

## Программа учебной дисциплины

### ВВЕДЕНИЕ В АСТРОФИЗИКУ

Утверждена  
Академическим советом ООП  
Протокол № 3 от 24 мая 2019 г.

Автор	Зверев Петр Георгиевич, д. ф-м. н., доцент
Число кредитов	6
Контактная работа (час.)	64
Самостоятельная работа (час.)	164
Курс	1-4
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курса

#### I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Целями освоения дисциплины «Введение в астрофизику» дать слушателям целостное представление о строении и законах Вселенной в рамках существующих естественнонаучных представлений; способствовать развитию их интеллектуальных, творческих способностей и критического мышления в ходе проведения исследований, анализа явлений, восприятия и интерпретации информации

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные понятия астрофизики, закономерности мира звезд и современные теоретические представления о природе звезд и их систем;
- физические методы исследований космических объектов;

**уметь:**

- решать задачи по теме курса, понимать физические процессы, лежащие в основе астрономических явлений;

**владеть:**

- навыками применения полученных знаний для решения задач.

Для успешного освоения материала курса требуется владение курсами математики и физики в объеме школьной программы и элементарными навыками работы с компьютером.

#### II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Часть 1. Место астрофизики в естествознании

## **1. Астрофизика как часть астрономии**

Астрометрия, небесная механика, астрофизика, космология. Основные разделы. Связь с другими естественными науками. Краткая история астрономии. Научная теория и научный метод. Наблюдение. Орбитальное движение Земли. Астрономическое время. Движение Луны. Солнечные и Лунные затмения. Измерение расстояний в астрономии.

## **2. История Астрономии**

Древняя астрономия. Геоцентрическая модель вселенной. Гелиоцентрическая модель солнечной системы. Законы планетарного движения. Размеры солнечной системы. Законы Ньютона.

## **3. Излучение**

Волны. Спектр электромагнитного излучения. Тепловое излучение. Эффект Доплера.

## **4. Спектроскопия**

Спектральные линии. Атомы и излучение. Образование спектральных линий. Молекулы. Спектральный анализ.

## **5. Астрономические приборы**

Оптический телескоп. Размер телескопа. Изображения и детекторы. Астрономия высокого разрешения. Радиоастрономия. Интерферометрия. Космическая астрономия.

## **Часть 2. Солнечная система**

### **6. Введение в планетологию**

Открытие солнечной системы. Измерения размеров и массы планет. Межпланетное вещество. Образование солнечной системы.

### **7. Земля**

Общая структура планеты Земля. Атмосфера Земли. Строение Земли. Магнитосфера Земли. Приливы.

### **8. Луна и Меркурий**

Орбиты, физические свойства. Особенности поверхности и строения Луны и Меркурия. Скорости вращения. Происхождение Луны и ее будущее.

### **9. Венера**

Орбита, физические свойства и поверхность Венеры. Исследование Венеры. Атмосфера Венеры. Магнитное поле и внутреннее строение.

### **10. Марс**

Орбита, физические свойства и поверхность Марса. Исследование Марса. Вода на Марсе. Атмосфера и внутреннее строение Марса. Спутники Марса.

### **11. Юпитер**

Орбита и физические свойства Юпитера. Атмосфера и внутреннее строение Юпитера. Магнитосфера Юпитера. Спутники и кольца Юпитера.

## **12. Сатурн**

Орбита и физические свойства Сатурна. Атмосфера Сатурна. Строение и магнитосфера Сатурна. Спутники и кольца Сатурна.

## **13. Уран и Нептун**

Открытие Урана и Нептуна. Орбита и физические свойства Урана и Нептуна. Строение и магнитосфера Урана и Нептуна. Спутники Урана и Нептуна.

## **14. Межпланетные объекты**

Астероиды (малые планеты). Кометы. Метеориты.

## **15. Образование планетарной системы**

Модели образования солнечной системы. Закономерности солнечной системы. Планеты вне солнечной системы.

### **Часть 3. Звезды и эволюция звезд**

## **16. Солнце**

Физические свойства Солнца. Строение и атмосфера Солнца. Солнечный магнетизм. Активность Солнца. Центр Солнца. Наблюдение солнечных нейтрино.

## **17. Звезды**

Окрестности Солнца. Абсолютная звездная величина и светимость. Температура звезд. Размер звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Ресселя. Шкала расстояний в космосе. Масса и другие характеристики звезд.

## **18. Межзвездное пространство**

Межзвездное вещество. Свечение туманностей. Темные пылевые облака. Межзвездные молекулярные образования.

## **19. Рождение звезд**

Области звездообразования. Рождение звезд подобных Солнцу. Образование фрагментов облаков и протозвезд. Звездные кластеры.

## **20. Эволюция звезд**

Эволюция звезд, подобных Солнцу. Эволюция красных гигантов. Эволюции звезд в звездных кластерах и двойных системах.

## **21. Взрывы звезд**

Жизнь после смерти для белых карликов. Смерть красных гигантов. Сверхновые звезды. Образование элементов. Цикл звездной эволюции.

## **22. Нейтронные звезды и черные дыры**

Нейтронные звезды. Пульсары. Черные дыры. Теория относительность Эйнштейна. Движение пространства рядом с черными дырами. Экспериментальное подтверждение существования черных дыр.

## **Часть 4. Галактики и космология**

### **23. Галактика Млечный путь**

Размеры галактики Млечный Путь. Структура галактики. Образование галактики Млечный путь. Спиральные рукава галактики. Масса галактики. Центр галактики.

### **24. Другие галактики**

Классификация галактик по Хабблу. Распределение галактик в космосе. Красное смещение. Связь расстояния до галактики с ее красным смещением. Закон Хаббла. Активные ядра галактик.

### **25. Галактики и темная материя**

Темная материя во Вселенной. Столкновения галактик. Образование и эволюция галактик. Черные дыры в галактиках. Проблема шкалы расстояний.

### **26. Космология**

Вселенная в гигантских масштабах. Расширение Вселенной. Будущее космоса. Геометрия пространства. Темная энергия и космология. Реликтовое излучение во Вселенной.

### **27. Рождение Вселенной**

Большой взрыв и этапы эволюции Вселенной. Образование ядер и атомов. Образование структуры Вселенной.

### **28. Жизнь во Вселенной**

Эволюция в космическом пространстве. Жизнь в Солнечной системе. Поиск внеземных цивилизаций.

## **III. ОЦЕНИВАНИЕ**

Текущий контроль будет осуществляться на семинарах в форме коротких тестов (10% оценки за курс), проверки выполнения домашних работ (10% оценки за курс). Во второй половине семестра будет предложено написать небольшой реферат (6-10 стр.) по теме, предварительно согласованной с преподавателем, и выступить на занятии с докладом по реферату (15% оценки за курс). В течение семестра будут проведены две письменные контрольные работы по пройденному материалу (20% + 20% оценки за курс). В конце семестра будет проведена письменная контрольная работа по пройденному материалу (25% оценки за курс).

В случае, если студент получает за курс неудовлетворительную оценку, студенту дается возможность повторно выполнить те формы текущего контроля, по которым им получена неудовлетворительная оценка.

Пересдачи осуществляются в сроки, отведенные программой для осуществления пересдач по согласованию с преподавателем.

#### **IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

##### **Оценочные средства для текущего контроля студента**

Пример задачи промежуточной контрольной работы:

1. В расширяющейся вселенной красное смещение реликтового излучения со временем  
а) растет;  
б) уменьшается;  
в) остается неизменным;  
г) зависит от геометрии вселенной
2. Галактика состоит из 10 млрд звезд типа Солнца. Определите ее видимую звездную величину на расстоянии 10 Мпк.  
а) +15; б) +20; в) +25; г) +30
3. В ходе эволюции большая полуось орбиты планеты, вращающейся вокруг звезды с массой 0.8 солнечных масс, уменьшилась с 200 млн км до 100 млн км. Каким был и каким стал орбитальный период? Что можно сказать о положении планеты относительно зоны обитаемости в разные периоды ее эволюции?

##### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Пример задач итоговой контрольной работы:

1. Рукава ярко выделяются на диске Галактики, т.к.  
а) там больше звезд;  
б) там больше плотность звезд;  
в) там минимум гравитационного потенциала;  
г) там больше массивных звезд.
2. Кто обладает лучшим угловым разрешением: Хаббловский космический телескоп (диаметр 2.4 м, длина волны 5000 ангстрем) или интерферометр РадиоАстрон (длина базы 300 000 км, длина волны 18 см). И во сколько раз?  
а) Хаббл, примерно в 7 раз;  
б) РадиоАстрон, примерно в 7 раз;  
в) Радиоастрон, примерно в 14 раз;  
г) Хаббл, примерно в 14 раз.

3. На нейтронную звезду радиусом 10 км и массой 1.5 масс Солнца идет аккреция с компаньона двойной системы. Темп аккреции 1014 килограмм в секунду. Оцените светимость источника и регистрируемый поток с расстояния 10 кпк. Сравните с наблюдательными возможностями современных инструментов.

## V. РЕСУРСЫ

### 5.1 Основная литература

1. К.А. Постнов, А.В. Засов Общая астрофизика: М., Век 2, 2016

### 5.2 Дополнительная литература

1. Казютинский В.В., Астрономия и современная картина мира, 1996 URL:  
<http://web.a.ebscohost.com/pfi/ExternalLinkOut/PubFinderLinkOut?sid=f9df679f-3d02-414e-b65d-2c63ca090e6a@sdcvsessmgr03&vid=6&Url=http%3a%2f%2fproxylibrary.hse.ru%3a2048%2flogin%3furl%3dhttp%3a%2f%2fznanium.com%2fgo.php%3fid%3d347309&Kbid=edp2004213&PackageId=1674423&LinkedFrom=PublicationDetail>

### 5.1 Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Windows 7 Professional RUS Microsoft Windows 10 Microsoft Windows 8.1 Professional RUS	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
2.	Microsoft Office Professional Plus 2010	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>

### 5.2 Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

№ п/п	Наименование	Условия доступа
<i>Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы</i>		
1.	Консультант Плюс	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
2.	Электронно-библиотечная система Юрайт	URL: <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
<i>Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)</i>		
1.	Открытое образование	URL: <a href="https://openedu.ru/">https://openedu.ru/</a>

### 5.3 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

– ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);

– мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены ПЭВМ, с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ.