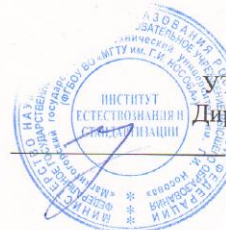




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИИНС  
И.Ю. Мезин

04.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**АСТРОФИЗИКА**

Направление подготовки (специальность)  
03.03.02 Физика

Направленность (профиль/специализация) программы  
Моделирование физических процессов и преподавание физики

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	4
Семестр	8

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 891)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики  
01.02.2022, протокол № 4

Зав. кафедрой  М.Б. Аркулис

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
04.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук  
 В.В. Риве

Рецензент:

зав. кафедрой ВТиП, д-р техн. наук  О.С. Логунова

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

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

овладение студентами необходимым и достаточным уровнем профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 «Физика».

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

Дисциплина Астрофизика входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Общая физика  
Общий физический практикум  
Вычислительная физика  
Методы математической физики  
Математический анализ  
Элементарная физика  
Химия

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена  
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Астрофизика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;
ОПК-1.1	Способен использовать базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-1.2	Способен применять различные способы и приёмы решения стандартных профессиональных задач на основе базовых знаний в области физико-математических и естественных наук
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
ОПК-2.1	Способен планировать научные исследования физических объектов, явлений, систем и процессов.
ОПК-2.2	Способен выполнять запланированные экспериментальные исследования физических объектов, явлений, систем и процессов
ОПК-2.3	Способен составлять, обрабатывать и анализировать результаты экспериментальных и теоретических исследований, составлять отчеты.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 65,7 акад. часов;
- аудиторная – 60 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,7 акад. часов;
- самостоятельная работа – 6,3 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. 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.	8	2			0,3	Проработка конспекта лекций и уч. пособий.	Проверка конспектов.	
Итого по разделу		2			0,3			
2. Звезды								
2.1 Что такое звезда? Классификация звёзд.	8	2	6/2И	2		Проработка конспекта лекций и уч. пособий.	Проверка конспектов.	
2.2 Внутренне строение нормальных звёзд. Политропная модель звезды.		2	6/2И	2/2И		Проработка конспекта лекций и уч. пособий. Подготовка к сдаче лабораторных работ.	Проверка конспектов. Защита лабораторных работ.	
2.3 Эволюция звезд. Белые карлики.нейтронные звезды. Черные дыры.		2	6/2И	2/2И		Подготовка к сдаче лабораторных работ. Подготовка докладов и презентаций.	Защита лабораторных работ. Представление докладов и презентаций.	
Итого по разделу		6	18/6И	6/4И				
3. Элементы космологии								

3.1 Что такое галактика? Классификация галактик.	8	2	6	2	2	Проработка конспектов лекций и уч. пособий. Подготовка к сдаче лабораторных работ. Подготовка докладов и презентаций.	Защита лабораторных работ и докладов.	
3.2 Квазары и активные галактики. Сверхмассивные черные дыры.		1	6	2	2	Проработка конспектов лекций и уч. пособий. Подготовка докладов и презентаций.	Защита лабораторных работ и представление докладов.	
3.3 Ранняя вселенная. Расширение вселенной. Темная материя и темная энергия.		1	6	2	2	Подготовка докладов и презентаций.	Представление докладов и презентаций.	
Итого по разделу		4	18	6	6			
Итого за семестр		12	36/6И	12/4И	6,3		зачёт	
Итого по дисциплине		12	36/6И	12/4И	6,3		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Результат освоения дисциплины астрофизика – 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: лекции, практические занятия, индивидуальные занятия, контрольные работы;

по преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ - демонстрация учебного материала и др.) и про-блемные, 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) лекций-презентаций (с использованием интерактивной доски, видеофрагментов, слайдов и пр.), лекций с заранее запланированными ошибками. Лекции играют особо важную роль в обеспечении глубокого систематического изложения наиболее фундаментальных понятий, законов и концепций. Важнейшая задача астрофизики - формирование у студентов правильного мировоззрения, которая в основном и решается на лекционных занятиях. Лекции проводятся с применением натуральных и видеодемонстраций.

2) 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 (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Гусейханов, М. К. Основы астрофизики : учебное пособие / М. К. Гусейханов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-4037-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/114694> (дата обращения: 11.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

1. Гусейханов, М. К. Основы астрономии : учебное пособие / М. К. Гусейханов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-4063-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

— URL: <https://e.lanbook.com/book/114684> (дата обращения: 11.06.2021). — 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: 11.06.2021). — 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: 11.06.2021). — 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: 11.06.2021). — 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>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</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» 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) Микроквазары.

### **Галактики**

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

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

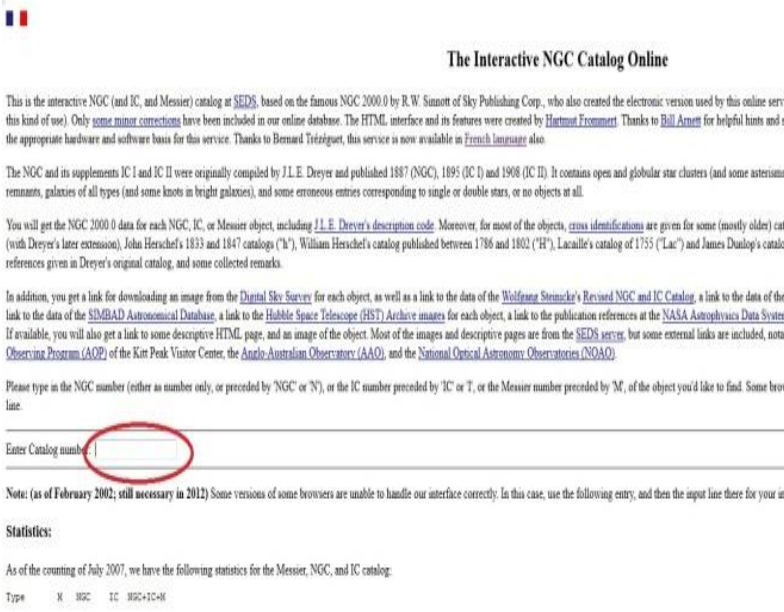

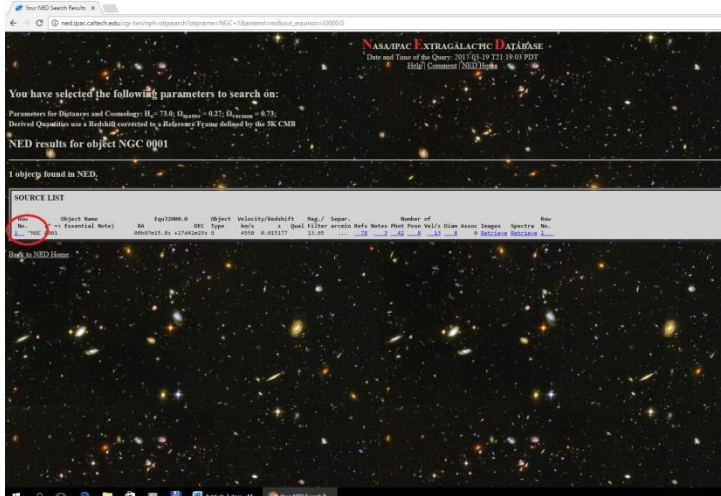
### **Космология**


- 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.

Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;</b>		
ОПК-1.1:	Способен использовать базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	<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>
ОПК-1.2	Способен применять различные способы и приёмы решения стандартных профессиональных задач на основе базовых знаний в области физико-математических и естественных наук	<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 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>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																		
		 <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 (thank you for that 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 <a href="#">Hartmut Frommert</a>. Thanks to <a href="#">Bill Armit</a> for helpful hints and support, and the appropriate hardware and software basis for this service. Thanks to Bernard Tézéquet, this service is now available in <a href="#">French language</a> 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 asteroids, diffuse nebulae, 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 <a href="#">J.L.E. Dreyer's description code</a>. Moreover, for most of the objects, <a href="#">cross identifications</a> are given for some (mostly older) catalogs, including (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 1785 ("Dunlop").</p> <p>In addition, you get a link for downloading an image from the <a href="#">Digital Sky Survey</a> for each object, as well as a link to the data of the <a href="#">Wilfrieda Steinicke's Revised NGC and IC Catalog</a>, a link to the data of the <a href="#">NGC/IC</a> link to the data of the <a href="#">SIMBAD Astronomical Database</a>, a link to the <a href="#">Hubble Space Telescope (HST) Archive images</a> for each object, a link to the publication references at the <a href="#">NASA Astrophysics Data System (ADS)</a>. 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 <a href="#">SEDS server</a>, but some external links are included, notably from the <a href="#">Observing Program (AOP)</a> of the <a href="#">Kit Peak Visitor Center</a>, the <a href="#">Anglo-Australian Observatory (AAO)</a>, and the <a href="#">National Optical Astronomy Observatories (NOAO)</a>.</p> <p>Please type in the NGC number (either a 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. Netscape 4.0) may not work correctly.</p> <p>Enter Catalog number: <input type="text"/></p> <p>Note: (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="#">NED</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> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type</th> <th>M</th> <th>NGC</th> <th>IC</th> <th>NGC+IC+M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>3. Открыть страницу с данными «NED Data», Row No.1</b></p> <p><b>NGC 1215</b></p> <p>Galaxy in Eridanus</p> <p><a href="#">Dreyer's description</a>: <i>sp, vrs, R</i></p> <p><a href="#">Cross Identification</a>: Swift V, O Stone I.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">More on NGC 1215</a></li> </ul> <table border="1"> <tbody> <tr> <td><b>Right Ascension:</b></td> <td>3 . 07.1 (hours . minutes)</td> </tr> <tr> <td><b>Declination:</b></td> <td>-09 . 35 (degrees . minutes)</td> </tr> <tr> <td><b>Apparent Magnitude:</b></td> <td>14. p</td> </tr> <tr> <td><b>Apparent Diameter:</b></td> <td>(arc minutes)</td> </tr> </tbody> </table> <p> <a href="#">NGC Home</a>   <a href="#">NGC 1214</a>   <a href="#">NGC 1216</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Digital Sky Survey image</a></li> <li><a href="#">Revised NGC/IC data</a></li> <li><a href="#">NGC/IC data</a></li> <li><a href="#">SIMBAD data</a></li> <li><a href="#">HST archive images</a></li> <li><a href="#">NED data</a></li> <li><a href="#">Publications and References (ADS)</a></li> <li><a href="#">Observing Reports (IAAC Netastrocatalog)</a></li> </ul> <p><b>New search:</b></p> <p>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".</p> <p>Enter your Catalog Number: <input type="text"/></p>  <p style="text-align: center;"><b>4. Если в пункте «REDSHIFT-INDEPENDENT»</b></p>	Type	M	NGC	IC	NGC+IC+M						<b>Right Ascension:</b>	3 . 07.1 (hours . minutes)	<b>Declination:</b>	-09 . 35 (degrees . minutes)	<b>Apparent Magnitude:</b>	14. p	<b>Apparent Diameter:</b>	(arc minutes)
Type	M	NGC	IC	NGC+IC+M																
<b>Right Ascension:</b>	3 . 07.1 (hours . minutes)																			
<b>Declination:</b>	-09 . 35 (degrees . minutes)																			
<b>Apparent Magnitude:</b>	14. p																			
<b>Apparent Diameter:</b>	(arc minutes)																			

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>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> $H = \frac{\sum V_i r_i}{\sum r_i^2}$ <p>6. По формуле <math>\left[ \frac{\sum V_i r_i}{\sum r_i^2} \right]</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.</p> <p>Построить зависимость <math>V=Hr</math>, отметив на графике экспериментальные точки <math>(r_i, V_i)</math>.</p>

**ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные**

ОПК-2.1	Способен планировать научные исследования физических объектов, явлений, систем и процессов	<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> <li>16. Ранние стадии эволюции вселенной. Формирование звезд и галактик.</li> <li>17. Эволюция вселенной. Проблема скрытой массы.</li> <li>18. Темная материя и темная энергия.</li> </ol>
ОПК-2.2	Способен выполнять	<b>Задачи:</b>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	запланированные экспериментальные исследования физических объектов, явлений, систем и процессов	<p>- Определите линейный радиус Солнца в радиусах Земли и километрах, если известны угловой радиус фотосферы и расстояние от Земли до Солнца.</p> <p>- Вычислите массу Солнца, если известны радиус орбиты Земли (орбиту считать круговой) и длительность года.</p> <p>- Вычислите светимость Солнца, зная солнечную постоянную и расстояние от Земли до Солнца.</p> <p>- Вычислите энергию, излучаемую Солнцем за год по значению солнечной постоянной.</p> <p>- Вычислите сколько массы теряет Солнце за год за счет излучения электромагнитных волн по значению солнечной постоянной.</p> <p>- У звезд-сверхгигантов практически одинаковая светимость вне зависимости от температуры. Как изменяется радиус таких звезд в зависимости от температуры?</p>
ОПК-2.3	Способен составлять обрабатывать и анализировать результаты экспериментальных и теоретических исследований, составлять отчеты	<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 из 2-х обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка:</p> $\frac{d\rho}{dr} = -G \frac{\rho^{2-k} M_r}{c k r^2}$ $\frac{dM_r}{dr} = 4\pi r^2 \rho$ <p>Решать эту систему можно численно методом Эйлера, задав граничные условия. Итерационная схема для решения методом</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																								
		<p>Эйлера:</p> $\rho_{i+1} = -G \frac{\rho_i^{2-k} M_{ri} \Delta r}{c k r_i^2} \quad (4a)$ $M_{ri+1} = 4\pi r_i^2 \rho_i \Delta r \quad (4б)$ $r_{i+1} = r_i + \Delta r \quad (4в)$ <p>Начальные (граничные) условия:</p> <p><math>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</math> и <math>k</math> - взять из таблицы 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 до 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="676 1391 1434 2112"> <thead> <tr> <th>№</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> <tr> <td>5</td> <td><math>0,9 \cdot 10^{16}</math></td> <td><math>0,6 \cdot 10^5</math></td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td><math>3 \cdot 10^{16}</math></td> <td><math>1,6 \cdot 10^5</math></td> <td>1,3</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td><math>2 \cdot 10^{16}</math></td> <td><math>1,7 \cdot 10^5</math></td> <td>4/3</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td><math>4 \cdot 10^{16}</math></td> <td><math>1,9 \cdot 10^5</math></td> <td>1,29</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td><math>1,5 \cdot 10^{16}</math></td> <td><math>1,2 \cdot 10^5</math></td> <td>1,33</td> </tr> </tbody> </table>	№	$P_0$ , 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	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
№	$P_0$ , 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																																							
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																																							

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства			
		10	$1,1 \cdot 10^{16}$	$3 \cdot 10^5$	1,25
		11	$2,3 \cdot 10^{16}$	$1,5 \cdot 10^5$	1,4
		12	$2,6 \cdot 10^{16}$	$1,7 \cdot 10^5$	1,3
		13	$1,8 \cdot 10^{16}$	$1,1 \cdot 10^5$	4/3
		14	$4 \cdot 10^{16}$	$3,2 \cdot 10^5$	1,29
		15	$2 \cdot 10^{16}$	$0,5 \cdot 10^5$	1,33