

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»



УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

С.Т. Князев
2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1155241	Космология

Екатеринбург, 2020

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Астрономия	Код ОП 1. 03.05.01/33.01
Направление подготовки 1. Астрономия	Код направления и уровня подготовки 1. 03.05.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кожевникова Алла Валерьевна	кандидат физико- математических наук	доцент	кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

Согласовано:

Учебный отдел



1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Космология**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из двух дисциплин «Основы космологии» и «Методы подобия и размерности в физике и астрофизике» и посвящен исследованиям Вселенной как целого: ее рождение, эволюция и текущие представления о крупномасштабной структуре. В рамках освоения модуля студенты получают опыт и навыки нахождения функциональных зависимостей физических процессов исходя из основных параметров, характеризующих астрофизическую систему, т.е. в тех случаях, когда теория, описывающая данное явление, отсутствует, а также нет эмпирических формул, основанных на достоверных наблюдательных данных.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Основы космологии	3
2	Методы подобия и размерности в физике и астрофизике	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Математические основы профессиональной деятельности, Общая физика, Теоретическая физика, Общая астрономия, Астрофизика
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Дополнительные главы астрофизики и звездной астрономии

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Методы подобия и размерности в физике и астрофизике	ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при	З-1 - Знать основные методы астрономических, физических и математических исследований

	анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	
Основы космологии	ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	З-1 - Знать основные методы астрономических, физических и математических исследований У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы космологии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кожевникова Алла Валерьевна	К.ф.-м.н.	доцент	Кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга

Руководитель модуля

Кожевникова А.В

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Кожевникова Алла Валерьевна, доцент кафедры астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

1.1 Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;

1.2. Содержание дисциплины

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Введение. Предмет Космологии. Наблюдательные основы современной космологии. Поверхностная яркость и фотометрический парадокс (парадокс Ольберса). Термодинамический парадокс. Динамический парадокс (парадокс Зеелигера).
P2	Гравитационные уравнения Эйнштейна	Общая теория относительности. Положительная и отрицательная кривизна пространства. Модели «открытой» и «закрытой» Вселенной. Космологический принцип. Критическая плотность. Понятие космологического принципа. Модель стационарной однородной Вселенной. Обобщенные уравнения Эйнштейна. Ввод космологического члена. Модели Фридмана и Леметра.
P3	Закон расширения Хаббла и распространение света	Нестационарность Вселенной. Эффект Доплера. Красное смещение спектральных линий и расширение наблюдаемой Вселенной. Закон Хаббла. Масштабный фактор. Понятие горизонта видимости (горизонта событий). Реликтовое излучение Вселенной. Плотность излучения и плотность вещества. Микроволновое фоновое излучение Вселенной. Эпоха рекомбинации. Планковские величины.
P4	Стандартная модель «Большого Взрыва»	Физические процессы в горячей Вселенной. Зарядовая симметрия частиц. Состояние амбиплазмы, «адронная эра». Аннигиляция вещества. «Лептонная эра», реликтовые нейтрино. Первичный нуклеосинтез. Проблемы стандартной модели «Большого взрыва».
P5	Модель инфляционной Вселенной	Инфляционная Вселенная. Понятие «антигравитации». Экспоненциальное увеличение размеров области с постоянной плотностью. Космологическое решение Де Ситера. Модель «раздувающейся» Вселенной А. Гута.
P6	Темная энергия и темная материя во Вселенной	Кривые вращения галактик. Свойства темной материи. Гравитационное линзирование. Ускорение космологического расширения. Плотность темной энергии. Отрицательное давление. Квантовые флуктуации. «Пространственно-временная пена» А.Д. Линде. Вопрос о множественности вселенных.
P7	Крупномасштабная структура Вселенной	Образование галактик. Флуктуации плотности и гравитационная (Джинсовская) неустойчивость. Образование галактик и скоплений галактик.

1.3 Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Не используются

Печатные издания

1. Каку, М. Физика невозможного.— 2-е изд. — Москва : Альпина нон-фикшн, 2011.— 456 с.
2. Бисноватый-Коган, Г. С. Релятивистская астрофизика и физическая космология.— М. : [КРАСАНД, 2011] .— 362 с.
3. Лукаш, В. Н. Физическая космология.— Москва : Физматлит, 2012 .— 403 с.
4. Наука и предельная реальность. Квантовая теория, космология и сложность / ред.-сост. Дж. Барроу, П. Дэвис, Ч. Харпер ; пер. с англ. В. и О. Мацарских ; под науч. ред. Л. Б. Окуня ; науч. ред. З. Г. Бережиани, С. Г. Глазырин, Д. С. Горбунов [и др.] .— Москва ; Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика" : Институт компьютерных исследований, 2013.— 642 с.
5. Хокинг, С. Природа пространства и времени.— Санкт-Петербург : Амфора, 2014 .— 170 с.
6. Хван, М. П. Неистовая Вселенная. От Большого взрыва до ускоренного расширения. от кварков до суперструн.— Москва : URSS : ЛКИ, 2014 .— 406 с.
7. Зельдович, Я. Б. Избранные труды : в 2 книгах.— 2-е изд., репр. — Москва : Наука, 2014
8. Кн. 2: Частицы, ядра, Вселенная .— 2014 .— 463 с.
9. Фильченков, М. Л.. Гравитация, астрофизика, космология : дополнительные главы курса общей физики.— Изд. стер. — Москва : URSS : ЛИБРОКОМ, 2015.— 100 с.
10. Таганов, И. Н. Антивремя и Антипространство — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Российская Академия наук, 2015 .— 237 с.
11. Пенроуз, Р. Циклы времени. Новый взгляд на эволюцию Вселенной.— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, [2014] .— 333 с
12. Нагирнер Д.И., Элементы космологии. СПб: изд. С-Петербур. университета, 2001.
13. Левитан Е. П., Физика Вселенной: экскурс в проблему. М., 2004.
14. Хокинг С., Краткая история времени: От большого взрыва до черных дыр. СПб., 2004.
15. Вайнберг С., Первые три минуты. М.: Атомиздат, 1983.
16. Гарсия-Беллидо Дж., Космология и астрофизика, 2004, <http://ru.arxiv.org/abs/astro-ph/0502139>
17. Глинер Э.Б. Раздувающаяся Вселенная и вакуумоподобное состояние физической среды. Успехи физических наук, том 172, №2, с.221, 2002.
18. Грин Б., Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. М: УРСС, 2004.
19. Долгов А., Зельдович Я.Б., Сажин М.В., Космология ранней Вселенной, Изд. МГУ, 1988.
20. Постнов К.А. Лекции по общей астрофизике для физиков. МГУ, 2002. <http://www.astronet.ru/db/msg/1176797/node53.html>
21. Чернин А.Д., Космический вакуум. Успехи физических наук, том 171, №11 с.1153, 2001

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
2. Электронная библиотека УрФУ orac.urfu.ru
3. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	<p>Аудитория оборудована мультимедийным проектором, компьютером и экраном</p> <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО;</p> <p>MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с</p> <p>«Звездный атлас Aladin»: http://aladin.u-strasbg.fr/ – свободное ПО;</p> <p>ПО для обработки астрономических изображений и визуализации данных «SAO Image DS9»: http://ds9.si.edu/site/Home.html – свободное ПО;</p>
2	Практические занятия	<p>Аудитория оборудована мультимедийным проектором, компьютером и экраном</p> <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Компьютеры с подключением к сети Интернет в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО;</p> <p>MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с</p> <p>«Звездный атлас Aladin»: http://aladin.u-strasbg.fr/ – свободное ПО;</p> <p>ПО для обработки астрономических изображений и визуализации данных «SAO Image DS9»: http://ds9.si.edu/site/Home.html – свободное ПО;</p>
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	<p>Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО;</p>

		<p>Компьютеры с подключением к сети Интернет в соответствии с количеством студентов</p>	<p>«Звездный атлас Aladin»: http://aladin.u-strasbg.fr/ – свободное ПО; ПО для обработки астрономических изображений и визуализации данных «SAO Image DS9»: http://ds9.si.edu/site/Home.html – свободное ПО;</p> <p>MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с</p>
--	--	---	--

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для зачёта/экзамена

- 1 Наблюдательные основы современной космологии.
- 2 Нестационарность Вселенной.
- 3 Три парадокса бесконечной стационарной однородной Вселенной.
- 4 Стандартная модель Большого Взрыва: основные этапы.
- 5 Критическая плотность.
- 6 Красное смещение и закон Хаббла.
- 7 Крупномасштабная структура Вселенной.
- 8 Гравитационная неустойчивость.
- 9 Горизонт видимости.
- 10 Космологические модели Фридмана и Леметра.
- 11 Микроволновое фоновое излучение Вселенной.
- 12 Анизотропия реликтового излучения.
- 13 Ранние стадии расширения Вселенной.
- 14 Гравитационные уравнения Эйнштейна и их обобщение.
- 15 Модели «открытой» и «закрытой» Вселенной.
- 16 Модель инфляционной Вселенной.
- 17 Космологические решения Фридмана.
- 18 Физические процессы в горячей Вселенной. Первичный нуклеосинтез.
- 19 Ускорение космологического расширения.
- 20 Космический вакуум.
- 21 Образование галактик. Проблема скрытой массы.
- 22 Квантовые флуктуации плотности энергии вакуума (по А. Д. Линде).
- 23 Темная материя и темная энергия во Вселенной.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы подобия и размерности в физике и астрофизике

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кожевникова Алла Валерьевна	К.ф.-м.н.	доцент	Кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Кожевникова Алла Валерьевна, доцент, кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

1.1 Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;

1.2. Содержание дисциплины

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение в методы анализа размерностей	<p>Введение в теорию подобия и методы анализа размерностей. Определение задач теории размерностей. Размерности физических и астрофизических величин. Понятие основных параметров и независимых единиц измерения. Безразмерные комплексы и П-теорема. Теория подобия. Подобие и моделирование физических явлений. Критерий подобия. Примеры применения анализа размерностей к астрофизическим задачам.</p> <p>Определение спектрального потока излучения размерностным методом через основные единицы измерения и определяющие параметры. Задача о пульсации звезд. Мировые фундаментальные постоянные. Понятие одно-, двух- и трех-кнстантной теории. Планковские величины длины, массы, времени и температуры. Вторичные планковские единицы.</p> <p>Системы единиц Руарка и Франка-Каменецкого.</p>
P2	Гравитация	<p>Типы взаимодействия в природе. Определение периода обращения двойной системы вокруг общего центра масс с помощью матрицы размерностей. Вращение галактик. Масса звездной системы. Определение массы объектов по их средним хаотическим скоростям. Аккреция вещества. Виды аккреции вещества. Введение гравитационной и инерциальной массы в задаче о темпе аккреции. Вывод формулы аккреции с помощью матрицы размерностей. Три эффекта общей теории относительности. Гравитационное смещение спектральных линий. Вращение перигелия орбиты планеты или двойной звездной системы. Отклонение световых лучей, проходящих вблизи массивного тела.</p>
P3	Физика звезд	<p>Равновесие и устойчивость звезд. Противодавление. Полная потенциальная энергия звезды. Уравнение политропного состояния звезды. Анализ уравнений равновесия звезд. Критерий устойчивости. Характерное время потери устойчивости.</p>

		<p>Температура и верхний предел массы звезды. Определение давления излучения размерностным методом через определяющие параметры и независимые размерности. Оценка максимально массы звезды. Максимально возможная светимость звезды. «Предел Эддингтона». Соотношение Масса-Светимость. Гравитационный коллапс звезды. Уравнение состояния для вырожденных конфигураций. Белые карлики. Нерелятивистский и релятивистский вырожденный газ. Предел Чандрасекара. Нейтронные звезды, предел Оппенгеймера-Волкова. Характерные времена жизни звезд. Оценка времени сжатия протозвезды, времени пребывания звезды на главной последовательности и времени остывания звезды. Вращение и магнитные поля звезд. Выражение массы и светимости звезд через мировые постоянные. Оценка минимальной светимости звезды.</p>
P4	Внегалактическая астрономия	<p>Гравитационная неустойчивость. Критерий выделения сгущения. Формирование гравитирующих конфигураций. Механизм фрагментации. Джинсовская длина волны. Активные ядра галактик. Квазары, сейфертовские галактики, яркие радиогалактики, объекты типа VL Lac (Лацертиды), их общие свойства. Физические модели квазаров. Оценка времени жизни квазаров размерностным методом. Характерные размеры и массы во Вселенной. Время механической релаксации галактик. Время существования черных дыр.</p>

1.3 Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Не используются

Печатные издания

- 1 Рэндалл, Л. Закрученные пассажи. Проникая в тайны скрытых размерностей пространства, М.: УРСС: ЛИБРОКОМ, 2011.
- 2 Дешковский А., Койфман Ю. Метод размерностей в решении задач. ФПВ, № 2. с. 71, 2002.
- 3 Баренблатт Г.И. Автомодельные явления - анализ размерностей и скейлинг. Издательство: "Интеллект", 2009.
- 4 Песин Я. Б., Теория размерности и динамические системы: современный взгляд и приложения. М.; Ижевск, 2002.
- 5 Тирский Г. А. Анализ размерностей. Соросовский образовательный журнал, том 7, N 6, 2001.
- 6 Бриджмен П.У. Анализ размерностей. Перевод под ред. акад. С.И.Вавилова. Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика», Москва-Ижевск., 2001.
- 7 Варданян Г.С. Основы теории подобия и анализа размерностей. Изд. МИСИ, М., 1977.
- 8 Дибай Э.А., Каплан С.А. Размерности и подобие астрофизических величин М.: Наука, 1976.
- 9 Курт Р., Анализ размерности в астрофизике. М.: Мир, 1975.
- 10 Клайн С.Дж., Подобие и приближенные методы. М.: Мир, 1968.
- 11 Седов Л.И., Методы подобия и размерности в механике. М.: Наука, 1967.
- 12 Грин Б., Элегантная Вселенная. Супер струны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. М: УРСС, 2004.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
2. Электронная библиотека УрФУ oras.urfu.ru
3. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Аудитория оборудована мультимедийным проектором, компьютером и экраном	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL В Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО;

		<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО;</p> <p>MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с</p> <p>«Звездный атлас Aladin»: http://aladin.u-strasbg.fr/ – свободное ПО;</p> <p>ПО для обработки астрономических изображений и визуализации данных «SAO Image DS9»: http://ds9.si.edu/site/Home.html – свободное ПО;</p>
2	Практические занятия	<p>Аудитория оборудована мультимедийным проектором, компьютером и экраном</p> <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Компьютеры с подключением к сети Интернет в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО;</p> <p>MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с</p> <p>«Звездный атлас Aladin»: http://aladin.u-strasbg.fr/ – свободное ПО;</p> <p>ПО для обработки астрономических изображений и визуализации данных «SAO Image DS9»: http://ds9.si.edu/site/Home.html – свободное ПО;</p>
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Компьютеры с подключением к сети Интернет в соответствии с количеством студентов</p>	<p>Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО;</p> <p>«Звездный атлас Aladin»: http://aladin.u-strasbg.fr/ – свободное ПО;</p> <p>ПО для обработки астрономических изображений и визуализации данных «SAO Image DS9»: http://ds9.si.edu/site/Home.html – свободное ПО;</p> <p>MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с</p>

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для зачёта/экзамена

- 1 Основной принцип теории размерностей и подобия.
- 2 Доказательство П-теоремы и ее следствия.
- 3 Гравитационная неустойчивость. Джинсовская длина волны.
- 4 Противодействие. Вывод формулы для максимальной светимости.
- 5 Проблема пульсации звезд: определение периода колебаний в первом приближении.
- 6 Общие свойства квазаров, физическая модель этих объектов.
- 7 Вывести критерий Пуанкаре с помощью метода размерности.
- 8 Мировые фундаментальные постоянные.
- 9 Вывод формулы Бонди для аккреции вещества.
- 10 Равновесие и устойчивость звезд. Политропное состояние вещества.
- 11 Системы единиц измерения. Планковские величины.
- 12 Уравнение состояния для вырожденных конфигураций (белые карлики).
- 13 Характерные размеры и массы во Вселенной.
- 14 Температура и верхний предел массы звезды, получить размерностным методом.
- 15 Вывод Планковских величин, область их применения.
- 16 Три эффекта Общей Теории Относительности.
- 17 Оценка темпа дисковой аккреции.
- 18 Получить выражение для спектрального потока излучения размерностным методом.
- 19 Дополнение Хантли. Привести примеры использования в задачах.
- 20 Уравнение равновесия твердой планеты, оценка высоты однородной литосферы.
- 21 Оценка массы звездной системы по хаотическим скоростям звезд.
- 22 Вращение и магнитные поля звезд.
- 23 Вывод соотношения масса-светимость для звезд Главной Последовательности.
- 24 Уравнение состояния для вырожденных конфигураций (нейтронные звезды).