

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
оптики и спектроскопии

(Овчинников О.В.)

подпись, расшифровка подписи

21 .06 .2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.34 Астрофизика**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.03.02 – Физика

2. Профиль подготовки/специализация:

все профили

3. Квалификация (степень) выпускника: Высшее образование (бакалавр)

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы: Леонова Лиана Юрьевна,

кандидат физико-математических наук,

доцент;

Клюев Виктор Григорьевич

доктор физико-математических наук,

профессор

7. Рекомендована: НМС физического факультета от 20.06.23 г. протокол № 6

8. Учебный год: 2026/2027

Семестр(ы): 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:* формирование у студентов, обучающихся на физическом факультете, современных представлений о строении и эволюции Вселенной, галактик, звезд, показать экспериментальные и общетеоретические возможности современной науки в исследовании Космоса и космических объектов.

### *Задачи учебной дисциплины:*

- обеспечить глубокое понимание студентами специфики астрофизических проблем и методов исследования;
- показать на примере астрофизики звезд взаимодополняющую роль эксперимента и теории, дать конкретные знания по свойствам и строению стационарных и переменных звезд, описать процессы образования и старения звезд;
- дать основные представления о свойствах релятивистских объектов (черные дыры);
- дать основные положения о строении Нашей Галактики и классифицировать другие галактики;
- сформировать правильное естественно-научное мировоззрение о Мегамире.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Курс "Астрофизика" относится к блоку Б1. Является дисциплиной обязательной части.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.4	Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	<i>знать: предмет и задачи Астрофизики, классификацию космических объектов, их характеристики, современное представление об устройстве вселенной</i>
		ОПК-1.5	Умеет использовать знания основных законов естественных наук в профессиональной	<i>уметь: применять полученные естественнонаучные знания для решения задач астрофизики.</i>  <i>владеть: навыками использования базовых естественнонаучных знаний полученных из курса астрофизики</i>  <i>знать: Основы теоретической астрофизики, элементы</i>

		ОПК-1.6	<p>деятельности</p> <p>Владеет навыками использования знаний о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук при решении практических задач, структурирования естественно- научной информации</p>	<p><i>релятивистской астрофизики, теоретические представления об эволюции звёзд, галактик</i></p> <p><i>уметь: использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач астрофизики</i></p> <p><i>владеть: навыками использования базовых теоретических знаний фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения прикладных задач астрофизики</i></p>
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-2.1  ОПК-2.2	<p>Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений</p> <p>Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов</p>	<p><i>знать: теоретические основы астрофизики;</i></p> <p><i>уметь: обрабатывать информацию по проблемным темам астрофизики</i></p> <p><i>владеть: навыками работы с современным математическим обеспечением для обработки астрономических наблюдений</i></p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом)**  
—   2  /  72  .

**Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен)**           зачет с оценкой          .

**13. Виды учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ 7

Аудиторные занятия	54	54	
в том числе:	лекции	18	18
	практические		
	лабораторные	36	36
Самостоятельная работа	18	18	
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>зачет с оценкой</i>			
Итого:	72	72	

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	<i>Введение. Предмет и задачи астрофизики. Классификация космических объектов.</i>	<i>Введение. Предмет и задачи астрофизики. Классификация космических объектов.</i>
1.2	<i>Основные характеристики нормальных звезд.</i>	<i>Основные характеристики нормальных звезд (звездная величина, масса, радиус, температура). Методы их определения. Расстояния до звезд. Методы определения расстояний. Спектральная классификация нормальных звезд. Диаграмма спектр-светимость.</i>
1.3	<i>Источники звездной энергии.</i>	<i>Источники звездной энергии. Гравитационная энергия. Термоядерные реакции как источник звездной энергии. Солнечные нейтрино.</i>
1.4	<i>Переменные звезды.</i>	<i>Затменно-переменные звезды и их роль в решении астрофизических задач. Цефеиды и другие типы пульсирующих звезд. Эруптивные переменные. Новые и сверхновые звезды. Пульсары.</i>
1.5	<i>Солнце.</i>	<i>Солнце. Фотосфера. Хромосфера. Корона. Активные образования на Солнце (пятна, факелы, вспышки, протуберанцы).</i>
1.6	<i>Основы теоретической астрофизики</i>	<i>Основы теоретической астрофизики. Уравнение переноса излучения. Уравнение лучистого равновесия. Распределение яркости по диску Солнца и звезд. Локальное термодинамическое равновесие. Уравнение гидростатического равновесия. Строение Солнца звезд.</i>
1.7	<i>Эволюция звезд.</i>	<i>Эволюция звезд. Экспериментальные данные об эволюции звезд. Образование звезд. Жизнь на главной последовательности. Заключительная стадия эволюции звезд. Основные свойства черных дыр. Белые дыры. Эволюция черных дыр.</i>
1.8	<i>Элементы релятивистской астрофизики.</i>	<i>Элементы релятивистской астрофизики. Интервал пространства-времени в координатах Шварцшильда</i>
1.9	<i>Галактики.</i>	<i>Внегалактическая астрономия. Классификация галактик. Движение галактик. Закон Хаббла. Понятие о Большом взрыве и образовании Вселенной. Наша Галактика. Газопылевые туманности. Шаровые скопления. Строение Галактики. Движение звезд в Галактике. Спиральные рукава. Каротационный круг.</i>
<b>2. Практические занятия</b>		
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	<i>Изучение физических</i>	<i>Изучение классификации звездных спектров, определение цвета</i>

	<i>характеристик стационарных звезд</i>	<i>и светимости звёзд. Изучение методов определения температуры, масс и радиусов звёзд.</i>
3.2	<i>Кратные звёзды</i>	<i>Наблюдение двойных звёзд. Определение блеска, светимости и расстояния между звёздами в кратной системе.</i>
3.3	<i>Переменные звезды</i>	<i>Исследование кривых блеска различных переменных звёзд методом фотометрии.</i>

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
01	<i>Введение. Предмет и задачи астрофизики. Классификация космических объектов.</i>	1	0	4	2	7
02	<i>Основные характеристики нормальных звезд.</i>	2	0	10	2	14
03	<i>Источники звездной энергии.</i>	2	0	4	2	8
04	<i>Переменные звезды.</i>	2	0	10	2	14
05	<i>Солнце.</i>	2	0	4	2	8
06	<i>Основы теоретической астрофизики</i>	3	0	-	2	5
07	<i>Эволюция звезд.</i>	2	0	-	2	4
08	<i>Элементы релятивистской астрофизики.</i>	2	0	-	2	4
09	<i>Галактики.</i>	2	0	4	2	8
	<b>Итого:</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>72</b>

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

*(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)*

*Основными этапами освоения дисциплины являются:*

- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.*
- Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.*

*В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением заданий для выполнения лабораторных работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.*

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины *(список литературы оформляется в*

соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Гусейханов, М. К. Основы астрофизики : учебное пособие / М. К. Гусейханов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербурга : Лань, 2019. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-4037-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/114694">https://e.lanbook.com/book/114694</a>
2.	Латышев А.Н. Астрофизика : учебное пособие / А.Н. Латышев, Л.Ю. Леонова ; Воронежский государственный университет . - Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013 . - 335 с.
3	Астрофизика звезд : учебное пособие : [студ. 4-го курса физ. фак., 1-го курса фак. географии, геоэкологии и туризма ВГУ, а также студ., обучающимся по программам среднего проф. образования (СПО), для направлений: 03.03.02-Физика; 03.03.03 - Радиофизика, 05.03.02 - География] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: Л.Ю. Леонова и др.] .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Кононович Э. В. Общий курс астрономии : учеб. пособие для студентов ун-тов различ. профиля / Э. В. Кононович, В. И. Мороз ; под ред. В. В. Иванова . - М. : УРСС, 2001 . - 542 с.
5	Мартынов Д. Я. Курс общей астрофизики : учеб. для студентов ун-тов, обуч. по специальности "Астрономия" / Д.Я. Мартынов . - М. : Наука, 1988 . - 640 с.
6	Соболев В. В. Курс теоретической астрофизики / В. В. Соболев . - М. : Наука, 1985 . - 502 с.
7	Нагирнер Д. И. Элементы космологии : учеб. пособие / Д. И. Нагирнер . - СПб. : Изд-во СПб. ун-та, 2001 . - 71 с.
8	Бакулин П.И. Курс общей астрономии / П. И. Бакулин, Э. В. Кононович, В. И. Мороз. - М. : Наука, 1983. - 560 с.
9	Шкловский И. С. Звезды: их рождение, жизнь и смерть / И.С. Шкловский. - М. : Наука, 1984 . - 382 с.
10	Брауде С. Я. Радиоволны рассказывают о Вселенной / С. Я. Брауде, В. М. Конторович . - Киев : Наук. думка, 1982 . - 235 с.
11	Результаты наблюдений Солнца на радиотелескопе РАТАН-600 в диапазоне волн 0,8-31,6 см, 1984 г. / Богод В. М. [ и др. ] - М., 1992. - 185 с.
12	Хокинс С. Краткая история времени: от большого взрыва до черных дыр / С. Хокинс. - СПб. : Амфора, 2000 . - 266 с.
13	Уральская В.С. Современное представление о строении и составе Солнечной системы : учеб. пособие / В.С. Уральская, В.Н. Расхожев. - Воронеж : ЛОП ВГУ, 2004 . - 39 с.
14	Физика космоса. Маленькая энциклопедия / под ред. С.Б. Пикельнер. - М. : Сов. энциклопедия, 1976. - 656 с.
15	Новиков И. Д. Физика черных дыр / И. Д. Новиков, В. П. Фролов . - М. : Наука, 1986 . - 326 с.
16	Зельдович Я.Б. Релятивистская астрофизика / Я.Б. Зельдович, В.П. Фролов . - М. : Наука, 1967 . - 654 с.
17	Гинзбург В.Л. Теоретическая физика и астрофизика: доп. главы / В. Л. Гинзбург . - М. : Наука, 1987 . - 486 с.
18	Гомулина Н. Открытая астрономия [Электронный ресурс] : Полный интерактивный курс астрономии для учащихся школ, лицеев, гимназий, колледжей, студентов технических вузов / Н. Гомулина ; Под ред. В. Сурдина .— Версия 2,5.— М. : Физикон, 2002.— 1 электрон. опт. диск (CDROM) .— Windows 95/98/Me/NT/2000/XP, Microsoft Internet Explorer 5.0 (есть на диске с программой), процессор Pentium 150 МГц, 64 МБ оперативной памяти, 200 МБ свободного места на жестком диске, устройство для чтения компакт-дисков или DVD-дисков, разрешение экрана 800х600 с глубиной цвета 16 bit, мышь.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1.	Поисковая система e-library.ru
2.	Поисковая система google.ru
3.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
4.	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a>
5.	ЭБС "Университетская библиотека online" <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru">https://biblioclub.lib.vsu.ru</a>
6.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" <a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a>
7.	Виртуальная обучающая среда Moodle < <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> >
8.	<a href="http://galspace.spb.ru/astronomy.html">http://galspace.spb.ru/astronomy.html</a>
9.	<a href="http://www.scientific.ru/hubble/hubble.html">http://www.scientific.ru/hubble/hubble.html</a>
10.	<a href="http://www.scientific.ru/planets/planets.htm">http://www.scientific.ru/planets/planets.htm</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.) ЭБС "Издательства "Лань" <https://e.lanbook.com>

№ п/п	Источник
1.	<i>Астрофизика звезд : учебное пособие : [студ. 4-го курса физ. фак., 1-го курса фак. географии, геоэкологии и туризма ВГУ, а также студ., обучающимся по программам среднего проф. образования (СПО), для направлений: 03.03.02-Физика; 03.03.03 - Радиофизика, 05.03.02 - География] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: Л.Ю. Леонова и др.] .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018..</i>
2	<i>Галактики: учебное пособие / Л.Ю. Леонова, А.Н. Латышев, В.Г. Клюев, А.С. Перепелица, Е.Н. Попова ; Воронежский государственный университет. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. -- 92 с.</i>
3	<i>Электронный курс для дистанционного обучения «Астрофизика»:</i> <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4049">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4049</a> .
4.	<i>Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися в бакалавриате по направлению "Физика" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. 4-го курса направления 03.03.02 Физика] / Сост.: Л.Ю. Леонова, Л.В. Титова ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019.</i>

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

*В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные и практические занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).*

*Организационная структура лабораторного занятия: 1. Формулировка целей занятия и ответы на вопросы студентов. 2. Ознакомление с теоретической основой работы, основными приемами и техникой безопасности при работе с используемыми приборами и реактивами.3. Выполнение экспериментальной части работы. 4. Обработка экспериментальных результатов и предоставление их для предварительной проверки преподавателю.*

*Защита лабораторной работы проводится с целью выявления уровня освоения материала по тематике работы, способности дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы. Защита работы заключается в оформлении работ, устной беседе преподавателя со студентом по полученным в работе результатам и основным теоретическим понятиям по теме работы.*

*Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля.*

*При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной*

среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ, Проектор BenQ MS 612ST, Доска магнитно-маркерная 100\*200. Программное обеспечение: ОС Windows (WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc), Microsoft Office (OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc). Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ». Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product. Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks. Система инженерного моделирования ANSYS HF Academic Research.

Учебно-научная аудитория, оснащенная оборудованием для проведения лабораторных занятий: Астрономическая обсерватория ВГУ: телескопы, модель небесной сферы, звездный фотометр с напряжением питания 2200 В, модель Солнечной системы, карта звездного неба, звездные атласы, подвижные карты звездного неба, фотографии поверхности Луны, планет Солнечной системы, галактик, учебная литература, методические указания к выполнению лабораторного практикума. Программа Starcalc (электронный планетарий), программа Stellarium, программа AutoStar Suite

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

Аудитория для самостоятельной работы, компьютерный класс с доступом к сети «Интернет»: компьютеры (мониторы, системные блоки) (15 шт.)

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
---	--	---	---------------------------



<p>ОПК-1.4. Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)</p>	<p><i>знает: предмет и задачи Астрофизики, классификацию космических объектов, их характеристики, современное представление об устройстве</i></p>		<p>Устный опрос, рефераты, отчеты по лабораторным работам</p>
<p>ОПК-1.5. Умеет использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p>	<p><i>умеет: применять полученные естественнонаучные знания для решения задач</i></p>		
<p>ОПК-1.6. Владеет навыками использования знаний о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук при решении практических задач, структурирования естественнонаучной информации</p>	<p><i>астрофизики. владеет: навыками использования базовых естественнонаучных знаний полученных из курса астрофизики</i></p>		
	<p><i>знает: Основы теоретической астрофизики, элементы релятивистской астрофизики, теоретические представления об эволюции звёзд, галактик</i></p> <p><i>умеет: использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач астрофизики</i></p> <p><i>владеет: навыками использования базовых теоретических знаний фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения прикладных задач астрофизики</i></p>		

<p>ОПК-2.1. Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений</p> <p>ОПК-2.2. Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов</p>	<p><i>знает: теоретические основы астрофизики;</i></p> <p><i>умеет: обрабатывать информацию по проблемным темам астрофизики</i></p> <p><i>владеет: навыками работы с современным математическим обеспечением для обработки астрономических наблюдений</i></p>		<p>Устный опрос, рефераты, отчеты по лабораторным работам</p>
<p><b>Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)</b></p>			<p>КИМ</p>

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом астрофизики;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять фундаментальные физические формулы для решения задач возникающих при астрофизических исследованиях
- 5) владение способами и методами астрофизических исследований, интерпретации результатов, построения выводов.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p><i>Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание фундаментальных теоретических основ астрофизики, умение применять полученные знания для решения задач астрофизики, владение практическими навыками прикладной астрономии, владение понятийным аппаратом астрофизики</i></p>	<p><i>Повышенный уровень</i></p>	<p><i>Отлично</i></p>
<p><i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано умение применять полученные знания для решения задач астрофизики, или содержатся отдельные пробелы в базовых теоретических знаниях по астрофизике.</i></p>	<p><i>Базовый уровень</i></p>	<p><i>Хорошо</i></p>
<p><i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания основ астрофизики, или не умеет применять базовые теоретические знания по астрофизике для решения задач астрофизики, или имеет не полное представление о фундаментальных законах и принципах астрофизики, допускает существенные ошибки в базовых знаниях об астрофизике.</i></p>	<p><i>Пороговый уровень</i></p>	<p><i>Удовлетворительно</i></p>
<p><i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки в понятийном аппарате астрофизики.</i></p>	<p><i>–</i></p>	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>

### 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

1. Предмет и задачи астрофизики. Классификация космических объектов.
2. Эволюция звезд. Экспериментальные данные об эволюции звезд.
3. Основные характеристики нормальных звезд (звездная величина, масса, радиус, температура). Методы их определения.
4. Строение Галактики. Движение звезд в Галактике.
5. Расстояния до звезд. Методы определения расстояний.
6. Элементы релятивистской астрофизики.
7. Спектральная классификация нормальных звезд.
8. Основные свойства черных дыр. Белые дыры. Эволюция черных дыр.
9. Диаграмма спектр-светимость.
10. Классификация галактик.
11. Источники звездной энергии. Гравитационная энергия. Термоядерные реакции как источник звездной энергии. Солнечные нейтрино.
12. Движение галактик. Закон Хаббла.
13. Активные образования на Солнце.
14. Наша Галактика.
15. Затменно-переменные звезды и их роль в решении астрофизических задач.
16. Уравнение переноса излучения. Уравнение лучистого равновесия.
17. Эруптивные переменные. Новые и сверхновые звезды. Пульсары.
18. Локальное термодинамическое равновесие. Уравнение гидростатического равновесия.
19. Цефеиды и другие типы пульсирующих звезд.
20. Распределение яркости по диску Солнца и звезд.
21. Солнце. Фотосфера. Хромосфера. Корона.
22. Звездные скопления.
23. Газопылевые туманности.
24. Понятие о космологических моделях Вселенной. Эволюция Вселенной (модели).
25. Радиоизлучение Солнца. Радиоизлучение планет.
26. Формулы Саха и Больцмана.
27. Общие закономерности строения Солнечной системы. Физические характеристики основных объектов Солнечной системы.
28. Активные галактические ядра.

### 19.3.2 Перечень практических заданий

- Наблюдение спутников Земли и тел Солнечной системы*
- Наблюдение особенностей морфологии поверхности Солнца*
- Наблюдение звезд разных спектральных классов*
- Наблюдение кратных звезд.*
- Наблюдение переменных звезд.*
- Наблюдение объектов глубокого космоса.*

### 19.3.3 Тестовые задания

#### Вариант 1

#### 1. Телескоп служит для:

- 1) увеличения углового размера небесного объекта;
- 2) усиления блеска звезд;
- 3) увеличение углового расстояния между небесными объектами;
- 4) всего вышеперечисленного.

#### 2. Найдите правильное расположение планет земной группы в порядке удаления от Солнца.

- 1) Земля, Марс, Венера, Меркурий.
- 2) Меркурий, Венера, Земля, Марс.
- 3) Марс, Земля, Меркурий, Венера.
- 4) Венера, Марс, Земля, Меркурий.

#### 3. Найдите неверное утверждение:

- 1) Солнце относится к звездам спектрального класса G.

- 2) Температура поверхности Солнца 6000 К.
- 3) Солнце не обладает магнитным полем.
- 4) В спектре Солнца наблюдаются линии поглощения металлов.

**4. Выберите верное утверждение:**

- 1) во всех слоях Солнца температура одинакова;
- 2) температура постепенно убывает по мере удаления от центра Солнца;
- 3) самую высокую температуру имеет фотосфера Солнца;
- 4) по мере удаления от центра Солнца температура сначала убывает, а в хромосфере опять возрастает.

**5. Массы наиболее холодного и плотного газа, поднимающегося над хромосферой Солнца на десятки и сотни тысяч километров, являются:**

- 1) солнечным ветром;
- 2) протуберанцами;
- 3) конвективным потоком;
- 4) короной Солнца.

**6. Наблюдаемое излучение Солнца возникает:**

- 1) в тонком слое, называемом фотосферой;
- 2) в конвективной зоне;
- 3) солнечной короне;
- 4) в хромосфере.

**7. Звездная величина характеризует:**

- 1) истинные линейные размеры звезды;
- 2) массу звезды;
- 3) блеск звезды;
- 4) плотность звезды.

**8. На основе спектрального анализа звезд находят:**

- 1) температуру;
- 2) химический состав;
- 3) магнитное поле;
- 4) все выше перечисленное.

**9. Область красных сверхгигантов, куда в процессе эволюции сдвигаются на диаграмме Герцшпрунга – Рассела массивные звезды, расположена:**

- 1) в верхней левой части диаграммы;
- 2) в верхней правой части диаграммы;
- 3) в нижней левой части диаграммы;
- 4) в нижней правой части диаграммы.

**10. Промежуток времени между двумя последовательными минимумами или максимумами блеска переменной звезды называется:**

- 1) амплитудой;
- 2) кривой блеска;
- 3) периодом;
- 4) изменением блеска.

**11. Какие звезды называются новыми звездами?**

- 1) Молодые, только начавшие свою эволюцию.
- 2) Однократно вспыхивающие без видимых причин.
- 3) Пульсирующие звезды с большим периодом.
- 4) Вспышка звезды в двойной системе в результате аккреции от звезды-гиганта на белый карлик.

**12. Млечный Путь – это:**

- 1) скопление очень далеких и слабых звезд, принадлежащих нашей Галактике;
- 2) скопление очень далеких и слабых звезд, принадлежащих другим галактикам;
- 3) свечение далеких диффузных туманностей;

4) множество слабых звезд около северного полюса мира.

**13. Среднее значение массы рассеянных скоплений:**

- 1) 10000–100000  $M_{\odot}$ ;
- 2) 100–1000  $M_{\odot}$ ;
- 3) 10–100  $M_{\odot}$ ;
- 4) 1 миллион  $M_{\odot}$ .

**14. Источниками пыли в Галактике являются:**

- 1) планетарные туманности;
- 2) взрывы сверхновых;
- 3) протозвезды;
- 4) красные гиганты;
- 5) все выше перечисленное.

**15. К какому типу галактик относится Туманность Андромеды?**

- 1) Эллиптическая галактика.
- 2) Спиральная галактика без перемычки.
- 3) Спиральная галактика с перемычкой.
- 4) Неправильная галактика.

**16. Вселенная – это:**

- 1) весь окружающий нас материальный мир;
- 2) все космические объекты нашей Галактики;
- 3) все галактики;
- 4) все объекты Солнечной системы.

**17. Космологические модели, строящиеся на основании уравнений общей теории относительности, созданной А. Эйнштейном:**

- 1) показывают общие закономерности развития Вселенной;
- 2) созданы для объяснения закона Хаббла;
- 3) рассматривают только часть Вселенной – Метагалактику;
- 4) созданы для объяснения наблюдаемых свойств межгалактической среды.

**18. Вселенная по современным космологическим представлениям:**

- 1) либо бесконечна, либо конечна, но безгранична;
- 2) конечна и гранична;
- 3) бесконечна и гранична;
- 4) имеет четкие границы.

**19. Укажите уравнение переноса излучения:**

1)  $\rho_{\nu} = \frac{1}{c} I_{\nu} d\omega$

2)  $\frac{dI_{\nu}}{ds} = -\alpha_{\nu} I_{\nu} + \epsilon_{\nu}$

3)  $H = \frac{L}{4\pi R^2}$

4)  $I(0, \Theta) = \int_0^{\tau \sec \Theta} S(\tau) e^{-\tau \sec \Theta} \sec \Theta d\tau$

**20. В каких частях Солнца условия наиболее близки к термодинамическому равновесию?**

- 1) в фотосфере;
- 2) в конвективной зоне;
- 3) в короне;
- 4) в зоне термоядерных реакций.

## **Вариант 2**

### **1. В телескопе-рефлекторе свет собирается:**

- 1) выпуклым зеркалом;
- 2) выпуклой линзой;
- 3) рассеивающей линзой;
- 4) вогнутым зеркалом.

### **2. Какие тела кроме Солнца и больших планет, входят в Солнечную систему? (выберите неправильный ответ)**

- 1) Звёзды.
- 2) Кометы.
- 3) Метеорные тела.
- 4) Астероиды.

### **3. Химический состав протопланетного облака, из которого сформировалось Солнце и Солнечная система:**

- 1) одинаков и содержал водород и гелий около 98 %, на остальные тяжелые элементы приходилось около 2 %;
- 2) различен, молодое Солнце состояло только из водорода, а гелий образовался в процессе ядерных реакций в центре; химический состав газопылевого облака – диска содержал большое количество тяжелых элементов, из которых образовались планеты;
- 3) различен, молодое Солнце состояло только из водорода, а гелий образовался в процессе ядерных реакций в центре; химический состав газопылевого облака – диска содержал большое количество тяжелых элементов, из которых образовались внутренние планеты;
- 4) различен, молодое Солнце состояло только из водорода, а гелий образовался в процессе ядерных реакций в центре; химический состав газопылевого облака – диска содержал большое количество тяжелых элементов, из которых образовались внутренние планеты, внешние планеты образовались из элементов углерода, азота и кислорода (метан, аммиак, углекислота).

### **4. Внутренняя часть Солнца, в которой давление и температура настолько велики, что могут происходить термоядерные реакции, называется:**

- 1) ядром Солнца;
- 2) зоной лучистого переноса;
- 3) зоной конвекции;
- 4) хромосферой Солнца.

### **5. Самая верхняя часть атмосферы Солнца называется:**

- 1) конвективной зоной;
- 2) фотосферой;
- 3) хромосферой;
- 4) короной.

### **6. Что такое гранулы?**

- 1) струи холодного вещества, имеющие температуру на 400 К меньше, чем фотосфера и опускающиеся вниз;
- 2) струи горячего вещества, имеющие температуру на 400 К больше, чем фотосфера и поэтому ярче ее;
- 3) корональные дыры;
- 4) огромные холодные области в фотосфере Солнца, иногда по размерам превышающие размеры Земли.

### **7. Совокупность нестационарных процессов, периодически возникающих на Солнце и имеющих период около 11 лет, представляет собой:**

- 1) солнечную постоянную;
- 2) светимость Солнца;
- 3) солнечную активность;
- 4) солнечный ветер.

**8. Звезды первой звездной величины  $1^m$  создают в 2,512 раз большую освещенность, чем звезды величины**

- 1)  $2^m$ ;
- 2)  $4^m$ ;
- 3)  $5^m$ ;
- 4)  $6^m$ .

**9. Что можно сказать о температуре звезд, если в спектре одной звезды наблюдаются интенсивные линии молекул окиси титана, а в спектре второй звезды – интенсивные линии ионизованного кальция и других ионизованных металлов?**

- 1) Температура второй звезды больше температуры первой звезды.
- 2) Температура второй звезды меньше температуры первой звезды.
- 3) Температура двух звезд одинакова.
- 4) По таких данным нельзя судить о температуре звезд.

**10. Звезды поздних спектральных классов с низкой светимостью называются:**

- 1) красные гиганты;
- 2) красные карлики;
- 3) белые карлики;
- 4) субкарлики.

**11. Пульсирующие желтые сверхгиганты спектральных классов F и G, масса которых превосходит массу Солнца, называются:**

- 1) новыми звездами;
- 2) звездами типа RR Лиры;
- 3) пульсарами;
- 4) цефеидами.

**12. Белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры являются:**

- 1) типичными звездами главной последовательности;
- 2) последовательными стадиями эволюции массивных звезд;
- 3) конечными стадиями эволюции звезд различной массы;
- 4) начальными стадиями образования звезд различной массы.

**13. Число звезд в нашей Галактике:**

- 1) примерно 1 миллион;
- 2) свыше 6000;
- 3) превышает 100 миллиардов;
- 4) примерно 1 миллиард.

**14. Укажите уравнение лучистого равновесия:**

1)  $\frac{dI_\nu}{ds} = -\alpha_\nu I_\nu + \varepsilon_\nu$

2)  $H = \frac{L}{4\pi R^2}$

3)  $\rho_\nu = \frac{1}{c} I_\nu d\omega$

4)  $0 = \int_0^\Omega \alpha_\nu d\nu I_\nu d\omega$

**15. Центр нашей Галактики находится в направлении:**

- 1) созвездия Ориона;
- 2) созвездия Орла;
- 3) созвездия Стрельца;
- 4) созвездия Скорпиона.

**16. К какому типу галактик относится Большое Магелланово Облако?**

- 1) Эллиптическая галактика.
- 2) Спиральная галактика.
- 3) Неправильная галактика.
- 4) Карликовая галактика.

**17. Занимает ли наша Галактика особое положение во Вселенной?**

- 1) Да, так как все далекие галактики удаляются от нашей Галактики.
- 2) Да, так как в ней развилась разумная жизнь на планете Земля.
- 3) Да, так как нашей Галактикой гравитационно связаны Магеллановы облака и другие мелкие галактики, входящие в состав Местной группы.
- 4) Среди вышеперечисленных ответов нет верного.

**18. Реликтовое излучение, характерная температура которого  $T = 2,7$  К, связано:**

- 1) с массовым взрывом сверхновых в ранней Вселенной;
- 2) уменьшением средней плотности вещества;
- 3) с охлаждением Вселенной вследствие ее расширения;
- 4) всех выше перечисленных причин.

**19. Светимость галактики с активным ядром  $L = 10^{40}$  Вт. Масса активной галактики ежегодно уменьшается за счет излучения на:**

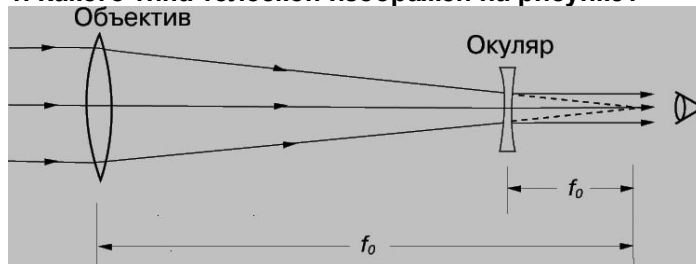
- 1) миллиард тонн;
- 2) порядка  $10^{23}$  кг (сравнимо с массой Луны);
- 3) порядка  $10^{27}$  кг (сравнимо с массой Земли);
- 4) порядка  $10^{30}$  кг (сравнимо с массой Солнца).

**20. Выберите неверное утверждение. Остатки вспышек сверхновых:**

- 1) первоначально расширяются со скоростью  $\sim 10000$  км/с;
- 2) являются источником релятивистских частиц в межзвездной среде;
- 3) наблюдаются в рентгеновских лучах;
- 4) эффективно охлаждают межзвездную среду.

**Вариант 3**

**1. Какого типа телескоп изображен на рисунке?**



- 1) Рефлектор.
- 2) Коронаграф.
- 3) Рефрактор.
- 4) Радиотелескоп.

**2. Хвост кометы почти всегда направлен в сторону:**

- 1) от Солнца;
- 2) к Солнцу;
- 3) параллельно скорости кометы;
- 4) от Земли.

**3. Агрегатное состояние вещества в ядре Солнца:**

- 1) горячая плазма;
- 2) твердое вещество;
- 3) жидкое вещество;
- 4) газообразное вещество.

**4. Где температура на Солнце выше: в хромосфере или короне Солнца?**

- 1) Температура выше в хромосфере, которая ярче вспыхивает в момент полного солнечного затмения Солнца, чем корона.
- 2) Температура выше в хромосфере, так как корона дальше от центра Солнца.
- 3) Температура короны Солнца выше, чем температура хромосферы.



4) Температура короны Солнца ниже, чем хромосферы, так как яркость солнечной короны в тысячи раз меньше, чем хромосферы.

**5. Кто впервые, применив телескоп, обнаружил перемещение пятен по диску Солнца?**

- 1) Ньютон.
- 2) Галилей.
- 3) Фраунгофер.
- 4) Гершель.

**6. Какие явления характерны для Солнца в период высокой солнечной активности?**

1. Большое количество солнечных пятен в фотосфере.
2. Большое количество вспышек в хромосфере.
3. Большое количество протуберанцев в короне.
4. Усиленный солнечный ветер.
5. Все вышеперечисленное.

**7. Самые слабые небесные объекты, которые могут наблюдаться в современные телескопы, имеют звездную величину:**

- 1)  $6^m$ ;
- 2)  $12^m$ ;
- 3)  $20^m$ ;
- 4)  $30^m$ .

**8. Давление и температура в центре звезды определяются прежде всего:**

- 1) светимостью;
- 2) температурой атмосферы;
- 3) химическим составом;
- 4) массой.

**9. Где на диаграмме Герцшпрунга – Рассела (спектр – светимость) изображены нейтронные звезды – конечная стадия эволюции некоторых звезд:**

- 1) так как только незначительная часть звезд становится нейтронными звездами в процессе эволюции, то на диаграмме Герцшпрунга – Рассела они практически не изображаются;
- 2) так как нейтронные звезды не видны в оптическом диапазоне (за редкими исключениями), то они не изображены на диаграмме Герцшпрунга – Рассела;
- 3) в нижнем левом углу диаграммы;
- 4) в нижнем правом углу диаграммы.

**10. Блеск цефеиды изменяется в результате:**

- 1) пульсаций звезды;
- 2) затмений в двойной системе;
- 3) вспышки звезды;
- 4) рождения звезды.

**11. Планетарная туманность является:**

- 1) областью, в которой образуются в настоящее время планеты;
- 2) туманностью, лишняя часть которой расширяется после образования планет;
- 3) областью после вспышки сверхновой звезды;
- 4) расширяющейся оболочкой звезды, сброшенной в процессе эволюции.

**12. Размеры нашей Галактики:**

- 1) 30 кпк;
- 2) 200 000 световых лет;
- 3) 10 кпк;
- 4) 50 000 световых лет.

**13. Холодные гигантские молекулярные облака имеют температуру:**

- 1) 3 К;
- 2) 5–10 К;
- 3) 11–30 К;
- 4) 30–50 К.

**14. Молодые галактики с интенсивным звездообразованием характеризуются:**

- 1) низкой степенью металличности и повышенным количеством голубых сверхгигантов;
- 2) высокой степенью металличности;
- 3) повышенным содержанием красных гигантов и красных сверхгигантов;
- 4) содержанием большого количества пыли.

**15. К голубым компактным карликовым галактикам относятся:**

- 1) галактики с низкой светимостью, малыми размерами, слабым звездообразованием и не имеющие больших облаков ионизованного водорода;
- 2) карликовые галактики с облаками неионизованного водорода, имеющие большое количество звезд поздних спектральных классов;
- 3) галактики с низкой светимостью, малыми размерами и высокой степенью металличности;
- 4) молодые галактики с низкой светимостью, имеющие сильный эмиссионный спектр, гигантские области ионизованного водорода и интенсивное звездообразование

**16. Метагалактика состоит из:**

- 1) сверхскоплений галактик;
- 2) отдельных галактик;
- 3) отдельных звезд;
- 4) различных наблюдаемых структурных элементов: облаков газа и пыли, звезд, сверхновых, галактик, квазаров, активных галактик, межгалактической пыли, космических лучей и т.д.

**17. Распределение энергии в спектре реликтового излучения соответствует температуре:**

- 1) 2,7 К;
- 2) 4 К;
- 3) 50 К;
- 4) 273 К.

**18. Скорости разбегания галактик:**

- 1) пропорциональны их возрасту;
- 2) пропорциональны расстоянию от центра Вселенной;
- 3) пропорциональны расстоянию от наблюдателя;
- 4) обратно пропорциональны расстоянию от центра Вселенной.

**19. Какой формулой определяется интегральный поток излучения в фотосфере?**

1)  $\rho_\nu = \frac{1}{c} I_\nu d\omega$

2)  $\frac{dI_\nu}{ds} = -\alpha_\nu I_\nu + \epsilon_\nu$

3)  $H = \frac{L}{4\pi R^2}$ ,

4)  $I(0, \Theta) = \int_0^\infty S(\tau) e^{-\tau \sec \Theta} \sec \Theta d\tau.$

**20. Выберите неверное утверждение. Звезды главной последовательности:**

- 1) образуются из межзвездного газа;
- 2) не могут коллапсировать;
- 3) образуются в горячем корональном газе;
- 4) должны иметь гелий в своем составе;
- 5) предшествуют стадии красных гигантов.

**Вариант 4**

**1. Вплоть до конца XX века угловое разрешение больших телескопов на Земле ограничивалось:**

- 1) атмосферным дрожанием;
- 2) фокусным расстоянием окуляра;
- 3) угловым размером центрального пятна из-за дифракции;
- 4) минимальным углом между двумя звездами.

**2. Ядро кометы по современным данным представляет собой:**

- 1) базальтовые и силикатные породы в твердой фазе;
- 2) ледяную глыбу;
- 3) смесь замерзших воды, углекислоты, газов и пыли с примесями металлов.
- 4) все вышеперечисленное.

**3. Наиболее интенсивными линиями в солнечном спектре являются:**

- 1) линии нейтрального гелия и линии водорода;
- 2) линии ионизованных металлов, особенно кальция, натрия, железа;
- 3) линии водорода;
- 4) линии окиси титана.

**4. В чем различие излучения фотосферы и короны Солнца?**

- 1) Различия отсутствуют.
- 2) Температура выше в фотосфере, так как корона дальше от центра Солнца.
- 3) Корона Солнца излучает на длинных волнах, соответствующих радиодиапазону и высокой температуре в миллионы градусов.
- 4) Температура короны выше.

**5. Яркие области, окружающие пятна на Солнце, называются:**

- 1) протуберанцами;
- 2) факелами;
- 3) флоккулами;
- 4) фибриллами.

**6. Солнечная активность достигает максимума в среднем каждые:**

1. 13 лет;
2. 11 лет;
3. 9 лет;
4. год.

**7. Абсолютная звездная величина равна видимой, если звезда расположена от нас на расстоянии:**

- 1) 1 пк;
- 2) 2 пк;
- 3) 10 пк;
- 4) 100 пк.

**8. Диаграмма Герцшпрунга–Рассела представляет зависимость между:**

- 1) массой и спектральным классом звезды;
- 2) спектральным классом и радиусом;
- 3) массой и радиусом;
- 4) светимостью и эффективной температурой.

**9. Огромное сжимающееся холодное газо-пылевое облако, из которого образуется звезда, называется:**

- 1) цефеидой;
- 2) протозвездой;
- 3) планетарной туманностью;
- 4) рассеянным скоплением.

**10. Сириус является одной из самых ярких звезд на небе. В какой созвездии он находится?**

- 1) Лира.
- 2) Большой Пес.
- 3) Большая Медведица.
- 4) Южный Крест.

**11. Звезда, ядро которой имеет размеры 10–30 км и массу, близкую к массе Солнца, состоящую в основном из нейтронов, называют:**

- 1) новой;
- 2) протозвездой;
- 3) коллапсаром;
- 4) нейтронной.

**12. Наиболее компактная область Галактики, в которой наблюдается сильная концентрация звезд – тысячи в каждом кубическом парсеке, – называется:**

- 1) гало;
- 2) ядро;
- 3) спиральная ветвь;
- 4) диск.

**13. Выберите из предложенных фотографий ту, на которой изображено рассеянное скопление.**



**14. Классификация галактик по морфологическим типам была предложена:**

- 1) Герцшпрунгом;
- 2) Расселом;
- 3) Хабблом;
- 4) Амбарцумяном.

**15. Космология – это наука о:**

- 1) развитию планетных систем;
- 2) развитию галактик;
- 3) о Вселенной в целом;
- 4) о Боге.

**16. На основании экспериментальных фактов о расширении Вселенной и наличии реликтового излучения по теории эволюции горячей Вселенной можно сделать вывод, что**

- 1) все элементы во Вселенной образовались одновременно;
- 2) в первые минуты существования Вселенной образовались только водород и гелий, все другие элементы образовались в результате эволюции звезд;
- 3) в первые минуты существования Вселенной образовались более тяжелые элементы, которые потом за миллиарды лет распались на более легкие элементы;
- 4) все элементы Вселенной образовались одновременно и в настоящее время находятся в межгалактическом газе, постепенно они аккрецируют на звезды.

**17. Совокупность всех галактик с их звездами и пылью называется...**

- 1) Бесконечность.
- 2) Вселенная.
- 3) Метагалактика.

4) Квазар.

**18. Открытые в 60-е годы XX века радиопульсары довольно быстро были отождествлены:**

- 1) с нейтронными звездами;
- 2) пульсирующими белыми карликами;
- 3) с физическими переменными звездами;
- 4) с аккрецирующими звездами в тесной двойной системе.

**19. Укажите условие локального термодинамического равновесия:**

1) 
$$d\left(\frac{R}{\mu}\rho T + P_{свем}\right) = g\rho dr$$

2) 
$$\frac{dI_\nu}{ds} = -\alpha_\nu I_\nu + \varepsilon_\nu$$

3) 
$$I(0, \Theta) = \int_0^{\sec\Theta} S(\tau) e^{-\tau \sec\Theta} \sec\Theta d\tau.$$

4) 
$$\frac{\varepsilon_\nu}{\alpha_\nu} = \frac{2\pi\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

**20. В каких космических явлениях источником излучения является энергия магнитного поля?**

- 1) свечение планетарных туманностей;
- 2) солнечные вспышки;
- 3) флуктуации реликтового излучения;
- 4) радиопульсары.

### **Вариант 5**

**1. Самый большой в мире наземный телескоп имеет диаметр около:**

- 1) 5 м;
- 2) 6 м;
- 3) 10 м;
- 4) 20 м.

**2. К планетам земной группы относится:**

- 1) Венера;
- 2) Юпитер;
- 3) Нептун;
- 4) Плутон.

**3. Чем можно объяснить колебания блеска астероидов?**

- 1) Вращением астероида, имеющего несферическую форму.
- 2) Различные части астероида могут по-разному отражать свет и иметь разное альbedo.
- 3) У астероида может быть маленький спутник и может наблюдаться затмение в этой двойной системе.
- 4) Могут иметь место все перечисленные причины.

**4. Метеорный дождь наблюдается в результате:**

- 1) падения метеорита;
- 2) усиленного падения метеоров вследствие прохождения Землей метеорного роя;
- 3) усиления свечения метеоров вследствие погодных условий;
- 4) изменения спектров метеоров вследствие торможения в атмосфере.

**5. Солнце излучает энергию за счет:**

- 1) термоядерных реакций;
- 2) химических реакций;
- 3) сжатия к центру;
- 4) падения на поверхность межзвездной пыли и метеорных частиц.

**6. На Земле корону Солнца нельзя увидеть в любое время из-за:**

- 1) рассеянного в земной атмосфере солнечного света вокруг солнечного диска;
- 2) недостаточной температуры короны;
- 3) удаленности Земли от Солнца;
- 4) конвективных потоков.

**7. Что за объект изображен на фотографии?**



- 1) Факел.
- 2) Спикула.
- 3) Хромосферная вспышка.
- 4) Протуберанец.

**8. В 2000 году наблюдался максимум солнечных пятен. Укажите приблизительно год ближайшего максимума солнечной активности:**

1. 2016;
2. 2008;
3. 2005;
4. нет верного ответа.

**9. Цвет звезды зависит от:**

- 1) возраста звезды;
- 2) расстояния от Солнечной системы;
- 3) протяженности ее короны;
- 4) температуры ее фотосферы.

**10. Если звезды нанести на диаграмму спектр–светимость (Герцшпрунга – Рассела), то большинство из них будут находиться на главной последовательности. Из этого вытекает, что:**

- 1) на главной последовательности концентрируются самые молодые звезды;
- 2) продолжительность пребывания на стадии главной последовательности превышает время эволюции на других стадиях;
- 3) это является чистой случайностью и не объясняется теорией эволюцией звезд;
- 4) на главной последовательности концентрируются самые старые звезды.

**11. Звезда на диаграмме Герцшпрунга – Рассела после превращения водорода в гелий перемещается по направлению:**

- 1) вверх по главной последовательности, к голубым гигантам;
- 2) от главной последовательности к красным гигантам и сверхгигантам;
- 3) в сторону низких светимостей;
- 4) звезда в процессе эволюции, однажды попав на главную последовательность, от нее не отходит.

**12. Температура цефеиды имеет наибольшее значение:**

- 1) когда радиус цефеиды максимален;
- 2) когда ее оболочка сжимается;
- 3) когда ее оболочка расширяется;
- 4) температура цефеиды не изменяется в процессе колебаний.

**13. Крабовидная туманность является результатом:**

- 1) образования планетной системы;
- 2) вспышки сверхновой;
- 3) образования белого карлика;

4) подсвечивания голубым гигантом области плотного межзвездного газа.

**14. Яркая центральная часть сферической составляющей, видимая как вздутие диска галактики:**

- 1) ядро;
- 2) балдж;
- 3) шаровое скопление;
- 4) все выше перечисленное.

**15. На рисунке представлена «Конская голова». Это:**



- 1) диффузная туманность;
- 2) неправильная галактика;
- 3) светлая эмиссионная туманность;
- 4) темная пылевая туманность.

**16. Выберите из предложенных фотографий ту, на которой изображена спиральная галактика.**



1)



2)



3)



4)

**17. Укажите условие гидростатического равновесия:**

1) 
$$d\left(\frac{R}{\mu} \rho T + P_{\text{свет}}\right) = g \rho dr$$

2) 
$$\frac{dI_{\nu}}{ds} = -\alpha_{\nu} I_{\nu} + \epsilon_{\nu}$$

3) 
$$I(0, \Theta) = \int_0^{\infty} S(\tau) e^{-\tau \sec \Theta} \sec \Theta d\tau$$

4) 
$$\frac{\epsilon_{\nu}}{\alpha_{\nu}} = \frac{2\pi \nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

**18. В составе Местной группы галактик, в которую входит наша Галактика, туманность Андромеды и другие галактики, находится около:**

- 1) 40 галактик;
- 2) 400 галактик;
- 3) 1000 галактик;
- 4) 4000 галактик.

19. Если в спектре звезды линии водорода достигают наибольшей интенсивности, хорошо видны линии ионизованного кальция, наблюдаются слабые линии других металлов, то эта звезда относится к спектральному классу:

- 1) A;
- 2) F;
- 3) G;
- 4) K.

20. Какой из реакций определяется темп энерговыделения на грамм вещества в центре Солнца?

- 1)  $1\text{H}^1 + 1\text{H}^1 \rightarrow 1\text{D}^2 + e^+ + \nu$
- 2)  $1\text{H}^1 + 1\text{D}^2 \rightarrow 2\text{He}^3 + \gamma$
- 3)  $2\text{He}^3 + 2\text{He}^3 \rightarrow 2\text{He}^4 + 2\text{H}^1$
- 4)  $7\text{N}^{13} \rightarrow 6\text{C}^{13} + e^+ + \nu$

### Вариант 6

1. Космический телескоп им. Хаббла имеет диаметр:

- 1) 2,4 м;
- 2) 3,6 м;
- 3) 4,5 м;
- 4) 5 м

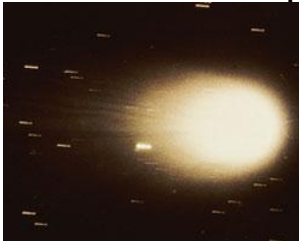
2. Ближайшая к Солнцу планета:

- 1) Меркурий;
- 2) Венера;
- 3) Земля;
- 4) Марс.

3. Как ищут малые планеты – астероиды?

- 1) При наблюдениях в телескоп астероиды изменяют свой блеск.
- 2) При наблюдениях в телескоп астероиды изменяют свой цвет.
- 3) По вращению малой планеты.
- 4) По фотографиям, на которых астероид получается в виде маленькой черточки.

4. Что за объект изображен на фотографии?



- 1) Шаровая молния.
- 2) Болид.
- 3) Комета.
- 4) НЛО.

5. Перенос энергии из недр Солнца наружу осуществляется путем:

- 1) теплопроводности;
- 2) излучения и конвекции;
- 3) электропроводности;
- 4) солнечного ветра.

6. Наиболее мощными и быстрыми во времени проявлениями солнечной активности являются:

- 1) пятна на Солнце;
- 2) протуберанцы;



- 3) факелы;
- 4) солнечные вспышки.

**7. Размеры крупных пятен на Солнце сравнимы:**

- 1) достигают сотен километров и сравнимы с островами на Земле;
- 2) сравнимы с размерами Луны;
- 3) достигают 100 000 км и часто превышают размеры Земли;
- 4) во много раз превышают расстояние от Земли до Луны.

**8. Причиной появления солнечного ветра является:**

- 1) сильный разогрев нижних слоев солнечной короны потоками энергии, поступающими из плотных нижних слоев атмосферы Солнца;
- 2) конвективный поток из недр Солнца;
- 3) протуберанцы;
- 4) изменение магнитного поля Солнца.

**9. Годичный параллакс:**

- 1) используется для определения расстояний до планет Солнечной системы;
- 2) используется для определения расстояний до ближайших звезд;
- 3) это расстояние, которое Земля проходит за один год
- 4) используется для определения расстояний до любой звезды в нашей Галактике.

**10. Область белых карликов на диаграмме Герцшпрунга–Рассела расположена:**

- 1) в верхней левой части диаграммы;
- 2) в верхней правой части диаграммы;
- 3) в нижней левой части диаграммы;
- 4) в нижней правой части диаграммы.

**11. Скорость эволюции звезды зависит прежде всего от:**

- 1) светимости;
- 2) массы;
- 3) температуры поверхности;
- 4) химического состава.

**12. Карликовые звезды спектральных классов В и А, у которых периодически происходит скачкообразное увеличение блеска на  $2^m - 6^m$ , называются:**

- 1) звездами типа RR Лиры;
- 2) пульсарами;
- 3) цефеидами;
- 4) карликовыми новыми.

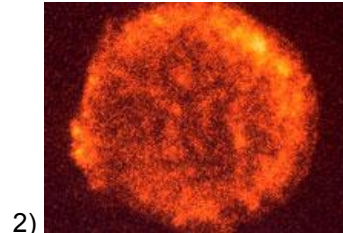
**13. Черной дырой является:**

- 1) неизлучающая звезда низкой температуры;
- 2) солнечное пятно;
- 3) темная туманность, дыра на фоне ярких звезд, через которую не проходит излучение;
- 4) коллапсирующая звезда, исчерпавшая ядерные источники энергии.

**14. Каким уравнением описывается распределение яркости по диску звезды:**

- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>\rho_v = \frac{1}{c} I_v d\omega</math></li> <li>3) <math>H = \frac{L}{4\pi R^2}</math></li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>2) <math>\frac{dI_v}{ds} = -\alpha_v I_v + \epsilon_v</math></li> <li>4) <math>I(0, \Theta) = \int_0^{\sec \Theta} S(\tau) e^{-\tau \sec \Theta} \sec \Theta d\tau</math></li> </ol> |
|--|---|

**15. На какой фотографии изображено шаровое скопление M13?**



**16. Темная полоса, идущая вдоль диска спиральной галактики:**

- 1) непрозрачный слой межзвездной среды, скопление межзвездной пыли и газа;
- 2) скопление холодных звезд поздних спектральных классов;
- 3) области, в которых отсутствуют яркие звезды;
- 4) области, в которых много планетарных туманностей.

**17. Наличие горизонта видимости во Вселенной связано:**

- 1) с техническими ограничениями современной техники наблюдений;
- 2) с расширением Вселенной и конечностью скорости света;
- 3) с остыванием Вселенной;
- 4) с наличием сверхмассивных черных дыр.

**18. Пара звезд, двойная природа которых определяется при помощи эффекта Доплера, называется:**

- 1) затменно-двойной;
- 2) спектрально-двойной;
- 3) оптически двойной;
- 4) визуально-двойной.

**19. Линии водорода не заметны среди очень интенсивных линий металлов. Фиолетовый конец непрерывного спектра заметно ослаблен**

- 1) A;
- 2) F;
- 3) G;
- 4) K.

**20. Найдите неверное утверждение. Отрицательная теплоемкость звезды:**

- 1) обеспечивает механическое равновесие звезды;
- 2) не позволяет развиваться термоядерному взрыву в центре;
- 3) есть следствие теоремы вириала для звезд;
- 4) вызвана отрицательной теплоемкостью ионизованного газа.

**Критерии оценки:**

оценка «отлично» выставляется студенту, если процент правильных ответов составляет от 80 до 100 %;  
 оценка «хорошо» выставляется студенту, если процент правильных ответов составляет от 55 до 79 %;  
 оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если процент правильных ответов составляет от 30 до 54 %;  
 оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если процент правильных ответов составляет от 0 до 29 %.

**19.3.5 Перечень заданий для контрольных работ**

- 1) Во сколько раз изменится облученность планеты электромагнитным излучением, при переносе планеты с орбиты радиусом  $R_1$  от звезды с видимой звёздной величиной  $A_1$ , на орбиту радиусом  $R_2$

вокруг звезды с видимой звёздной величиной  $A_2$ . Расстояния до 1-й и 2-й звёзд от Земли,  $L_1$  и  $L_2$  соответственно.

- А)  $A_1 = 0,5\text{m}$ ,  $R_1 = 2,27 \cdot 10^{11}\text{ мм}$ ,  $L_1 = 1 \cdot 10^{18}\text{ см}$ ,  $A_2 = 8,03\text{ m}$ ,  $R_2 = 3 \cdot 10^{17}\text{ мм}$ ,  $L_2 = 3 \cdot 10^{25}\text{ см}$ .
- Б)  $A_1 = 15\text{m}$ ,  $R_1 = 5,56 \cdot 10^{11}\text{ мм}$ ,  $L_1 = 4,85 \cdot 10^{19}\text{ см}$ ,  $A_2 = 2,3\text{m}$ ,  $R_2 = 9,79 \cdot 10^{12}\text{ мм}$ ,  $L_2 = 1,42 \cdot 10^{18}\text{ см}$ .
- В)  $A_1 = 2\text{m}$ ,  $R_1 = 7,74 \cdot 10^{20}\text{ мм}$ ,  $L_1 = 7,86 \cdot 10^{19}\text{ см}$ ,  $A_2 = 3\text{m}$ ,  $R_2 = 9,99 \cdot 10^{20}\text{ мм}$ ,  $L_2 = 7,69 \cdot 10^{19}\text{ см}$ .
- Г)  $A_1 = 30\text{m}$ ,  $R_1 = 7,69 \cdot 10^{20}\text{ мм}$ ,  $L_1 = 7,69 \cdot 10^{22}\text{ см}$ ,  $A_2 = -1\text{m}$ ,  $R_2 = 2,73 \cdot 10^{18}\text{ мм}$ ,  $L_2 = 7,69 \cdot 10^{31}\text{ см}$ .

2) Сколько времени потребуется свету для того чтобы дойти до земли от объекта с годичным параллаксом  $\varpi$

- А)  $0,596831''$
- Б)  $0,2984155''$
- В)  $0,1989437''$
- Г)  $0,14920775''$

Годовым вращением земли можно пренебречь (рассчитайте время необходимое свету для преодоления расстояния от объекта, до солнца).

3) Определите температуру звезды по её показателю цвета  $B - V$ .

- А)  $-0,22$  (Беллатрикс)
- Б)  $-0,03$  (Ригель)
- В)  $0,00$  (Вега)
- Г)  $0,65$  (Солнце)

Отличием спектра излучения звезды от спектра излучения абсолютно черного тела, также как и изменением спектра излучения звезды при прохождении излучения через межзвездное пространство можно пренебречь

4) Найдите среднюю плотность сферической планеты радиусом  $R$  обращающуюся вокруг солнца по орбите с длиной большой полуоси  $A$ , с периодом обращения  $T$ .

- А)  $A = 149604575\text{ км}$ ,  $R = 6371\text{ км}$ ,  $T = 365,24\text{ дн}$ .
- Б)  $A = 799045750\text{ км}$ ,  $R = 65327\text{ км}$ ,  $T = 4456,39\text{ дн}$ .
- В)  $A = 149604575\text{ км}$ ,  $R = 518540\text{ км}$ ,  $T = 78548,13157\text{ дн}$ .
- Г)  $A = 149604575\text{ км}$ ,  $R = 788100\text{ км}$ ,  $T = 0,07857\text{ дн}$ .

Масса Солнца  $M_{\odot} = 1,98892 \cdot 10^{30}\text{ кг}$ .  $\pi = 3,141592$

5) Чему равна энергия перехода между атомными уровнями дающими в спектре излучения звезды спектральную линию с длиной волны

- А)  $1,932A$
- Б)  $2,285A$
- В)  $1,537A$
- Г)  $0,708A$

Каким химическим элементам принадлежат эти линии?

Ответ выразите в эВ и в Дж.

### 19.3.6 Темы рефератов

1. Термоядерные реакции как источник звёздной энергии (протон-протонный цикл).
1. Термоядерные реакции как источник звёздной энергии (углеродно-азотный цикл).
2. Солнечные нейтрино.
3. Сверхновые звёзды.
4. Солнечное ядро. Конвекция и грануляция.
5. Нейтронные звёзды.
6. Остатки сверхновых
7. Унифицированная модель АГЯ.
8. Теория Большого Взрыва.
9. Наша Галактика.
10. Шаровые звездные скопления.
11. Планетарные газовые туманности.
12. Диффузные газовые туманности.
13. Темные и светлые газопылевые туманности.
14. Местная группа.
15. Скопления и сверхскопления галактик.
16. Физические свойства звёзд верхней части Главной последовательности.
17. Физические свойства звёзд нижней части Главной последовательности.
18. Физические свойства звёзд верхней части Главной последовательности.
19. Образование звёзд.

20. Эволюция звезд.
21. Закон Хаббла.
22. Физические свойства планет-гигантов.
23. Квазары.
24. Основные проблемы в решении вопроса о дальнейшей эволюции Вселенной.
25. Цефеиды.
26. Спектральная классификация стационарных звезд.
27. Диаграмма спектр–светимость.
28. Затменные переменные звезды.
29. Цефеиды.
30. Активные образования в солнечной атмосфере.
31. Образование звезд.
32. Эволюция звезд.
33. Закон Хаббла.
34. Физические свойства планет-гигантов.
35. Квазары.
36. Основные проблемы в решении вопроса о дальнейшей эволюции Вселенной.
37. Физические свойства планет земной группы.
38. Рассеянные скопления.
39. Новые звезды.
40. Эруптивные переменные.
41. Субкарлики.
42. Красные гиганты.
43. Белые карлики.
44. Чёрные дыры.
45. Темные и светлые газопылевые туманности.
46. Классификация галактик.
47. Активные галактические ядра (кроме радиогалактик и квазаров).
48. Радиогалактики.
49. Фотосфера.
50. Хромосфера.
51. Солнечная корона.

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если полностью раскрыта тема, правильно оформлена печатная версия реферата;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если реферат не подготовлен, не полностью раскрыта тема, не оформлена печатная версия реферата.

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе, текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (фронтальная беседа); письменных работ (контрольные, выполнение практико-ориентированных заданий, лабораторные работы, рефераты); тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков, При оценивании используются количественные и качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

Составители:

Леонова Лиана Юрьевна,  
кандидат физико-математических наук, доцент

Клюев Виктор Григорьевич,  
доктор физико-математических наук, профессор

Программа рекомендована \_\_\_\_\_ НМС \_\_\_\_\_ физического факультета

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол от 20.06.2023 № 6

