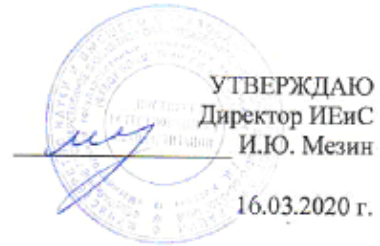




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
И.Ю. Мезин

16.03.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

АСТРОФИЗИКА

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 ФИЗИКА

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
очная

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

Магнитогорск
2019

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 ФИЗИКА (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 07.08.2014 г. № 937)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
12.03.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  М.Б. Аркулис

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
16.03.2020 г. протокол № 8.

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

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

Рецензент:

зав. кафедрой ВТиП, канд. техн. наук  О.С. Логунова

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от 01 09 2020г. № 1
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

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

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Астрофизика» является 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 вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Общая физика

Математический анализ

Вычислительная физика

Дифференциальные уравнения

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к защите 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:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-2 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	
Знать	- Граничные условия, накладываемые на систему уравнений, описывающую статику звезды, методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. - Простейшие способы численного решения систем линейных дифференциальных уравнений (метод Эйлера).
Уметь	- Применять численные методы для решения краевых задач; - Применять численные методы для решения задач термо- и гидродинамики; - Оценивать погрешности аппроксимации и точности приближенных решений; - Делать правильные выводы из сопоставления результатов аналитической теории и численного эксперимента; - Применять методы Эйлера и Рунге-Кутты больших порядков для решения систем уравнений звездной статики, сеточные методы для решения уравнений звездной динамики.

Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - Навыками решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, описываю строение функционирование астрофизических объектов; - Навыками решения систем линейных дифференциальных уравнений, дифференциальных уравнений в частных производных; - Методикой составлений математических моделей функционирования астрономических объектов, способами решения полученных систем уравнений, навыками анализа полученных результатов;
ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - Источники звездной энергии и основные закономерности звездной эволюции. - Уравнение гидростатического равновесия центрально-симметричного тела, уравнение для текущей массы и политропной связи давления и температуры. - Уравнения переноса энергии внутри звезды, полную систему уравнений, описывающую статику звезды, уравнения звездной эволюции. Закономерности развития планетных и звездных систем, а так же Вселенной в целом.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - Решать учебные задачи из области астрофизики с применением физических законов из курса общей физики. - Решать учебные задачи из области астрофизики с применением навыков, полученных в ходе изучения курса общей и теоретической физики. - Решать профессиональные астрофизические задачи.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - Навыками решения учебных задач из курса астрофизики. - Навыками решения учебных и профессиональных задач из курса астро-физики. Навыками поиска и отбора информации по астрономии и астрофизике. - Способами аналитического и численного решения систем уравнений звездной эволюции, навыками анализа полученных результатов.

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 45,55 акад. часов;
- аудиторная – 45 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,55 акад. часов
- самостоятельная работа – 26,45 акад. часов;

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. Физика звезд								
1.1 Введение. Определение звезды. Классификация звёзд. Аксиоматика звёзд.	8	2				Подготовка докладов по заранее обозначенным в рабочей программе дисциплины темам. Подготовка к лабораторно-практическому занятию.	лабораторные работы;	ПК-1
1.2 Основные уравнения внутреннего строения звёзд. Политропные модели звёзд. Граничные условия в центре и на поверхности звезды		2	14/5И	4	12	Подготовка докладов по заранее обозначенным в рабочей программе дисциплины темам. Подготовка к лабораторно-практическому занятию.	лабораторные работы;	ПК-1, ОПК-2
Итого по разделу		4	14/5И	4	12			
2. Элементы космологии								
2.1 Галактики и квазары, классическая космология и очень ранняя Вселенная. Большой взрыв и этапы эволюции Все-ленной.	8	3	13/5И	5	14,45	Подготовка докладов по заранее обозначенным в рабочей программе дисциплины темам. Подготовка к лабораторно-практическому занятию.	лабораторные работы;	ПК-1, ОПК-2

2.2	Современные проблемы космологии, тёмная материя и тёмная энергия.		2			Подготовка докладов по заранее обозначенным в рабочей программе дисциплины темам. Подготовка к лабораторно-практическому занятию.	лабораторные работы;	ПК-1
Итого по разделу		5	13/5И	5	14,45			
Итого за семестр		9	27/10И	9	26,45		зачёт	
Итого по дисциплине		9	27/10И	9	26,45		зачет	ПК-1,ОПК-2

5 Образовательные технологии

Для формирования компетенций и реализации предусмотренных видов учебной работы в учебном процессе используются традиционная, интерактивная и информационно-коммуникационные технологии.

Используются следующие виды лекций:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

В учебном процессе используются интерактивные формы обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем.

Теоретический материал закрепляется в ходе лабораторных занятий с применением IT-технологий. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах ФГБОУ ВО «МГТУ».

Для предоставления студентам графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения используются возможности образовательного портала ФГБОУ ВО «МГТУ».

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: 22.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Градов, В. М. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: учебник / В. М. Градов, Г. В. Овечкин, П. В. Овечкин, И. В. Рудаков — М. : КУРС : ИНФРА-М, 2018. — 264 с. — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=911733>. — Загл. с экрана.

б) Дополнительная литература:

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/reader/book/114684/#1> (дата обращения: 22.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Безруков, А.И. Математическое и имитационное моделирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 227 с. + Доп. материалы; — (Высшее образование: Бакалавриат). — Режим доступа <http://znanium.com/bookread2.php?book=811122>. — Загл. с экрана.

в) Методические указания:

в приложении 1

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, 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.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Приложение 1.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

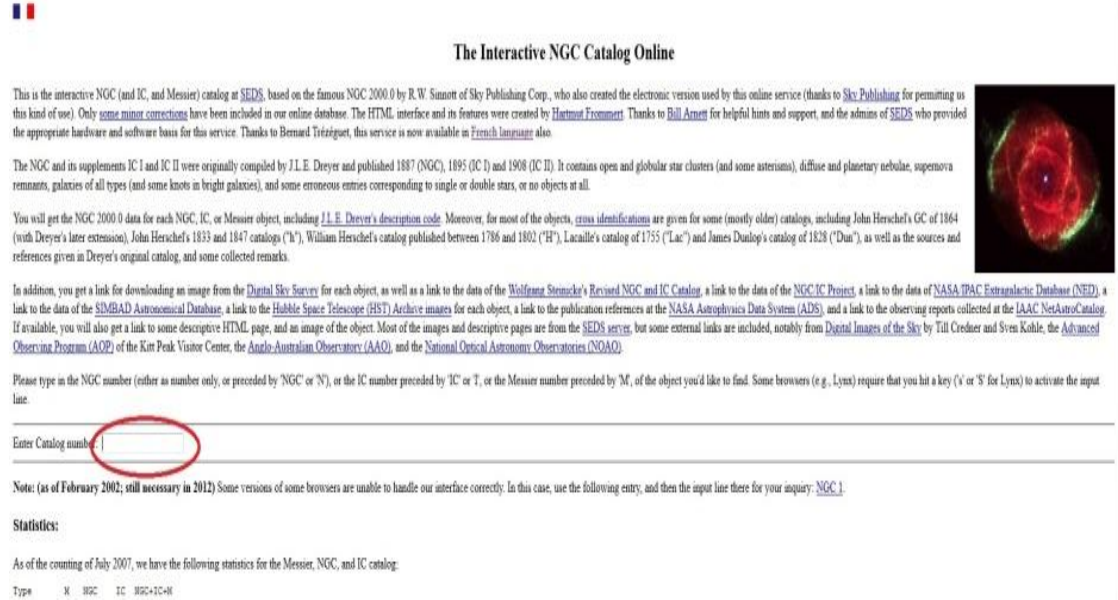
Приложение 2.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации


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

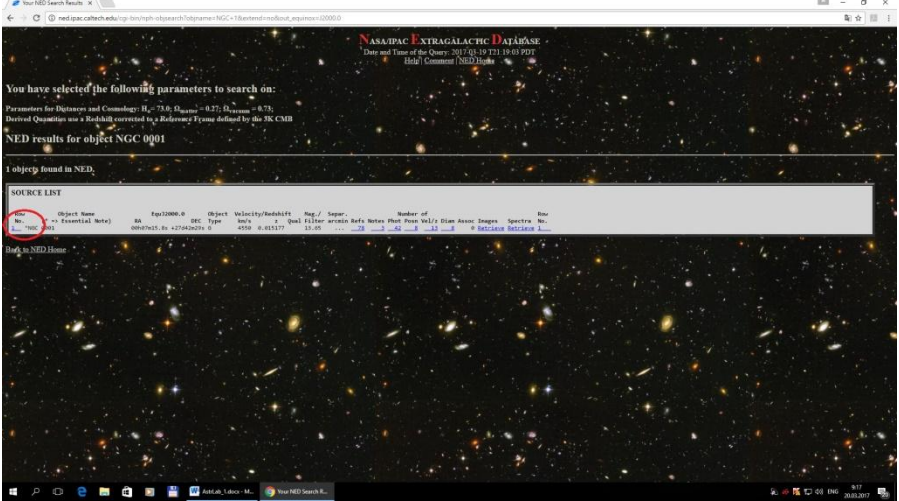
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-2: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – - Граничные условия, накладываемые на систему уравнений, описывающую статику звезды, методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. – - Простейшие способы численного решения систем линейных дифференциальных уравнений (метод Эйлера). 	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1. Основные характеристики звезд (масса, светимость, спектральный класс и т.д.). 2. Формирование звезд. 3. Классификация звезд. 4. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. 5. Эволюция звезд. Конечные стадии эволюции звезд разной массы. 6. Строение звезд главной последовательности. 7. Термоядерные реакции внутри звезд. Образование тяжелых химических элементов. 8. Солнце как звезда главной последовательности. 9. Галактики. Классификация галактик. 10. Квазары.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – - Применять численные методы для решения краевых задач; – - Применять численные методы для решения задач термо- и гидродинамики; – - Оценивать погрешности 	<p>Задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Звезда излучает в 100 раз больше энергии, чем солнце. Её температура 12000 кельвин. Определите радиус звезды.

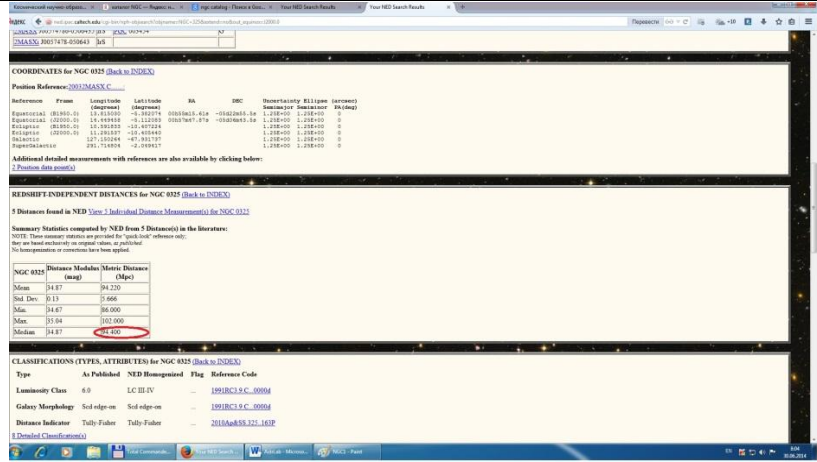
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>аппроксимации и точности приближенных решений;</p> <ul style="list-style-type: none"> - - Делать правильные выводы из сопоставления результатов аналитической теории и численного эксперимента; - - Применять методы Эйлера и Рунге-Кутты больших порядков для решения систем уравнений звездной статики, сеточные методы для решения уравнений звездной динамики. 	<p>- Звезда излучает в 10 раз больше энергии, чем солнце. Её температура 8000 кельвин. Определите радиус звезды</p> <p>- Звезда излучает в 1000 раз больше энергии, чем солнце. Её температура 18000 кельвин. Определите радиус звезды.</p> <p>- Выведите формулу для определения размера звезды, если известна её светимость и температура.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - - Навыками решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, описываю строение функционирование астрофизических объектов; - Навыками решения систем линейных дифференциальных уравнений, дифференциальных уравнений в частных производных; - Методикой составлений математических моделей функционирования астрономических объектов, способами решения полученных систем уравнений, навыками анализа полученных результатов; 	<p>Получить данные о скоростях (V_i) и расстояниях (r_i) до как минимум 30 галактик из каталога NGC:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перейти на страницу spider.seds.org/ngc/ngc.html 2. В поле «Enter Catalog Number» ввести номер объекта (диапазон номеров обрабатываемых объектов спросить у преподавателя).

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<div data-bbox="1025 403 2134 1005">  <h3 data-bbox="1473 443 1697 464">The Interactive NGC Catalog Online</h3> <p data-bbox="1032 488 1989 544">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 some minor corrections have been included in our online database. The HTML interface and its features were created by Haimut Frommert. Thanks to Bill Arnett for helpful hints and support, and the admins of SEDS who provided the appropriate hardware and software basis for this service. Thanks to Bernard Tézéguet, this service is now available in French language also.</p> <p data-bbox="1032 560 1989 596">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 data-bbox="1032 612 1989 668">You will get the NGC 2000.0 data for each NGC, IC, or Messier object, including J.L.E. Dreyer's description code. Moreover, for most of the objects, cross identifications 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 ("N"), 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 data-bbox="1032 684 2130 759">In addition, you get a link for downloading an image from the Digital Sky Survey for each object, as well as a link to the data of the Wolfgang Steinicke's Revised NGC and IC Catalog, a link to the data of the NGC/IC Project, a link to the data of NASA/IPAC Extragalactic Database (NED), a link to the data of the SIMBAD Astronomical Database, a link to the Hubble Space Telescope (HST) Archive images for each object, a link to the publication references at the NASA Astrophysics Data System (ADS), and a link to the observing reports collected at the IAAC NetAstroCatalog. 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 SEDS server, but some external links are included, notably from Digital Images of the Sky by Till Credner and Sven Kohle, the Advanced Observing Program (AOP) of the Kim Peak Visitor Center, the Anglo-Australian Observatory (AAO), and the National Optical Astronomy Observatories (NOAO).</p> <p data-bbox="1032 775 2130 812">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 ('v' or 'S' for Lynx) to activate the input line.</p> <p data-bbox="1032 836 1126 857">Enter Catalog number: <input data-bbox="1126 836 1223 863" type="text"/></p> <p data-bbox="1032 880 1865 901">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: NGC.1</p> <p data-bbox="1032 917 1084 938">Statistics:</p> <p data-bbox="1032 962 1420 983">As of the counting of July 2007, we have the following statistics for the Messier, NGC, and IC catalog:</p> <p data-bbox="1032 991 1196 1011">Type N NGC IC NGC+IC+N</p> </div>

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства								
		<p>NGC 1215</p> <p>Galaxy in Eridanus</p> <p>Dreyer's description: <i>sp, vR, R</i></p> <p>Cross Identifications: Swift V, O Stone I.</p> <ul style="list-style-type: none"> More on NGC 1215 <table border="1"> <tr> <td>Right Ascension:</td> <td>3 . 07.1 (hours . minutes)</td> </tr> <tr> <td>Declination:</td> <td>-09 . 35 (degrees . minutes)</td> </tr> <tr> <td>Apparent Magnitude:</td> <td>14 . p</td> </tr> <tr> <td>Apparent Diameter:</td> <td>(arc minutes)</td> </tr> </table> <p> NGC Home NGC 1214 NGC 1216</p> <ul style="list-style-type: none"> Digital Sky Survey image Revised NGC/IC data NGC/IC data SIMBAD data HST Archive images NED data Publications and References (ADS) Observing Reports (IAAC Netastrcatalog) <hr/> <p>New search:</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>	Right Ascension:	3 . 07.1 (hours . minutes)	Declination:	-09 . 35 (degrees . minutes)	Apparent Magnitude:	14 . p	Apparent Diameter:	(arc minutes)
Right Ascension:	3 . 07.1 (hours . minutes)									
Declination:	-09 . 35 (degrees . minutes)									
Apparent Magnitude:	14 . p									
Apparent Diameter:	(arc minutes)									

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>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p>5. Повторять до получения необходимого количества данных.</p> <p>6. По формуле $H = \frac{\sum V_i r_i}{\sum r_i^2}$ рассчитать постоянную Хаббла H.</p> <p>7. Перевести полученную постоянную Хаббла в систему СИ и рассчитать хаббловский возраст Вселенной как величину, обратную постоянной Хаббла.</p> <p>Построить зависимость $V=Hr$, отметив на графике экспериментальные точки (r_i, V_i).</p>

ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Знать	– Источники звездной энергии и основные закономерности звездной	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <p>11. Линейчатые и непрерывные спектры. Спектральный анализ.</p>
-------	---	---

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>эволюции.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Уравнение гидростатического равновесия центрально-симметричного тела, уравнение для текущей массы и политропной связи давления и температуры. - Уравнения переноса энергии внутри звезды, полную систему уравнений, описывающую статику звезды, уравнения звездной эволюции. Закономерности развития планетных и звездных систем, а так же Вселенной в целом. 	<p>12. Механизмы излучения атомов. Энергетические уровни атомов. 13. Причины уширения спектральных линий. Расщепление энергетических уровней и их естественная ширина. 14. Приборы спектрального анализа. 15. Рождение вселенной. Большой взрыв. 16. Ранние стадии эволюции вселенной. Формирование звезд и галактик. 17. Эволюция вселенной. Проблема скрытой массы. 18. Темная материя и темная энергия.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - Решать учебные задачи из области астрофизики с применением физических законов из курса общей физики. - Решать учебные задачи из области астрофизики с применением навыков, полученных в ходе изучения курса общей и теоретической физики. - Решать профессиональные астрофизические задачи. 	<p>Задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Определите линейный радиус Солнца в радиусах Земли и километрах, если известны угловой радиус фотосферы и расстояние от Земли до Солнца. - Вычислите массу Солнца, если известны радиус орбиты Земли (орбиту считать круговой) и длительность года. - Вычислите светимость Солнца, зная солнечную постоянную и расстояние от Земли до Солнца. - Вычислите энергию, излучаемую Солнцем за год по значению солнечной постоянной. - Вычислите сколько массы теряет Солнце за год за счет излучения электромагнитных волн по значению солнечной постоянной.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>- У звезд-сверхгигантов практически одинаковая светимость вне зависимости от температуры. Как изменяется радиус таких звезд в зависимости от температуры?</p>
Владеть	<p>– - Навыками решения учебных задач из курса астрофизики. - Навыками решения учебных и профессиональных задач из курса астрофизики. Навыками поиска и отбора информации по астрономии и астрофизике. - Способами аналитического и численного решения систем уравнений звездной эволюции, навыками анализа полученных результатов.</p>	<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 P – давление, ρ – плотность, r – расстояние от центра звезды, M_r – масса внутри сферы радиуса r с центром в центре звезды, G – гравитационная постоянная, c, k – постоянные.</p> <p>Подставляя (3) в (2) и выражая $\frac{d\rho}{dr}$, получим систему и 2-х обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка:</p> $\frac{d\rho}{dr} = -G \frac{\rho^{2-k} M_r}{c k r^2}$ $\frac{dM_r}{dr} = 4\pi r^2 \rho$

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Решать эту систему можно численно методом Эйлера, задав граничные условия. Итерационная схема для решения методом Эйлера:</p> $\rho_{i+1} = -G \frac{\rho_i^{2-k} M_{ri}}{ckr_i^2} \Delta r \quad (4a)$ $M_{ri+1} = 4\pi r_i^2 \rho_i \Delta r \quad (4б)$ $r_{i+1} = r_i + \Delta r \quad (4в)$ <p>Начальные (граничные) условия:</p> $r_0 = 0, r_1 = \Delta r, M_{r0} = 0, \rho_1 = \rho_0, M_{r1} = \frac{4}{3} \pi \Delta r^3 \rho_0; \rho_0, P_0 \text{ и } k - \text{ взять из таблицы}$ <p>соответственно Вашему варианту. Константу c рассчитать из формулы (3) как $c = \frac{P_0}{\rho_0^k}$. Начиная с $i=2$ рассчитывать по общим формулам (4), выбрав Δr 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 M_r от расстояния да центра звезды r в табличном виде и в виде графиков. Сравнить полученные значения радиуса и массы звезды (последние M_r и r при положительной плотности) с соответствующими параметрами Солнца.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства			
		№	P_0 , Па	ρ_0 , кг/м ³	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
		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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства			
		14	$4 \cdot 10^{16}$	$3,2 \cdot 10^5$	1,29
		15	$2 \cdot 10^{16}$	$0,5 \cdot 10^5$	1,33

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Астрофизика» 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(в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

- на оценку «зачтено» – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку «не зачтено» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

