологиями, используемыми в учебном процессе являются: интерактивная лекция с мультимедийной системой и активным вовлечением студентов в учебный процесс; обсуждение сложных вопросов и проблем и с последующим разбором этих вопросов на практических занятиях; лабораторные занятия — работа студентов в малых группах в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент». При проведении практических и лабораторных учебных занятий предусмотрено развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

В процессе подготовки к ответам на контрольные вопросы и практическим заданиям формируются требуемые ФГОС и ООП компетенции: ПК-2 и ОПК-1.

Текущий контроль организован следующих в формах: защиты лабораторных работ, в ходе практических и лабораторных занятий путем оценки активности студента и результативности его действий.

Ниже приводится перечень и примеры оценочных средств. Полный комплект оценочных средств приводится в ФОС дисциплины «Астрофизика»

Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме разноуровневых заданий и промежуточной аттестации в форме вопросов и задач к экзамену.

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля содержит:

- Контрольные вопросы по учебной программе.
- Примеры практических заданий по учебной программе.
- Вопросы для подготовки к экзамену.
- Темы эссе.



## Примеры контрольных вопросов по учебной программе

### Введение

- 1 Назовите основные разделы астрофизики.
- 2 На каких высотах происходит основное поглощение солнечного излучения молекулами кислорода, азота и озона в земной атмосфере?
- 3 Как связана светимость изотропно излучающей плоской поверхности с ее яркостью?
- 4 Определить звездную величину шарового скопления, состоящего из  $N$  одинаковых звезд с видимой звездной величиной  $m$ .

### Излучение и распространение электромагнитных волн в космической среде

- 1 В чем состоит значение формулы Планка для астрофизики?
- 2 Какие основные теоретические следствия из формулы Планка?
- 3 Какие виды температур вы можете назвать?
- 4 Что такое абсолютно черное тело?
- 5 Назовите основные законы излучения абсолютно черного тела.
- 6 В чем смысл уравнения переноса излучения и коэффициентов поглощения и излучения?

### Инструменты и методы астрофизики

- 1 От каких факторов зависит проникающая сила телескопа?
- 2 Что такое адаптивная оптика?
- 3 Назвать динамический диапазон глаза, фотоэмульсии, фотоумножителя, ПЗС-элемента.
- 4 Что такое красная граница фотоэффекта?
- 5 В чем преимущество рефлекторов перед рефракторами?
- 6 В чем преимущества экваториальной монтировки перед вертикально-азимутальной?
- 7 Почему современные большие телескопы используют вертикально-азимутальную монтировку?
- 8 Почему космические инфракрасные телескопы требуют глубокого охлаждения?
- 9 Почему в рентгеновском диапазоне для телескопостроения важен принцип косого падения?
- 10 Что такое сверхдлиннобазовая интерферометрия?

### Общие свойства звезд

- 1 Назовите принципы спектральных классификаций звезд.
- 2 Объясните значение диаграммы спектр–светимость.
- 3 Какому спектральному классу и классу светимости принадлежит Солнце?
- 4 Назовите основные физические характеристики звезд.
- 5 Охарактеризуйте внутреннее строение звезд разных масс.
- 6 Охарактеризуйте возможные источники энергии звезд.

### Двойные и переменные звезды

- 1 Какое значение имеет звездная величина переменной звезды в эпоху минимума?
- 2 Какие классы переменных звезд вы можете назвать?
- 3 Какие классы двойных звезд физически эквивалентны переменным?
- 4 Что такое пульсирующие звезды и в чем их ценность для астрофизики звездных систем?
- 5 Охарактеризуйте новые и сверхновые звезды.
- 6 Что такое эруптивные переменные?

### Компактные звезды

- 1 В чем сущность квантового вырождения газа?
- 2 В чем причина возникновения белых карликов и нейтронных звезд?
- 3 Каковы источники энергии белых карликов?
- 4 На какой теории основано представление о черных дырах?

5 Дайте определение черной дыры.

6 Назовите возможные черные дыры среди наблюдаемых объектов.

#### **Эволюция звезд**

1 Чем определяется скорость эволюции водородной звезды?

2 Что такое циклы ядерных превращений в ядрах звезд?

3 Что такое вырожденный объект?

4 Что такое нейтронная звезда, и с каким реально наблюдаемым классом объектов она связана?

5 Что такое слоевой источник в красных гигантах?

6 В чем особенность эволюции двойных систем?

#### **Солнце как ближайшая звезда**

1 Какова видимая звездная величина Солнца при наблюдениях с Плутона?

2 Если бы пятна заплнили всю фотосферу, как изменилась бы светимость Солнца?

3 В какой области солнечного диска видны наиболее глубокие слои?

4 В каких областях солнечного диска можно наблюдать слои температурного минимума?

5 Почему с уменьшением длины волны потемнение края солнечного диска усиливается?

6 Назовите основные наблюдаемые сферы Солнца?

7 Опишите внутреннее строение Солнца согласно стандартной модели.

8 Какова кинетическая энергия протонов, если они испущены во время хромосферной вспышки и достигают Земли через сутки?

9 Какие закономерности можно получить из анализа зависимости среднегодовых чисел Вольфа от времени?

#### **Планетные системы**

1 Каковы основные различия планет земной группы и планет-гигантов?

2 В чем отличия спектров планет и звезд?

3 Каковы механизмы радиоизлучения Юпитера в разных диапазонах радиоволн?

4 В чем отличие тел составляющих главный пояс астероидов и пояс Койпера?

5 Все ли круглые кратеры являются ударными?

6 Почему малые тела в основном не обладают атмосферой?

7 Назовите особенности комет по сравнению с другими малыми телами.

8 Назовите источник метеоров в земной атмосфере.

9 Назовите тела с выраженной вулканической активностью.

#### **Галактика**

1 Какую можно было бы ожидать яркость Млечного Пути, если бы не было межзвездного поглощения?

2 Назовите основные типы галактических объектов.

3 Охарактеризуйте плоскую и сферическую подсистемы Галактики.

4 Что такое звездные ассоциации? Какова их роль в объяснении явления звездообразования?

5 Назовите основные типы туманностей и их роль в объяснении эволюции звезд.

6 Назовите видимые проявления спиральности Галактики.

#### **Галактики и скопления галактик**

1 Назовите типы галактик.

2 Назовите методы определения расстояния до галактик.

3 Назовите элементы строения спиральных галактик.

4 Перечислите типы галактик в порядке возрастания числа звезд в них.

5 Какие объекты входят в состав галактик кроме звезд?

#### **Элементы космологии**

1 Назовите космологический принцип.

2 Перечислите космологические парадоксы.

3 Охарактеризуйте реликтовое излучение.

4 Каким законом описывается космологическое красное смещение?

5 Охарактеризуйте гипотезу Большого Взрыва и расширяющейся Вселенной.

## Примеры практических заданий по учебной программе

1. Исходя из того факта, что с высоты человеческого роста (1,8 м) предметы на поверхности моря видны максимум на расстоянии 5 км, а также исходя из предположения, что Земля — шар, рассчитать радиус Земли.
2. Суточный параллакс далекого транснептунового тела (из пояса Койпера) составил  $0,22''$ . Оцените расстояние до этого тела, пренебрегая движением Земли по орбите.
3. Третий закон Кеплера утверждает, что при обращении тел под действием силы тяготения для любых систем отношение квадрата периода обращения по орбите к кубу большой полуоси орбиты одинаково.
4. На основании закона Кеплера, зная расстояние Земли от Солнца определить орбитальный период обращения тела из предыдущей задачи.
5. Исходя из значения астрометрической точности в определении геометрического параллакса  $0,001''$ , определить максимальное расстояние до удаленных звезд, определяемое надежно.
6. Приняв за среднюю концентрацию звезд значение в окрестностях Солнца (вокруг Солнца в радиусе 5 пк находятся 50 звезд), оценить число звезд, расстояние до которых может быть определено надежно.
7. Третий закон Кеплера был уточнен Ньютоном на основании закона всемирного тяготения. Определить массу Солнца. Массу Земли принять равной  $6 \cdot 10^{24}$  кг.
8. Массы Земли и Луны относятся как 81:1, расстояние между их центрами равно 382420 км. Где расположен их общий центр тяжести?
9. Два космических тела имеют массы  $m_1$  и  $m_2$ , их взаимное расстояние равно  $r$ . В какой точке прямой, соединяющей их центры какое-либо тело будет ими притягиваться с одинаковой силой? Найти эту точку в системе Земля–Луна (расстояние между центрами 60 радиусов Земли).
10. Вычислить массу Нептуна относительно массы Земли, зная, что его естественный спутник отстоит от центра планеты на 354 тыс. км и период его обращения равен 5 суткам и 21 часу.
11. Как влияет плавное увеличение массы планеты на ее большую полуось?
12. Период обращения кометы Галлея 75,3 года, большая полуось ее орбиты 17,8 а.е., эксцентриситет орбиты 0,967. Во сколько раз отличается ее линейная скорость в перигелии от таковой в афелии?
13. Найти радиус орбиты геостационарного спутника (период обращения равен 1 суткам, висит над одной точкой поверхности).
14. Как изменилось бы движение планет, если бы масса Солнца внезапно уменьшилась вдвое?
15. Какое увеличение телескопа следует применить, чтобы Юпитер (угловой диаметр  $40''$ ) выглядел как Луна для невооруженного глаза ( $30'$ )?
16. Если окуляр с объективом с  $F = 160$  см дает увеличение 200 раз, то какое увеличение этот же окуляр даст с объективом с  $F = 12$  м?
17. Самый большой в мире телескоп-рефрактор (Йоркская обс., Висконсин) имеет объектив диаметром  $D = 102$  см и фокусное расстояние  $F = 19,5$  м. При телескопическом ходе лучей из окуляра выходит узкий пучок параллельных лучей, диаметр которого равен диаметру зрачка наблюдателя  $d_{зр} = 5$  мм. В этом случае увеличение телескопа принято называть нормальным. Определите нормальное увеличение телескопа и фокусное расстояние  $f$  окуляра.
18. Чему равно фокусное расстояние объектива  $F$ , дающего действительное изображение Луны диаметром  $d = 15$  мм?
19. Каков будет линейный диаметр Марса в ту пору, когда его угловой диаметр составляет  $25''$ , в фокусе телескопа с диаметром 1,25 м и относительным отверстием  $1/5$ ?
20. В телескоп какого диаметра можно различить по отдельности компоненты двойной звезды, находящиеся на угловом расстоянии друг от друга  $0,5''$ ?

21. Зная, что освещенность от Солнца составляет 135000 лк, определить звездную величину Солнца.
22. Найти абсолютную звездную величину Солнца. Учесть, что  $1 \text{ пк} = 206265 \text{ ае}$ .
23. Солнечная постоянная — это суммарный поток солнечного излучения, проходящий за единицу времени через единичную площадку, ориентированную перпендикулярно потоку, на расстоянии одной астрономической единицы от Солнца вне земной атмосферы и равна  $1367 \text{ Вт/м}^2$ . Освещенность вне земной атмосферы 135000 лк.
24. Чтобы перевести световые единицы в энергетические пользуются специальным коэффициентом  $k$  по формуле  $1 \text{ лк} = 1/k \text{ Вт/м}^2$ . Этот коэффициент для зеленого света 555 нм равен 683, для красного (650 нм) и синего (470 нм)  $k = 68,3$ , для красного (625 нм)  $k = 222$ , для белого света  $k = 243$ .
25. Свет Солнца не белый. Какой  $k$  необходимо принять для солнечного света?
26. Показать, что формула для абсолютной звездной величины есть следствие закона Погсона и закона обратных квадратов.
27. Между 20 и 22 февраля 1901 года блеск новой звезды в созвездии Персея увеличился в 25000 раз. Каково было соответствующее изменение блеска в звездных величинах?
28. Считая, что Солнце излучает как абсолютно черное тело, зная, что максимум интенсивности излучения приходится на длину волны 450 нм, определить цветовую температуру.
29. Считая, что Солнце излучает как абсолютно черное тело, зная интегральную светимость Солнца равную  $3,85 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$  и радиус Солнца равный  $6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$ , найти эффективную температуру Солнца.
30. Для малых  $\tau$  (то есть  $\tau \ll 1$ ) путем разложения в ряд формулы получить упрощенное уравнение и прокомментировать, для каких условий его можно применить.
31. На основании закона равномерного движения по окружности и центростремительного ускорения получить отношение масс компонентов двойной системы к расстояниям от центра масс.
32. Какой видимой звездной величиной должны обладать цефеиды с периодом 5 суток в Галактике Андромеды (2,52 млн. св.лет)?
33. Высокая скорость вращения обусловлена процессом образования нейтронной звезды, когда выполняется закон сохранения момента импульса. Пусть вырожденное ядро красного гиганта вращается с периодом  $3 \cdot 10^7 \text{ с} \approx 300$  дней. Каков будет период вращения нейтронной звезды, образующейся из него в процессе сжатия, если радиус вырожденного ядра  $10^9 \text{ м}$ , а типичный радиус нейтронной звезды  $10^4 \text{ м}$ ?
34. При сжатии звезды может также сохраняться величина магнитного потока. Пусть звезда имела магнитное поле у поверхности  $0,01 \text{ Тл}$ . Какой величины магнитное поле будет у поверхности нейтронной звезды в результате сжатия? Значение радиуса красного гиганта принять равным  $3 \cdot 10^{10} \text{ м}$ , а радиуса нейтронной звезды —  $10^4 \text{ м}$ .

### Темы эссе

- Общие свойства звезд
- Двойные и переменные звезды
- Компактные звезды
- Эволюция звезд
- Солнце как ближайшая звезда
- Планетные системы
- Галактика
- Галактики и скопления галактик
- Элементы космологии

## 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации Вопросы для подготовки к экзамену

1. Место астрофизики в системе астрономических знаний, ее становление и развитие. Пространственно-временные масштабы в астрофизике. (ОПК-1, ПК-2)
2. Понятия интенсивности (поверхностной яркости), потока и плотности излучения. Тепловое излучение. (ОПК-1, ПК-2)
3. Локальное термодинамическое равновесие. Температура астрофизических источников, определяемая по их излучению. (ОПК-1, ПК-2)
4. Механизмы генерации нетеплового излучения. Коэффициенты излучения и поглощения. (ОПК-1, ПК-2)
5. Оптическая толща. Уравнение переноса излучения и его решения для простейших случаев. (ОПК-1, ПК-2)
6. Системы и характеристики оптических телескопов. Приемники излучения видимого диапазона. (ОПК-1, ПК-2)
7. Эффективность телескопа. Проблема улучшения углового разрешения. Спекл-интерферометрия. Активная и адаптивная оптика. (ОПК-1, ПК-2)
8. Поляризационные и фотометрические наблюдения. Закон Погсона. (ОПК-1, ПК-2)
9. Формирование непрерывного спектра и спектральных линий в астрофизических условиях. Спектральные наблюдения. (ОПК-1, ПК-2)
10. Радиотелескопы. Радиоинтерферометры. Радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой (РСДБ). Метод апертурного синтеза. (ОПК-1, ПК-2)
11. Пропускание излучения земной атмосферой. Внеатмосферная астрофизика. (ОПК-1, ПК-2)
12. Гравитационно-волновые и нейтринные телескопы. (ОПК-1, ПК-2)
13. Общие характеристики и спектральная классификация звезд. Диаграмма Герцшпрунга–Рессела. (ОПК-1, ПК-2)
14. Атмосферы звезд. Ядерные реакции как источник звездной энергии. (ОПК-1, ПК-2)
15. Уравнения равновесия стационарных звезд. Внутреннее строение звезд главной последовательности. (ОПК-1, ПК-2)
16. Двойные и кратные звезды. Затменные двойные. (ОПК-1, ПК-2)
17. Определение масс двойных звезд. Соотношения M-L и M-R. Функция масс. (ОПК-1, ПК-2)
18. Пульсации звезд. Цефеиды. Долгопериодические переменные. (ОПК-1, ПК-2)
19. Эруптивные и катаклизмические переменные. Новые звезды. (ОПК-1, ПК-2)
20. Сверхновые звезды. Остатки сверхновых. Гиперновые и гамма-всплески. (ОПК-1, ПК-2)
21. Наблюдаемые свойства белых карликов. Вырождение вещества. Предел Чандрасекара. (ОПК-1, ПК-2)
22. Нейтронные звезды. Предел Оппенгеймера-Волкова. Оценки масс нейтронных звезд. (ОПК-1, ПК-2)
23. Свойства радиопульсаров. Рентгеновские пульсары. Барстеры. (ОПК-1, ПК-2)
24. Звездные черные дыры. Релятивистские эффекты вблизи черных дыр. Методы обнаружения черных дыр. (ОПК-1, ПК-2)
25. Эволюция одиночных звезд. Диаграмма цвет-светимость для звездных скоплений. (ОПК-1, ПК-2)
26. Особенности и стадии эволюции двойных звезд. Приближение Роша и полость Роша. (ОПК-1, ПК-2)
27. Происхождение химических элементов (до элементов железного пика). Процессы образования тяжелых элементов в природе. (ОПК-1, ПК-2)
28. Общие характеристики Солнца. Особенности фотосферы, хромосферы и короны, солнечный ветер. (ОПК-1, ПК-2)

29. Внутреннее строение Солнца. Проблема солнечных нейтрино. Гелиосейсмология. (ОПК-1, ПК-2)
30. Активные образования и области на Солнце. Цикл солнечной активности. (ОПК-1, ПК-2)
31. Солнечная планетная система и ее образование. (ОПК-1, ПК-2)
32. Протопланетные диски. Методы обнаружения планет вокруг звезд. Статистические зависимости экзопланет. (ОПК-1, ПК-2)
33. Звездный состав и звездные скопления нашей Галактики, ее вращение и масса. (ОПК-1, ПК-2)
34. Основные составляющие и проявления межзвездной среды. Космические лучи и магнитное поле Галактики. (ОПК-1, ПК-2)
35. Диффузные туманности. Излучение туманностей в запрещенных линиях. Рекомбинационное излучение. (ОПК-1, ПК-2)
36. Физическое состояние межзвездного газа: области HII, HI, H2, ГМО, горячий газ, мазерные источники. (ОПК-1, ПК-2)
37. Механизмы нагрева и охлаждения межзвездного газа. Тепловая неустойчивость межзвездной среды. (ОПК-1, ПК-2)
38. Подсистемы, спиральные ветви и центральная область Галактики, ее эволюция. (ОПК-1, ПК-2)
39. Основные характеристики и структура галактик. Физическая природа спиральной структуры. (ОПК-1, ПК-2)
40. Движение газа и звезд в галактиках. Проблема темного гало. (ОПК-1, ПК-2)
41. Звездообразование в галактиках и их эволюция. Особенности эволюции галактик в скоплениях. (ОПК-1, ПК-2)
42. Типы и структура активных ядер галактик, принципы определения их параметров. Модели активных ядер. (ОПК-1, ПК-2)
43. Группы и скопления галактик. Методы оценки масс скоплений, гравитационное линзирование. (ОПК-1, ПК-2)
44. Крупномасштабное распределение галактик. Метагалактика. Красное смещение. Закон Хаббла. (ОПК-1, ПК-2)
45. Парадоксы ньютоновской космологии. Релятивистские однородные и изотропные космологические модели. (ОПК-1, ПК-2)
46. Большой взрыв и физические процессы в горячей Вселенной. Реликтовое излучение. (ОПК-1, ПК-2)
47. Трудности классической космологии. Модель инфляционной Вселенной. (ОПК-1, ПК-2)
48. Темная энергия. Космологические модели и данные наблюдений. Метавселенная. (ОПК-1, ПК-2)

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен в конце семестра.

На экзамене студентам предлагается ответить на билет, состоящий из 2-х вопросов, и решить задачу к билету по материалам учебной дисциплины. Альтернативной формой 3-го вопроса (задача) к билету может служить суммарная оценка результатов текущей успеваемости и выполнения контрольных работ, индивидуально выставляемая каждому из студентов в течение семестра.

Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом.

Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: устно или письменно устанавливается решением кафедры.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Критерии оценки знаний студентов на экзамене.

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценки «хорошо» заслуживает студент обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на зачете и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Основная литература:**

1. Засов, А. В. Общая астрофизика [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. В. Засов, К. А. Постнов ; МГУ, Физический фак., Гос. астрономический ин-т им. П. К. Штернберга. - Фрязино : Век 2 , 2006. - 493 с.

2. Кононович, Э. В. Общий курс астрономии [Текст] : учебник для студентов университетов / Э. В. Кононович, В. И. Мороз ; под ред. В. В. Иванова ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - Изд. 2-е, испр. - М. : [Едиториал УРСС] , 2004. - 538 с.

3. Кононович, Э. В. Общий курс астрономии [Текст] : учебное пособие для студентов ун-тов / Э. В. Кононович, В. И. Мороз ; под ред. В. В. Иванова. - М. : Эдиториал УРСС, 2001. - 542 с.

4. Гусейханов, М.К. Основы астрофизики [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.К. Гусейханов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93593>. — Загл. с экрана.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1 Тюрин, Ю.И. Физика. Ядерная физика. Физика элементарных частиц. Астрофизика [Электронный ресурс] : учебник / Ю.И. Тюрин, И.П. Чернов, Ю.Ю. Крючков. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2009. — 252 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10284>. — Загл. с экрана.

2 Гусейханов, М.К. Основы астрономии [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.К. Гусейханов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 152 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/104941>. — Загл. с экрана.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт» (п. 5.2).

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Лабораторные работы по астрофизике для студентов 4 курса физико-технического факультета КубГУ по направлению "физика"  
<http://moodle.kubsu.ru/course/view.php?id=387>

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;



– проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде и отражается в процессе формирования так называемого «электронного портфеля студента».

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам дисциплины «Основы астрономии»).

Контроль осуществляется посредством и выполнения письменных контрольных работ по окончании изучения тем учебной дисциплины.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- выполнение семестровой контрольной работы по индивидуальным вариантам;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Оперативный контроль осуществляется путем проведения опросов студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины – «Основные сведения из сферической астрономии», «Видимые и действительные положения планет», «Определение размеров, формы небесных тел и расстояний до них», «Движение Земли и Луны», «Астрономические инструменты и основные методы наблюдений», «Практические задачи астрономии и фундаментальная астрометрия» (6 раз в семестр). При проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы, тестовые задания.

Рубежный контроль. Студентами по изученной дисциплине выполняется контрольная работа. Данная форма контроля может осуществляться по контрольным вопросам по дисциплине (3 вопроса - по одному вопросу по изученной теме) или в форме тестового задания.

Контрольное тестирование включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины. Система оценок выполнения контрольного тестирования:

- «отлично» - количество правильных ответов от 80 до 100 процентов;
- «хорошо» - от 66 до 80 процентов;
- «удовлетворительно» - от 50 до 65 процентов.

Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена в конце семестра. На экзамене студентам предлагается ответить на 2 вопроса по материалам учебной дисциплины и решить задачу. По итогам ответа на экзамене преподаватель оценивает знания студента. Оценка на экзамене является итоговой по дисциплине.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

### Типовые задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СР)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
1.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Место астрофизики в системе астрономических знаний, ее становление и развитие. Пространственно-временные масштабы в астрофизике».				
2.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Излучение и распространение электромагнитных волн в космической среде».	10	4	письменная	опрос
3.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Излучение и распространение электромагнитных волн в космической среде».	10	4	письменная	опрос
4.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Инструменты и методы астрофизики».	5	6	письменная	опрос
5.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Общие свойства звезд».	5	6	письменная	опрос
6.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Двойные и переменные звезды».	5	8	письменная	опрос
7.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Двойные и переменные звезды».	5	8	письменная	опрос
8.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме	10	8	письменная	опрос

№ темы	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СР)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
	«Компактные звезды».				
9.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Компактные звезды».	5	8	письменная	опрос
10.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Эволюция звезд».	5	10	письменная	опрос
11.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Эволюция звезд».	1	10	письменная	опрос
12.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Солнце как ближайшая звезда».	1	12	письменная	опрос
13.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Солнце как ближайшая звезда».		12	письменная	опрос
14.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Планетные системы».	2	14	письменная	опрос
15.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Галактика».	2	14	письменная	опрос
16.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Галактика».	2	16	письменная	опрос
17.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Галактики и скопления галактик».	2	16	письменная	опрос
18.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы, решение задач по теме «Элементы космологии».	2	16	письменная	опрос
	ИТОГО	62			

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

Операционная система MS Windows.

Интегрированное офисное приложение MS Office.

Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.

Программное обеспечение для выполнения астрометрических измерений Astrometrica.

Программное обеспечение для выполнения фотометрических измерений MaxIm DL.

### **8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс»:

<http://www.consultant.ru>

2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU:

<http://www.elibrary.ru>

3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:

<http://window.edu.ru/window>

4. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:

<http://www.rubricon.com/>

5. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:

<http://www.college.ru/>

6. Каталог научных ресурсов:

<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>

7. Большая научная библиотека:

<http://www.sci-lib.com/>

8. Естественно-научный образовательный портал:

<http://www.en.edu.ru/catalogue/>

9. Техническая библиотека:

<http://techlibrary.ru/>

10. Физическая энциклопедия:

<http://www.femto.com.ua/articles/>

11. Академик – Словари и энциклопедии на Академике:

[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/)

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) для воспроизведения файлов формата jpg и avi. Достаточным количеством посадочных мест: № 205СА
2.	Практические занятия	Аудитория оснащенная тремя меловыми или маркерными досками, достаточным количеством посадочных мест со столами: № 205СА
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения. Проведение занятий лабораторного практикума

		<p>предусмотрено в астрофизической оптической обсерватории КубГУ в составе: 508-мм телескоп системы Ричи-Кретьена, 356-мм телескоп оптический системы Ньютона, 305-мм телескоп системы Шмидта-Кассегрена, 200-мм телескоп «Скай Вотчер», спектрометр учебный астрофизический с ПЗС-камерой, камера астрономическая цифровая с набором фильтров DSI, аппаратура определения времени, и компьютерный класс</p> <p>Астрофизическая оптическая обсерватория КубГУ</p>
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение с достаточным количеством посадочных мест и меловой или маркерной доской: №209С
6.	Промежуточная аттестация	Помещение с достаточным количеством посадочных мест: №209С
7.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета: № 208с