



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по образовательной деятельности,  
председатель методического совета

И.Р. Абдулвелеев

8 февраля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*АСТРОФИЗИКА: О ЗВЕЗДАХ ЛИ?..*

Для основных образовательных программ  
с индивидуальной образовательной траекторией

Уровень высшего образования – бакалавриат

Форма обучения

Очная

Курс 1-4 по выбору студента  
Семестр 2-7 по выбору студента

Магнитогорск  
2024 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании методического совета  
08.02.2024, протокол № 1.

Согласовано с руководителями ООП:

Зав. кафедрой ЭПП

А.В. Варганова

Зав. кафедрой экономики

А.Г. Васильева

Зам. директора ИЕиС по воспитательной работе,  
доцент кафедры ТССА

А.С. Лимарев

Доцент кафедры ПОиД

Т.Г. Неретина

Зам. директора ИЕиС по учебной работе,  
доцент кафедры ПЭиБЖД

Ю.В. Сомова

Зав. кафедрой ЛПиМ

Н.А. Феоктистов

Зав. кафедрой ЛиУТС

О.В. Фридрихсон

Зав. кафедрой МиХТ

А.С. Харченко

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью курса является получение общих знаний о происхождении, эволюции и устройстве астрономических объектов, представление о ближнем и дальнем космосе, о Вселенной в целом и происходящих в ней физических процессах и явлениях.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Астрофизика: о звёздах ли?.. входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика, химия ( полученные на предыдущем уровне образования)

Цифровая грамотность

Физическая картина мира

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Астрофизика: о звёздах ли?..» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК-6.1	Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей
УК-6.2	Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста
УК-6.3	Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетных единиц 36 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 18,1 академических часов;
- аудиторная – 18 академических часов;
- внеаудиторная – 0,1 академических часов;
- самостоятельная работа – 17,9 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение								
1.1 Объект и предмет изучения астрофизики. Задачи астрофизики. Разделы астрофизики.	2			2	0,3	Проработка конспекта лекций и уч. пособий.	Проверка конспектов.	УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3
Итого по разделу				2	0,3			
2. Звезды								
2.1 Что такое звезда? Классификация звёзд.	2			2	6	Проработка конспекта лекций и уч. пособий.	Проверка конспектов.	УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3
2.2 Внутренне строение нормальных звёзд. Политронная модель звезды.				2	4	Проработка конспекта лекций и уч. пособий. Подготовка к сдаче лабораторных работ.	Проверка конспектов. Защита лабораторных работ.	УК-6.1, УК-6.2
2.3 Эволюция звезд. Белые карлики. нейтронные звезды. Черные дыры.				2		Подготовка к сдаче лабораторных работ. Подготовка докладов и презентаций.	Защита лабораторных работ. Представление докладов и презентаций.	УК-6.1, УК-6.2
Итого по разделу				6	10			
3. Элементы космологии								
3.1 Что такое галактика? Классификация галактик.	2			2	2	Проработка конспектов лекций и уч. пособий. Подготовка к	Защита лабораторных работ и докладов.	УК-6.1, УК-6.2

						сдаче лабораторных работ. Подготовка докладов и презентаций.		
3.2 Квезары и активные галактики. Сверхмассивные черны дыры.	2			2	2	Проработка конспектов лекций и уч. пособий. Подготовка докладов и презентаций.	Защита лабораторных работ и представление докладов.	УК-6.1, УК-6.2
3.3 Ранняя вселенная. Расширение вселенной. Темная материя и темная энергия.				6	3,6	Подготовка докладов и презентаций.	Представление докладов и презентаций.	УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3
Итого по разделу				10	7,6			
Итого за семестр				18	17,9		зачёт	
Итого по дисциплине				18	17,9		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Результат освоения дисциплины «*Астрофизика - о звёздах ли?*» – формирование у студентов компетенций представляющих собой динамичную совокупность знаний, умений, владений, способностей и личностных качеств, которую студент может продемонстрировать после завершения данной части образовательной программы. Для формирования этих компетенций и реализации предусмотренных видов учебной работы, в учебном процессе в качестве образовательных технологий используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии: по организационным формам: практические занятия, индивидуальные занятия, контрольные работы;

по преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ - демонстрация учебного материала и др.) и проблемные, поисковые (анализ конкретных ситуаций), решение учебных задач 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 и др.);

информационные, компьютерные, мультимедийные (работа с источниками сайтов академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций сообщений и доклад).

Учебные занятия проводятся в виде:

1) практических и лабораторных занятий

На практических занятиях студенты учатся применять полученные теоретические знания, выполняют расчетно-графические работы, составляют различные виды таблиц, схем. На лабораторных занятиях студенты реализуют математические модели исследуемых объектов.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. Гусейханов, М. К. Основы астрофизики / М. К. Гусейханов. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 208 с. — ISBN 978-5-507-46822-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/321188> (дата обращения: 28.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей..

2. Гусейханов, М. К. Основы астрономии / М. К. Гусейханов. — 5-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-9918-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/203009> (дата обращения: 28.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Астрофизика звезд : учебное пособие / составители Л. Ю. Леонова [и др.]. — Воронеж : ВГУ, 2018. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171152> (дата обращения: 28.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Тюрин, Ю. И. Физика. Ядерная физика. Физика элементарных частиц. Астрофизика : учебник / Ю. И. Тюрин, И. П. Чернов, Ю. Ю. Крючков. — Томск : ТПУ, 2009. — 252 с. — ISBN 978-5-98298-647-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10284> (дата обращения: 28.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

1. Астрономия : учебное пособие / составитель О. В. Калиничева. — Вологда : ВоГУ, 2017. — 111 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171244> (дата обращения: 28.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения лекционного обзора, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации  
Оснащение: доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом в электронную образовательную среду университета.

## **Приложение 1.**

*По дисциплине «Астрофизика - о звёздах ли?» предусмотрена внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.*

*Внеаудиторная самостоятельная работа студентов предполагает Подготовку рефератов и презентаций, с последующей их защитой на практических занятиях*

### **Примерная тематика рефератов**

#### **Солнечная система**

- 1) Общий обзор.
- 2) Структура Солнца.
- 3) Планеты (история открытия, общие физические свойства, сравнение с другими планетами)
- 4) Меркурий.
- 5) Венера.
- 6) Земля.
- 7) Марс.
- 8) Юпитер.
- 9) Сатурн.
- 10) Уран.
- 11) Нептун.
- 12) Плутон.
- 13) Пояс Койпера.
- 14) Малые тела Солнечной системы.
- 15) Кометы.
- 16) Межпланетная среда.
- 17) Движение Солнца в межзвёздном пространстве.

#### **Звёзды**

- 1) Звёздные величины.
- 2) Спектральные классы звёзд.
- 3) Диаграмма Герцшпрунга-Рассела.
- 4) Звёзды Вольфа-Райе.
- 5) Белые карлики.
- 6) Нейтронные звёзды.
- 7) Пульсары.
- 8) Рентгеновская астрономия.
- 9) Предел Чандрасекара.
- 10) Тесные двойные системы.
- 11) Звёздные скопления.
- 12) Двойные звёздные скопления.
- 13) Предельные массы звёзд.
- 14) Звёздный ветер.
- 15) Цефеиды.
- 16) Новые звёзды.
- 17) Вспыхивающие звёзды.
- 18) Сверхновые звезды.
- 19) Звёздные ассоциации.
- 20) Типы звёздных населений, молодые и старые звёзды.
- 21) Микроквезары.

#### **Галактики**

- 1) Классификация галактик.
- 2) Активные ядра галактик.
- 3) Сейфертовские галактики.
- 4) Галактики Маркаряна.

- 5) Блазары.
- 6) Квазары.
- 7) Скопления галактик.
- 8) Образование галактик.

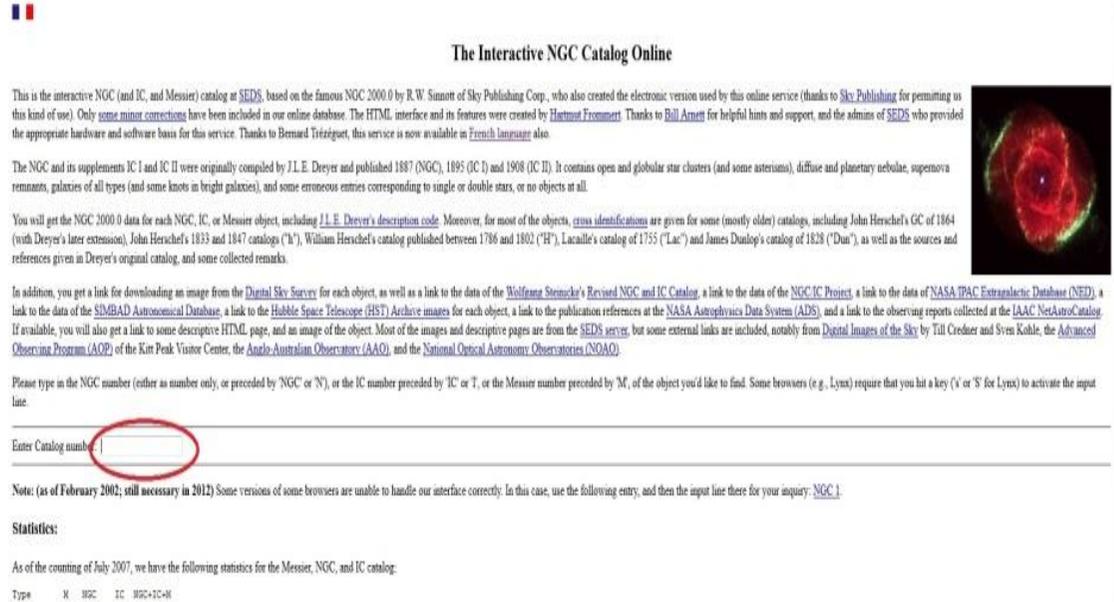
### **Космология**

- 1) Большой Взрыв.
- 2) Реликтовое излучение
- 3) Инфляционная модель Вселенной
- 4) Темная Материя.
- 5) Темная Энергия.
- 6) Возраст Вселенной
- 7) «Тёмная» эра Вселенной

## Приложение 2.

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>УК-6.1: Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей</b>		
УК-6.1	Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1. Основные характеристики звезд (масса, светимость, спектральный класс и т.д.).</li> <li>2. Формирование звезд.</li> <li>3. Классификация звезд.</li> <li>4. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела.</li> <li>5. Эволюция звезд. Конечные стадии эволюции звезд разной массы.</li> <li>6. Строение звезд главной последовательности.</li> <li>7. Термоядерные реакции внутри звезд. Образование тяжелых химических элементов.</li> <li>8. Солнце как звезда главной последовательности.</li> <li>9. Галактики. Классификация галактик.</li> <li>10. Квазары.</li> </ol> <p><b>Задачи:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Звезда излучает в 100 раз больше энергии, чем солнце. Её температура 12000 кельвин. Определите радиус звезды.</li> <li>- Звезда излучает в 10 раз больше энергии, чем солнце. Её температура 8000 кельвин. Определите радиус звезды</li> <li>- Звезда излучает в 1000 раз больше энергии, чем солнце. Её температура 18000 кельвин. Определите радиус звезды.</li> <li>- Выведите формулу для определения размера звезды, если известна её светимость и температура.</li> </ul> <p>Получить данные о скоростях (<math>V_i</math>) и расстояниях (<math>r_i</math>) до как минимум 30 галактик из</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>каталога NGC:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перейти на страницу <a href="http://spider.seds.org/ngc/ngc.html">spider.seds.org/ngc/ngc.html</a></li> <li>2. В поле «Enter Catalog Number» ввести номер объекта (диапазон номеров обрабатываемых объектов спросить у преподавателя).</li> </ol>  <p style="text-align: center;"><b>The Interactive NGC Catalog Online</b></p> <p>This is the interactive NGC (and IC, and Messier) catalog at SEDS, based on the famous NGC 2000.0 by R.W. Sinnott of Sky Publishing Corp., who also created the electronic version used by this online service (thanks to Sky Publishing for permitting us this kind of use). Only <u>some minor corrections</u> have been included in our online database. The HTML interface and its features were created by <u>Hatmut Frommert</u>. Thanks to <u>Bill Arnett</u> for helpful hints and support, and the admins of SEDS who provided the appropriate hardware and software basis for this service. Thanks to <u>Bernard Tézéquet</u>, this service is now available in <u>French language</u> also.</p> <p>The NGC and its supplements IC I and IC II were originally compiled by J.L.E. Dreyer and published 1887 (NGC), 1895 (IC I) and 1908 (IC II). It contains open and globular star clusters (and some asterisms), diffuse and planetary nebulae, supernova remnants, galaxies of all types (and some knots in bright galaxies), and some erroneous entries corresponding to single or double stars, or no objects at all.</p> <p>You will get the NGC 2000.0 data for each NGC, IC, or Messier object, including <u>J.L.E. Dreyer's description code</u>. Moreover, for most of the objects, <u>cross identifications</u> are given for some (mostly older) catalogs, including John Herschel's GC of 1864 (with Dreyer's later extension), John Herschel's 1833 and 1847 catalogs ("h"), William Herschel's catalog published between 1786 and 1802 ("H"), Lacaille's catalog of 1755 ("Lac") and James Dunlop's catalog of 1828 ("Dun"), as well as the sources and references given in Dreyer's original catalog, and some collected remarks.</p> <p>In addition, you get a link for downloading an image from the <u>Digital Sky Survey</u> for each object, as well as a link to the data of the <u>Wolfgang Steinicke's Revised NGC and IC Catalog</u>, a link to the data of the <u>NGC/IC Project</u>, a link to the data of <u>NASA/IPAC Extranuclear Database (NED)</u>, a link to the data of the <u>SIMBAD Astronomical Database</u>, a link to the <u>Hubble Space Telescope (HST) Archive images</u> for each object, a link to the publication references at the <u>NASA Astrophysics Data System (ADS)</u>, and a link to the observing reports collected at the <u>IAAC NetAstroCatalog</u>. If available, you will also get a link to some descriptive HTML page, and an image of the object. Most of the images and descriptive pages are from the <u>SEDS server</u>, but some external links are included, notably from <u>Digital Images of the Sky</u> by Till Credner and Sven Kohle, the <u>Advanced Observing Program (AOP)</u> of the Kitt Peak Visitor Center, the <u>Anglo-Australian Observatory (AAO)</u>, and the <u>National Optical Astronomy Observatories (NOAO)</u>.</p> <p>Please type in the NGC number (either as number only, or preceded by 'NGC' or 'N'), or the IC number preceded by 'IC' or 'I', or the Messier number preceded by 'M', of the object you'd like to find. Some browsers (e.g., Lynx) require that you hit a key ('x' or 'S' for Lynx) to activate the input line.</p> <p>Enter Catalog number: <input type="text"/></p> <p><b>Note:</b> (as of February 2002; still necessary in 2012) Some versions of some browsers are unable to handle our interface correctly. In this case, use the following entry, and then the input line there for your inquiry: <a href="#">NGC.1</a></p> <p><b>Statistics:</b></p> <p>As of the counting of July 2007, we have the following statistics for the Messier, NGC, and IC catalog:</p> <p>Типы: M NGC IC NGC+IC+M</p>

3. Открыть страницу с данными «NED Data», Row No.1

Структурный элемент компетенции

Планируемые результаты обучения

Оценочные средства

**NGC 1215**  
Galaxy in Eridanus  
[Dreyer's description](#):  $\alpha^{\text{P}}$ ,  $\omega^{\text{R}}$ ,  $\text{R}$   
[Cross Identification](#): Swift V, O Stone I.  
[More on NGC 1215](#)

Right Ascension:	3 . 07.1 (hours : minutes)
Declination:	-09 : 35 (degrees : minutes)
Apparent Magnitude:	14. p
Apparent Diameter:	(arc minutes)



- [Digital Sky Survey image](#)
- [Revised NGC/IC data](#)
- [NGC/IC data](#)
- [SIMBAD data](#)
- [HST archive images](#)
- **NED data**
- [Photometric and References \(ADS\)](#)
- [Observing Reports \(IAAC Netastrocatalog\)](#)

**New search:**  
Please type in the NGC number (number only, or preceded by "N" or "NGC") or the IC number preceded by "I" or "IC", or the Messier number preceded by "M".  
Enter your Catalog Number:

**NASA/IPAC EXTRAGALACTIC DATABASE**  
Date and Time of the Query: 2017-01-19 17:19:01 PDT  
[Help](#) | [Comment](#) | [NED Home](#)

You have selected the following parameters to search on:  
Parameters for Distances and Cosmology:  $H_0 = 73.0$ ;  $D_{\text{Hubble}} = 0.27$ ;  $D_{\text{Virgo}} = 0.73$ .  
Derived Quantities use a Redshift corrected to a Redshift Frame defined by the 3K CMB

**NED results for object NGC 0001**

1 object found in NED.

Obj. No.	Object Name	RA	DEC	Type	Redshift	Vel.	Mag.	Size	Number of	Ref.
0001	Essential Note	00h00m00.00s	00d00m00.00s	Gal	0.000000	0	13.0	1.0	1	...

[Back to NED Home](#)

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>4. Если в пункте «REDSHIFT-INDEPENDENT DISTANCES» имеются данные о расстоянии до объекта, записать скорость удаления объекта («Velocity, km/s») и расстояние до него. Если имеется несколько различных значений расстояния, выбираем значение «Median» из таблицы.</p>  <p>5. Повторять до получения необходимого количества данных.</p> <p>6. По формуле <math display="block">H = \frac{\sum V_i}{\sum r_i^2}</math> рассчитать постоянную Хаббла <math>H</math>.</p> <p>7. Перевести полученную постоянную Хаббла в систему СИ и рассчитать хаббловский возраст Вселенной как величину, обратную постоянной Хаббла. Построить зависимость <math>V=Hr</math>, отметив на графике экспериментальные точки (<math>r_i, V_i</math>).</p>
УК-6.2	Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Линейчатые и непрерывные спектры. Спектральный анализ.</li> <li>12. Механизмы излучения атомов. Энергетические уровни атомов.</li> <li>13. Причины уширения спектральных линий. Расщепление энергетических уровней и их естественная ширина.</li> <li>14. Приборы спектрального анализа.</li> <li>15. Рождение вселенной. Большой взрыв.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>16. Ранние стадии эволюции вселенной. Формирование звезд и галактик.  17. Эволюция вселенной. Проблема скрытой массы.  18. Темная материя и темная энергия.</p> <p><b>Задачи:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Определите линейный радиус Солнца в радиусах Земли и километрах, если известны угловой радиус фотосферы и расстояние от Земли до Солнца.</li> <li>- Вычислите массу Солнца, если известны радиус орбиты Земли (орбиту считать круговой) и длительность года.</li> <li>- Вычислите светимость Солнца, зная солнечную постоянную и расстояние от Земли до Солнца.</li> <li>- Вычислите энергию, излучаемую Солнцем за год по значению солнечной постоянной.</li> <li>- Вычислите сколько массы теряет Солнце за год за счет излучения электромагнитных волн по значению солнечной постоянной.</li> <li>- У звезд-сверхгигантов практически одинаковая светимость вне зависимости от температуры. Как изменяется радиус таких звезд в зависимости от температуры?</li> </ul>
УК-6.3	Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста	<p>Политропную модель звезды можно описать при помощи следующих уравнений:</p> $\frac{dP}{dr} = -G \frac{M_r}{r^2} \rho \quad (1)$ $\frac{dM_r}{dr} = 4\pi r^2 \rho \quad (2)$ $P = c\rho^k \quad (3)$ <p>Где <math>P</math> – давление, <math>\rho</math> – плотность, <math>r</math> – расстояние от центра звезды, <math>M_r</math> – масса внутри сферы радиуса <math>r</math> с центром в центре звезды, <math>G</math> – гравитационная постоянная, <math>c</math>, <math>k</math> – постоянные.</p> <p>Подставляя (3) в (2) и выражая <math>\frac{d\rho}{dr}</math>, получим систему и 2-х обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка:</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																				
		$\frac{d\rho}{dr} = -G \frac{\rho^{2-k} M_r}{ckr^2}$ $\frac{dM_r}{dr} = 4\pi r^2 \rho$ <p>Решать эту систему можно численно методом Эйлера, задав граничные условия. Итерационная схема для решения методом Эйлера:</p> $\rho_{i+1} = -G \frac{\rho_i^{2-k} M_{ri}}{ckr_i^2} \Delta r \tag{4a}$ $M_{ri+1} = 4\pi r_i^2 \rho_i \Delta r \tag{4б}$ $r_{i+1} = r_i + \Delta r \tag{4в}$ <p>Начальные (граничные) условия:</p> $r_0 = 0, r_1 = \Delta r, M_{r0} = 0, \rho_1 = \rho_0, M_{r1} = \frac{4}{3}\pi \Delta r^3 \rho_0; \rho_0, P_0 \text{ и } k - \text{ взять из таблицы}$ <p>соответственно Вашему варианту. Константу <math>c</math> рассчитать из формулы (3) как <math>c = \frac{P_0}{\rho_0^k}</math>. Начиная с <math>i=2</math> рассчитывать по общим формулам (4), выбрав <math>\Delta r</math> равным 0,1% радиуса Солнца.</p> <p>Интегрирование уравнений вести до обнуления плотности (или плотность не станет отрицательной), либо пока радиус звезды в модели сильно не превысит радиус Солнца.</p> <p>Получить зависимости плотности, давления и <math>M_r</math> от расстояния да центра звезды <math>r</math> в табличном виде и в виде графиков. Сравнить полученные значения радиуса и массы звезды (последние <math>M_r</math> и <math>r</math> при положительной плотности) с соответствующими параметрами Солнца.</p> <table border="1" data-bbox="936 1236 1686 1439"> <thead> <tr> <th>N</th> <th><math>P_0</math>, Па</th> <th><math>\rho_0</math>, кг/м<sup>3</sup></th> <th><math>k</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td><math>2 \cdot 10^{16}</math></td> <td><math>1,5 \cdot 10^5</math></td> <td>1,33</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td><math>3 \cdot 10^{16}</math></td> <td><math>2 \cdot 10^5</math></td> <td>4/3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><math>1 \cdot 10^{16}</math></td> <td><math>1,0 \cdot 10^5</math></td> <td>5/3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td><math>1,5 \cdot 10^{16}</math></td> <td><math>0,9 \cdot 10^5</math></td> <td>1,25</td> </tr> </tbody> </table>	N	$P_0$ , Па	$\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$k$	1	$2 \cdot 10^{16}$	$1,5 \cdot 10^5$	1,33	2	$3 \cdot 10^{16}$	$2 \cdot 10^5$	4/3	3	$1 \cdot 10^{16}$	$1,0 \cdot 10^5$	5/3	4	$1,5 \cdot 10^{16}$	$0,9 \cdot 10^5$	1,25
N	$P_0$ , Па	$\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	$k$																			
1	$2 \cdot 10^{16}$	$1,5 \cdot 10^5$	1,33																			
2	$3 \cdot 10^{16}$	$2 \cdot 10^5$	4/3																			
3	$1 \cdot 10^{16}$	$1,0 \cdot 10^5$	5/3																			
4	$1,5 \cdot 10^{16}$	$0,9 \cdot 10^5$	1,25																			

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства			
		5	$0,9 \cdot 10^{16}$	$0,6 \cdot 10^5$	1,4
		6	$3 \cdot 10^{16}$	$1,6 \cdot 10^5$	1,3
		7	$2 \cdot 10^{16}$	$1,7 \cdot 10^5$	4/3
		8	$4 \cdot 10^{16}$	$1,9 \cdot 10^5$	1,29
		9	$1,5 \cdot 10^{16}$	$1,2 \cdot 10^5$	1,33
		0	$1,1 \cdot 10^{16}$	$3 \cdot 10^5$	1,25
		1	$2,3 \cdot 10^{16}$	$1,5 \cdot 10^5$	1,4
		2	$2,6 \cdot 10^{16}$	$1,7 \cdot 10^5$	1,3
		3	$1,8 \cdot 10^{16}$	$1,1 \cdot 10^5$	4/3
		4	$4 \cdot 10^{16}$	$3,2 \cdot 10^5$	1,29
		5	$2 \cdot 10^{16}$	$0,5 \cdot 10^5$	1,33

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «*Астрофизика - о звёздах ли?*» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме с учетом результатов работы студента в течении семестра.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

– на оценку «зачтено» студент должен выполнить все практические (лабораторные) задания, получаемые во время семестра, предоставить доклад по выбранной теме и ответить на теоретические вопросы.