



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
Кафедра общей и космической физики

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан физического факультета  
/ Н.М. Буднев  
« 20 » июня 2017 г.



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.ДВ.6.1 Астрофизика

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль): Солнечно-земная физика

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:  
физического факультета  
Протокол № 8 от « 19 » июня 2017 г.

Зам. председателя к.ф.-м.н., доцент  
В.В Чумак

Рекомендовано кафедрой:  
общей и космической физики  
Протокол № 9  
от « 1 » июня 2017 г.  
Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор  
Паперный В.Л.

Иркутск 2017 г.

## Содержание

<b>1. Цели и задачи дисциплины (модуля)</b> .....	3
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП:</b> .....	3
<b>3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):</b> .....	4
<b>4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы</b> .....	4
<b>5. Содержание дисциплины (модуля)</b> .....	5
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) .....	5
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями).....	9
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий.....	9
<b>6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ</b> .....	10
6.1. План самостоятельной работы студентов .....	11
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	11
<b>7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)</b> .....	12
<b>8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):</b> .....	13
а) <i>основная литература</i> .....	13
б) <i>дополнительная литература</i> .....	13
в) <i>программное обеспечение</i> .....	14
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i> .....	14
<b>9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):</b> .....	14
<b>10. Образовательные технологии:</b> .....	15
<b>11. Оценочные средства (ОС):</b> .....	15
Лист согласования, дополнений и изменений .....	21
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС</b> .....	23

## 1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой ФГОС по направлению 03.03.02 Физика и предназначена для обеспечения курса «Астрофизика», изучаемого студентами в течение седьмого семестра.

Основная *цель* курса – дать студентам целостное представление о картине Мегакосмоса в рамках существующих естественнонаучных представлений; способствовать развитию их интеллектуальных, творческих способностей и критического мышления в ходе проведения исследований, анализа явлений, восприятия и интерпретации информации.

Для достижения данной цели были поставлены *задачи*:

- изучить основные понятия астрофизики, закономерности мира звезд и современные теоретические представления о природе звезд и их систем;
- показать действие фундаментальных законов в условиях космоса;
- изучить физические методы исследований космических объектов;
- познакомиться с современными проблемами астрофизики, новейшими открытиями и достижениями в исследовании Вселенной за последние годы.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП:

Приоритетом современного образования является создание научно-образовательных центров (НОЦ), т. е. интеграция науки и образования. Такой подход обеспечивает будущему специалисту дополнительные знания и исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям после получения базового образования. Организация учебного процесса при изучении курса «Астрофизика» соотносится с целями образования на современном этапе, а изучение некоторых разделов ориентировано на тематику научных исследований базового института кафедры – Института солнечно-земной физики СО РАН, телескопа МАСТЕР-Тунка на астрофизическом полигоне университета и глубоководного нейтринного телескопа на Байкале. Методика преподавания направлена на *системный подход к обучению и интеграцию* дисциплин естественнонаучного цикла, т. к. при изучении курса используются разделы и темы следующих дисциплин:

- физика (молекулярная физика и термодинамика, электродинамика, волновая оптика, атомная и ядерная физика, статистическая и квантовая физика, физика плазмы, физика элементарных частиц, теория относительности);
- высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, элементы фрактальной геометрии);
- концепции современного естествознания (синергетика, антропный принцип).

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Курс Астрофизики, согласно положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования при подготовке бакалавра по направлению 03.03.02 Физика, позволяет студенту приобрести следующие компетенции:

- способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);
- способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1).

В результате изучения дисциплины студент будет:

#### **Знать:**

- общие сведения о звездах и межзвездной среде, их физические характеристики, структурность Вселенной;
- основные теории, определяющие строение и эволюцию космических объектов;
- физические законы, лежащие в основе современных методов исследований Мегамира.

#### **Уметь:**

- пользоваться современным знанием физических закономерностей для объяснения вопросов строения, происхождения и эволюции Вселенной и ее структур;
- давать аргументированную оценку новой информации в области астрофизики.

#### **Владеть:**

- основными приемами научно-исследовательской работы;
- навыками работы с современным математическим обеспечением для обработки солнечных и других наблюдений

### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		7			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	42/1.17	42			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции			-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	36/1	36	-	-	-

Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
КСР	6/0.17	6			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>30/0.83</b>	<b>30</b>			
В том числе:					
Обработка наблюдений Солнца и звезд в режиме On-line и IT-технологий	10/0.28	10	-	-	-
Расчетно-практические задачи и тесты по всем разделам курса	8/0.22	8	-	-	-
Подготовка и презентация доклада по теме курса	8/0.22	8	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Подготовка к зачету	2/0.06	2			
Текущие консультации	2/0.06	2			
Вид промежуточной аттестации ( <u>зачет</u> , экзамен)					
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>45/1,25</b>	<b>45</b>			
Общая трудоемкость	часы	72			
	зачетные единицы	2			

## 5. Содержание дисциплины (модуля)

### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

Содержание указано в дидактических единицах, которые утверждены решением кафедры.  
Общее число дидактических единиц – 8.

#### ДЕ 1. ОСНОВЫ АСТРОФИЗИКИ

##### 1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗВЕЗДАХ

1.1.1. Задачи и разделы астрофизики. Физические методы исследований

1.1.2. Понятие звездных величин. Данные наблюдений: размеры звезд, их масса и температура.

1.1.3. Основные закономерности в мире звезд. Спектральная классификация звезд, краткая характеристика спектральных классов

#### ДЕ 2. МИР ГАЛАКТИК И ЕГО СВОЙСТВА

##### 2.1. СТРУКТУРНОСТЬ ВСЕЛЕННОЙ

2.1.1. Наша Галактика и ее строение

2.1.2. Межзвездная среда: межзвездная пыль, межзвездный газ, космические лучи

2.1.3. Галактики: типы, расстояния, размеры, физические свойства

2.1.4. Квазары

##### 2.2. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МЕТАГАЛАКТИКИ

- 2.2.1. Космологический принцип: однородность и изотропность  
Метагалактики
- 2.2.2. Классическая космология: нестационарность, критическая  
плотность, «возраст» Вселенной
- 2.2.3. Релятивистская космология. Модель «горячей» Вселенной.
- 2.2.4. Большой взрыв и этапы эволюции Вселенной

### ДЕ 3. ТЕОРИЯ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗВЕЗД

#### 3.1. УРАВНЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ ЗВЕЗДЫ

- 3.1.1. Основная задача теории
- 3.1.2. Уравнение гравитационного равновесия
- 3.1.3. Уравнение энергетического равновесия
- 3.1.4. Источники энергии излучения звезд

#### 3.2. ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ ВНУТРИ ЗВЕЗД

- 3.2.1. Характеристики поля излучения: интенсивность, поток,  
плотность
- 3.2.2. Уравнение переноса излучения для сферически-симметричной модели.
- 3.2.3. Лучистое равновесие внутри звезды (решение уравнения  
переноса). Звезда, как саморегулирующаяся система.
- 3.2.3. Конвективный перенос энергии; критерий Шварцшильда.  
Уравнение конвективного переноса энергии.

#### 3.3. МОДЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗВЕЗДЫ

- 3.3.1. Система основных дифференциальных уравнений
- 3.3.2. Давление и средний молекулярный вес
- 3.3.3. Генерация энергии
- 3.3.4. Непрозрачность вещества
- 3.3.5. Граничные условия. Теорема Фогта - Рессела. Модели звезд разных масс.  
Модель современного Солнца

### ДЕ 4. СОЛНЦЕ, КАК ЗВЕЗДА

#### 4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СОЛНЦЕ

- 4.1.1. Положение Солнца в Галактике. Параметры и физические  
характеристики: масса, светимость, температура
- 4.1.2. Уравнение переноса излучения. Уравнение лучистого равновесия.
- 4.1.3. Теория фотосфер при коэффициенте поглощения, не зависящем  
от частоты ( $\alpha_\nu = \alpha$ )
- 4.1.4. Приближенное решение уравнений. Метод Шварцшильда-

Шустера. Распределение яркости по диску звезды

#### 4.2. СТРОЕНИЕ СОЛНЦА И ПРОТЕКАЮЩИЕ В НЕМ ПРОЦЕССЫ

4.2.1. Особенность звездных недр

4.2.2. Энерговывделяющее ядро: термоядерные реакции протон-протонного и углеродного циклов; тройной альфа-процесс

4.2.3. Вероятности ядерных реакций

4.2.4. Область лучистого переноса энергии

#### 4.3. КОНВЕКЦИЯ НА СОЛНЦЕ И ГРАНУЛЯЦИЯ

4.3.1. Причина конвекции на Солнце

4.3.2. Число Рэлея и тип конвекции; достаточное условие конвекции

4.3.3. Другие фотосферные движения; структура конвективной зоны

#### 4.4. ГЕНЕРАЦИЯ НЕЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ И НАГРЕВ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ

4.4.1. Распределение температуры вдоль радиуса и в атмосфере

4.4.2. Звуковые волны; энергия звуковой волны

4.4.3. Определяющее значение магнитного поля; модель нагрева

### ДЕ 5. АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД

#### 5.1. ЛУЧИСТОЕ РАВНОВЕСИЕ ЗВЕЗДНЫХ ФОТОСФЕР

5.1.1. Задача теории фотосфер. Состояние лучистого равновесия.

5.1.2. Уравнение переноса излучения. Уравнение лучистого равновесия.

5.1.3. Теория фотосфер при коэффициенте поглощения, не зависящем от частоты  
( $\alpha_\nu = \alpha$ )

5.1.4. Приближенное решение уравнений. Метод Шварцшильда-Шустера. Распределение яркости по диску звезды.

#### 5.2. ИЗЛУЧЕНИЕ И ПОГЛОЩЕНИЕ В НЕПРЕРЫВНОМ СПЕКТРЕ

5.2.1. Локальное термодинамическое равновесие

5.2.2. Механизмы поглощения и излучения в непрерывном спектре

5.2.3. Поглощение атомами водорода. Поглощение в звездах различных спектральных классов

5.2.4. Модели звездных фотосфер и наблюдаемые следствия теории

#### 5.3. ЛИНИИ ПОГЛОЩЕНИЯ В СПЕКТРАХ ЗВЕЗД

5.3.1. Механизмы образования спектральных линий

5.3.2. Коэффициенты Эйнштейна. (Квантовая теория излучения).

5.3.3. Естественная ширина спектральных линий. Физические механизмы уширения.

#### 5.3.4. Химический состав звездных атмосфер

### ДЕ 6. ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД

#### 6.1. ОБРАЗОВАНИЕ ЗВЕЗД

6.1.1. Два поколения звезд. Теоретические основы звездообразования: гравитационная неустойчивость Джинса и неустойчивость Рэлея-Тейлора.

6.1.2. Проблеме магнитного поля Галактики. Понятие о протозвездной стадии эволюции

#### 6.2. ПРОТОЗВЕЗДНАЯ СТАДИЯ ЭВОЛЮЦИИ

6.2.1. Газово-пылевые комплексы. Эмпирические подтверждения процесса звездообразования: АО-ассоциации, космические мазеры

6.2.2. Стадия свободного падения. Объекты Хербиго-Аро.

6.2.3. Эволюция звезд на стадии Хаяши. Звезды типа Т-Тельца.

#### 6.3. ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД НА ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

6.3.1. Стадия главной последовательности. Красные гиганты

6.3.2. Эволюция химических элементов. Сверхновые

6.3.3. Эволюция Солнца

### ДЕ 7. КОМПАКТНЫЕ ЗВЕЗДЫ

#### 7.1. БЕЛЫЕ КАРЛИКИ

7.1.1. Понятие; история открытия

7.1.2. Природа белых карликов. Понятие и условие вырождения. Релятивистское вырождение

7.1.3. Давление, условие равновесия и излучение

#### 7.2. ПУЛЬСАРЫ И НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ

7.2.1. Определение, открытие и отождествление пульсаров

7.2.2. Периодичность и механизм импульсного излучения

7.2.3. Состояние вещества нейтронной звезды. Механизм равновесия и уравнение состояния

#### 7.3. ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ

7.3.1. Понятие гравитационного радиуса

7.3.2. Свойства черных дыр и возможность их обнаружения

7.3.3. Методы определения масс. Результаты наблюдений

### ДЕ 8. ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ АСТРОФИЗИКИ

#### 8.1. МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ В КОСМОСЕ



- 8.1.1. Магнитное поле Земли
- 8.1.2. Общее магнитное поле Солнца. Измерения магнитных полей.
- 8.1.3. Магнитное поле Галактики
- 8.1.4. Магнитное поле Вселенной
- 8.2. ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ В ЯДРАХ ГАЛАКТИК
- 8.2.1. Свойства ядер галактик
- 8.2.2. Определение масс ядер галактик. Определение массы ядра нашей Галактики.  
Новейшие наблюдения.
- 8.3. НЕЙТРИННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ СОЛНЦА
- 8.3.1. Нейтрино, идущие от Солнца. Регистрация нейтрино: хлор – аргонный эксперимент, галлиевый эксперимент, водный детектор.
- 8.3.2. Нейтринные осцилляции и масса нейтрино
- 8.4. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АСТРОФИЗИКИ
- 8.4.1. Темная материя и темная энергия
- 8.4.2. Проблема сингулярности
- 8.4.3. Гравитационные линзы
- 8.4.4. Голубые карлики

**5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)**

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)								
2.	Физика ближнего космоса	1.1.1	4.1.1							
4.	Астрофизика высоких энергий	2.1.2	6.3.2	7.1.2	7.2	8.3				

**5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий**

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	ОСНОВЫ АСТРОФИЗИКИ			6	-	-	4	10
2.	МИР ГАЛАКТИК И ЕГО СВОЙСТВА			6	-	-	2	8
3.	ТЕОРИЯ			2	-	-	4	6

	ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗВЕЗД							
4.	СОЛНЦЕ, КАК ЗВЕЗДА			8	-	-	4	12
5.	АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД			2	-	-	2	4
6.	ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД			4	-	-	2	6
7.	КОМПАКТНЫЕ ЗВЕЗДЫ			2	-	-	4	6
8	ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ АСТРОФИЗИКИ			6	-	-	4	10

### 6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	1. ОСНОВЫ АСТРОФИЗИКИ	Электронный атлас спектра Солнца – звезды класса G	6	зачет	ОПКЗ, ПК1
2.	2. МИР ГАЛАКТИК И ЕГО СВОЙСТВА	Выброс квазара 3C273; оценка скорости и светимости квазара	4	Выполнение задания	
3.	4. СОЛНЦЕ, КАК ЗВЕЗДА	1. Анализ спектра и химического состава Солнца 2. Изучения профилей линий Na водорода и K Ca в спектре Солнца 3. Расчет кинетической температуры солнечной атмосферы по эффекту Доплера 4. Изучение рентгеновских вспышек	2 6 2 4	Выполнение практического задания	
4.	5. АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД	Определение содержания железа в атмосфере звезды	2		Выполнение задания
5.	6. ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД	Вычисление эквивалентной ширины спектральной линии	2	Выполнение задания	
6.	8. ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ АСТРОФИЗИКИ	Определение напряженности магнитного поля по эффекту Зеемана	6	Выполнение задания	

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	ОСНОВЫ АСТРОФИЗИКИ	Решение задач по данной теме	§§ 1-2 Приложения, все задачи	<i>Сотникова Р. Т.</i> Введение в астрофизику	4
2.	МИР ГАЛАКТИК И ЕГО СВОЙСТВА	Разработать и составить кроссворд	Подготовить 25 вопросов с программируемыми вариантами ответов	<i>Сотникова Р. Т.</i> Введение в астрофизику	2
3.	ТЕОРИЯ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗВЕЗД	Решить уравнение переноса излучения	Получить дифф. ур-ие для потока и давления излучения	<i>Сотникова Р. Т.</i> Введение в астрофизику	4
4.	СОЛНЦЕ, КАК ЗВЕЗДА. АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД	Выполнение работы научно-исследовательской направленности	. Обработать наблюдения Солнца и звезд в режиме On-line и IT-технологий	<i>Сотникова Р. Т.</i> Введение в гелиофизику; Введение в физику Солнца. Ч.1, Приложение	4
5.	ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД	Подготовка к дискуссии	Углубленно изучить тему	<i>Сотникова Р. Т.</i> Введение в астрофизику	8
6.	ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ АСТРОФИЗИКИ	Подготовка научного доклада	Сделать презентацию	Вся литература из программы курса	2
7.	Текущие консультации				2
8.	ВСЕ ТЕМЫ	Подготовка к зачету	Повторить все разделы курса	Основная литература: 1 - 3	2

### 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Теоретические знания, полученные студентами на практических занятиях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практического задания, а также при самотестировании.

При выполнении практических заданий обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего отчета, разобравшись с теорией исследуемого явления.

Текущая работа над учебными материалами включает в себя систематизацию теоретического материала каждой практической работы, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания работы. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Границы между разными видами самостоятельных работ достаточно размыты, а сами виды работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

Закрепление всего изученного материала осуществляется на контрольной работе. Также может быть проведено тестирование по всем темам курса. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

## **7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)**

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) основная литература

- 1) Засов, А.В. Общая астрофизика [Текст] : учеб. пособие / А. В. Засов, К. А. Постнов ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Физ. фак., Гос. астроном. ин-т им. П. К. Штернберга. - 3-е изд., испр. и доп. - Фрязино : Век 2, 2016. - 573 с. ; 22 см. - Библиогр.: с. 565-566. - ISBN 978-5-85099-194-4. - (9 экз)
- 2) Сотникова, Р.Т. Введение в астрофизику [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Т. Сотникова. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2007. - 248 с. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN: 978-5-9624-0246-8
- 3) Сотникова, Р.Т.. Введение в гелиофизику: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. ВПО 011200 - Физика/ Р. Т. Сотникова, В. Г. Файнштейн ; рец.: В. Н. Обридко, А. Г. Тлатов; Иркутский гос. ун-т, СО РАН, Ин-т солн.-земной физики. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. - 256 с.: а-ил.. - (Солнечно-земная физика).

### б) дополнительная литература

- 1) Гусейханов, М. К. Основы астрофизики [Электронный ресурс] / М. К. Гусейханов. - Москва : Лань", 2016. - Режим доступа: ЭБС "Издательство Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2176-3
- 2) Сотникова, Р.Т. Введение в физику Солнца: учеб. пособие: в 2 ч./ Р. Т. Сотникова [и др.] ; рец.: А. Г. Тлатов, С. А. Язев ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Иркутский науч. центр, Ин-т солнечно-земной физики. - Иркутск: Изд-во ИГУ. - 2010. - ISBN 978-5-9624-0621-3. - Ч. 2. - 2012. - 195 с.
- 3) Сотникова, Р.Т. Астрофизика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Т. Сотникова ; Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. - Электрон. текстовые дан. - Иркутск : ИГУ, 2005. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. - (Труды ученых ИГУ). - Систем. требования: процессор Pentium I и выше ; ОЗУ 64 Мб ; операц. система Windows 95/98/2000/XP ; CD-ROM привод ; программа Adobe Acrobat Reader 3.0 и выше ; мышь. - Загл. с контейнера. - (в кор.)
- 4) Аннушкин, Ю.В. Введение в астрономию. Физика солнечной системы [Текст] : учеб. пособие / Ю. В. Аннушкин, С. А. Язев ; рец.: П. Г. Коваadlo, Р. Т. Сотникова ; Иркут. гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 103 с. ; 21 см. - (Солнечно-земная физика). - Библиогр.: с. 103. - ISBN 978-5-9624-0886-6. - (18 экз.).
- 5) Бенаккио, Леопольдо. Большой атлас Вселенной / Л. Бенаккио ; пер. с фр. Л. Ю. Корнеевой. - М. : БММ, 2007. - 182 с. : цв.ил. ; 29 см. - ISBN 5-88353-306-х. - ISBN 978-5-88353-306-7. - (1 экз.).
- 6) Сотникова, Раиса Тимофеевна Введение в физику солнца [Текст] : учеб. пособие : в 2 ч. / Р. Т. Сотникова, Л. К. Кашапова ; Иркутский гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010 - . - 20 см.  
Ч. 1. - 2010. - 135 с. : ил. - Библиогр.: с. 121-123. - (11 экз.).  
Ч. 2. - 2012. - 195 с. : ил. - Библиогр.: с. 193-195. - ISBN 978-5-9624-0622-0. - (16 экз.).

*сверено с ЭБС ИГУ*

в) *программное обеспечение*

Стандартные сервисы глобальной сети Интернет, стандартные средства просмотра презентаций и научных публикаций в электронном виде. Авторская программа «Атлас» (от 13.08.2007, бессрочно). Электронная мультимедийная астрофизическая база данных ESO 3D Universe v.1 (2003, бессрочно).

г) *базы данных, информационно-справочные и поисковые системы*

Астрофизическая информационная система [HACA \(ADS — Astrophysics Data System\)](http://adswww.harvard.edu/)  
<http://adswww.harvard.edu/>

Указатель ресурсов Интернет по астрофизике [http://www.benran.ru/E\\_n/astrint.html](http://www.benran.ru/E_n/astrint.html)

Образовательный сайт по астрофизике <http://www.astronet.ru/>

Сайт орбитального телескопа им. Хаббла <http://hubblesite.org/>

W. M. Keck Observatory <http://www.keckobservatory.org/>

Национальная астрономическая обсерватория Японии <http://www.naoj.org/>

Европейская объединенная обсерватория (ESO) <http://www.eso.org/public/>

Федеральное космическое агентство РОСКОСМОС <http://www.roscosmos.ru/>

Американское аэрокосмическое агентство NASA <http://www.nasa.gov/>

Европейское аэрокосмическое агентство <http://www.esa.int/esaCP/>

- В системе образовательного портала игу (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по дисциплине Б1.В.ОД.6.1 "АСТРОФИЗИКА".
- ЭЧЗ «БИБЛИОТЕХ» [HTTPS://ISU.BIBLIOTECH.RU/](https://isu.bibliotech.ru/)
- ЭБС «ЛАНЬ» [HTTP://E.LANBOOK.COM/](http://e.lanbook.com/)
- ЭБС «РУКОНТ» [HTTP://RUCONT.RU](http://rucont.ru/)
- ЭБС «АЙБУКС» [HTTP://IBOOKS.RU](http://ibooks.ru/)
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Курс имеет компьютерное обеспечение для одновременной индивидуальной работы всех студентов, что способствует активному формированию компетенций, обозначенных в разделе 3 данной программы (4 ноутбука Lenovo B590 с предустановленной системой Windows 8, 5 стационарных компьютеров Intel Celeron CPU 1.82Ghz с Windows XP Pro SP2).

На практических занятиях могут использоваться мультимедийные средства: проектор (CASIO XJ-A241), переносной экран (Classic Solution, T195x195/1MW-LU/B), ноутбук Lenovo B590. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированной по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы. При этом обеспечена возможность осуществления одновременного индивидуального доступа к такой системе не менее чем для 25 обучающихся.

В качестве материалов имеются справочные спектральные таблицы, а также более 30 видеофайлов, наглядно показывающих экспериментальные данные в различных диапазонах.

## **10. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации компетентного подхода, в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Интерактивные формы работы на учебных занятиях предусматривают активную позицию студентов при изучении материала, например, самостоятельно подготовить дополнение к теме и вынести его на обсуждение, провести дискуссию, включить элементы собственных научных исследований и сделать краткую презентацию своих выступлений на научных конференциях. Все это формирует способности применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в области исследований космоса

На практических занятиях студенты используют данные наблюдений обсерваторий ИСЗФ. По материалам наблюдений они приобретают исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям, после получения базового образования и формируют компетенцию готовности выявить естественнонаучную сущность проблем, компетенцию готовности использовать методы теоретической и экспериментальной физики в профессиональной деятельности по изучению космического пространства и компетенцию способности самостоятельно работать на астрофизических приборах

Программа предполагает использование современных образовательных технологий: информационных (презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео), дистанционные, научно-исследовательской направленности и т. п.

## **11. Оценочные средства (ОС)**

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

11.1. Оценочными средствами для входного контроля знаний являются дискуссии и диспуты по текущим современным проблемам астрофизики.

11.2. Оценочные средства текущего контроля.

Содержание учебного материала разделено на дидактические единицы (ДЕ) – предметные темы, подлежащие обязательному изучению и усвоению в процессе обучения. Так же учитывается промежуточная аттестация по итогам самостоятельной работы, предусмотренной программой курса.

Примерный тест по астрофизике:

- 1. Почему светят звёзды?**
  - а) за счёт флюоресценции
  - б) за счёт фосфоресценции
  - в) за счёт ядерной реакции
  - г) за счёт термоядерной реакции
- 2. Что находится в центре нашей Галактики?**
  - а) Солнце
  - б) Полярная звезда
  - в) чёрная дыра
  - г) тёмная материя
- 3. Где находится Очень Большой Телескоп (VLT) Европейской Южной обсерватории?**
  - а) в Европе
  - б) в Австралии
  - в) в Чили
  - г) на орбите
- 4. Сколько километров в световом году?**
  - а) триста тысяч
  - б) сто пятьдесят миллионов
  - в) десять в тринадцатой
  - г) вопрос поставлен некорректно
- 5. Что такое Большая Медведица?**
  - а) самка белого медведя
  - б) созвездие северного полушария
  - в) поэтическое название полярного сияния
  - г) неграмотное название Ковша
- 6. На что похожа ячеисто-сотовая структура Вселенной?**
  - а) на пчелиные соты, только трёхмерные
  - б) на губку для мытья посуды
  - в) на кристаллические структуры
  - г) на сыр с большим количеством дырок
- 7. Сколько астероидов в Солнечной системе?**
  - а) ни одного
  - б) один
  - в) четыре
  - г) тьма тьмущая
- 8. Кто такой Хаббл?**
  - а) знаменитый астроном двадцатого века
  - б) персонаж русских народных сказок, разновидность гоблина
  - в) менеджер проекта одноимённого телескопа
  - г) чемпион мира по боксу в средней весовой категории, в честь которого назван телескоп
- 9. Где находится пояс Койпера?**
  - а) в земной магнитосфере
  - б) между орбитами Сатурна и Урана
  - в) за орбитой Нептуна
  - г) в созвездии Ориона
- 10. Как определяют расстояния до квазаров?**
  - а) на глаз



- б) методом радиолокации
- в) методом параллакса
- г) по смещению линий в спектре

**11. Что такое двойная звезда?**

- а) на самом деле это две звезды, обращающиеся около общего гравитационного центра
- б) звезда, светящаяся с удвоенной яркостью
- в) эффект раздвоения изображения в телескопе с некачественно отшлифованным объективом
- г) две слившихся звезды

**12. Во время элонгации Венера видна как объект минус четвёртой звёздной величины. Но Венера - это планета, а не звезда. Почему тогда освещённость, создаваемую ею, измеряют в звёздных величинах?**

- а) это недоразумение
- б) это исторический курьёз, сохранившийся как дань традиции
- в) звёздная величина - это универсальная мера освещённости для всех космических объектов независимо от их природы
- г) данный парадокс лишён смысла, так как в его формулировке допущена фактическая ошибка

**13. Местонахождение звёзд главной последовательности:**

- а) на диагонали диаграммы Герцишпрунга-Рессела
- б) в плоскости эклиптики
- в) на периферии Галактики
- г) внутри шаровых скоплений

**14. Что такое чёрная дыра?**

- а) погасший белый карлик
- б) тело, сжавшееся до размера меньше гравитационного радиуса
- в) пустая область пространства между скоплениями галактик
- г) то же самое, что белая дыра, но состоящая из антиматерии

**15. В чём сущность эффекта гравитационного линзирования?**

- а) фокусировка гравитационных волн в гравитационных детекторах
- б) прохождение света сквозь линзовидную галактику
- в) искривление пути света, проходящего вблизи массивных объектов
- г) поглощение гравитационных волн чёрными дырами

**16. Какого цвета Солнце?**

- а) белого
- б) жёлтого
- в) красного
- г) зелёного

**17. Из чего большей частью состоит Вселенная?**

- а) из светлой материи
- б) из тёмной материи
- в) из светлой энергии
- г) из тёмной энергии

**18. Что излучает чёрная дыра?**

- а) ничего
- б) гравитационные волны
- в) рентгеновское излучение
- г) излучение абсолютно чёрного тела

**19. Каков характерный размер пульсаров?**

- а) десять километров
- б) сто миллионов километров

- в) десять парсек  
 г) триста мегапарсек
- 20. Какая звезда ближайшая к Солнцу?**  
 а) Толиман (альфа Центавра)  
 б) Проксима Центавра  
 в) Вольф 359  
 г) Сириус В
- 21. Как рождаются звёзды?**  
 а) конденсируются из межзвёздных облаков  
 б) размножаются простым делением пополам  
 в) развиваются из планет-зародышей  
 г) в настоящее время звёзды не рождаются, все они сформировались на ранних стадиях Вселенной
- 22. Есть ли в межзвёздном газе органические соединения?**  
 а) да  
 б) нет  
 в) это зависит от времени суток  
 г) вопрос поставлен некорректно
- 23. Что из себя представляет Малое Магелланово Облако?**  
 а) остаток сверхновой  
 б) звёздную ассоциацию  
 в) облако ионизированного газа  
 г) неправильную галактику
- 24. Как называются объекты, промежуточные между звёздами и планетами?**  
 а) планетозвёзды  
 б) планетоиды  
 в) красные карлики  
 г) коричневые карлики
- 25. Чем являются пятна на Солнце?**  
 а) ударными и вулканическими кратерами  
 б) атмосферными вихрями  
 в) месторождениями нефти  
 г) областями пониженной температуры
- 26. Самое распространённое химическое вещество во Вселенной - это...**  
 а) вода  
 б) спирт  
 в) гелий  
 г) водород

Примерные варианты задач для практических занятий:

- 1) Мы видим звезды до  $6^m$ . Сколько звезд  $6^m$  могут заменить по яркости одну Венеру?
- 2) Оцените абсолютную звездную величину Солнца ( $M_C$ ), зная только, что видимая звездная величина Солнца  $m_C = -26,8$ .
- 3) Пять средних звезд ковша Большой Медведицы принадлежат к одному рассеянному скоплению. Оцените расстояние до этого скопления (в световых годах). Для получения некоторых исходных данных надо вспомнить ночное небо и Большую Медведицу, средние звезды которой имеют **белый** цвет и видимую звездную величину  $2^m$ . (Для решения можно использовать диаграмму Герцшпрунга-Рессела).

- 4) С какой скоростью нужно приближаться к светофору, чтобы красный свет показался зелёным?

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации – зачет.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

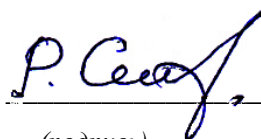
№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Самостоятельное решение практической задачи	Основы астрофизики	ОПК-3
2.	Самостоятельное решение практической задачи	Мир галактик и его свойства	ОПК-3
3.	Самостоятельное решение практической задачи	Теория внутреннего строения звезд	ОПК-3, ПК-1
4.	Самостоятельное решение практической задачи	Солнце, как звезда. Атмосферы звезд	ОПК-3, ПК-1
5.	Самостоятельное решение практической задачи	Эволюция звезд	ОПК-3, ПК-1
	Доклад	Избранные вопросы астрофизики	ОПК-3, ПК-1
6.	Тестирование	Все разделы	ОПК-3, ПК-1
7.	Подготовка к зачету	Все разделы	ОПК-3, ПК-1

#### Примерный список вопросов к зачёту

- Видимая и абсолютная звездная величина. Наблюдаемые параметры звезд и закономерности.
- Межзвездная среда и ее составляющие.
- Мир галактик и его свойства.
- Классическая и релятивистская космология; сценарий Большого взрыва.
- Основная задача внутреннего строения звезд.
- Уравнение переноса излучения для сферически-симметричной модели.
- Уравнение конвективного переноса энергии.
- Принцип построения модели внутреннего строения звезд.
- Заключительные стадии эволюции звезд. Эволюция химических элементов.

- Задача теории фотосфер. Метод Шварцшильда-Шустера. Распределение яркости по диску звезды.
- Локальное термодинамическое равновесие. Поглощение в звездах различных спектральных классов.
- Механизмы образования спектральных линий. Химический состав звездных атмосфер.
- Магнитные поля в космосе.
- Определение масс ядер галактик.
- Нейтринное излучение Солнца.
- Современные проблемы астрофизики.

**Разработчики:**

  
\_\_\_\_\_

(подпись)

доцент, к.ф.-м.н.

(занимаемая должность)

Р.Т., Сотникова

(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ  
«01» июля 2017 г.

Протокол № 9, зав. кафедрой  В.Л. Паперный

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2016/2017 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.6.1 «Астрофизика» по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 Физика (профиль «Солнечно-земная физика»)

1. В соответствии с приказом Минобрнауки России №1455 от 07.12.2015 г. о переименовании федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВПО «ИГУ») в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ИГУ») читать наименование вуза в новой редакции.
2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:  
Нет дополнений.
3. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:  
Заменено наименование университета на новое.

Зав. кафедрой:  
общей и космической  
физики

  
\_\_\_\_\_

В.Л. Паперный

Протокол № 6  
от «15» мая 2016 г.

**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2017/2018 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.6.1 «Астрофизика» по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 Физика (профиль «Солнечно-земная физика»)

1. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:

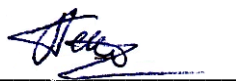
Нет дополнений.

2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:

В список литературы добавлено закупленное на физический факультет новое учебное пособие:

*Засов, А.В. Общая астрофизика [Текст] : учеб. пособие / А. В. Засов, К. А. Постнов ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Физ. фак., Гос. астроном. ин-т им. П. К. Штернберга. - 3-е изд., испр. и доп. - Фрязино : Век 2, 2016. - 573 с. ; 22 см. - Библиогр.: с. 565-566. - ISBN 978-5-85099-194-4.*

Зав. кафедрой:  
общей и космической  
физики



В.Л. Паперный

Протокол № 9  
от « 1 » июня 2017 г.