

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.


КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ДЕПАРТАМЕНТ
ОБРАЗОВАНИЯ
(ДО КФУ)

20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Космология Б1.В.ДВ.7

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Сушков С.В.

Рецензент(ы):

Попов А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Сушков С. В.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 636817

Казань
2017

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Сушков С.В.
Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики, Sergey.Sushkov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Космология" (Б1.В.ДВ.7) являются изучение основных методов и подходов современной квантовой теории материи и взаимодействующих полей, знакомство с калибровочными теориями и стандартной моделью, а также обсуждение успехов и трудностей стандартной модели в контексте современной космологии.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.02 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина "КОСМОЛОГИЯ" относится к базовому циклу по направлению подготовки 03.03.02 "Физика". Обучающийся должен владеть знаниями и умениями, полученными при изучении дисциплин математического и естественнонаучного цикла (блок Б.2), а также базовой части профессионального цикла (модуль "Теоретическая физика"). Освоение данной дисциплины необходимо для успешного решения обучающимися научно-исследовательских и научно-инновационных задач.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ок-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
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
пк-1	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
пк-2	способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта
пк-5	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия и факты релятивистской кинетики и термодинамики, математические и физические основы космологии.

2. должен уметь:

уметь понимать основные принципы и подходы в космологии.

3. должен владеть:

основными приемами вычислений релятивистской кинетики и термодинамики, математическими основами космологии.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны:

знать основные постулаты, лежащие в основе современной космологии и особенности основных процессов, происходящих на ранних стадиях эволюции Вселенной, а также на современной стадии;

овладеть современными теоретическими методами исследования процессов образования крупномасштабной структуры Вселенной в рамках общей теории относительности.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основы релятивистской кинетики и термодинамики. Введение в астрофизику: звезды, белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры и кротовые норы.	7	1	6	6	4	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Математические основы космологии.	7	2	9	9	4	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Физические основы космологии.	7	3	9	9	4	Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Крупномасштабная структура Вселенной. Теории образования галактик и их скоплений.	7	4	6	6	4	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Ключевые проблемы современной космологии.	7	5	6	6	2	Реферат
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	36	18	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основы релятивистской кинетики и термодинамики. Введение в астрофизику: звезды, белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры и кротовые норы.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Основы релятивистской кинетики и термодинамики и её приложения к астрофизике и космологии. Релятивистское кинетическое уравнение, баланс энергии, импульса и энтропии. Релятивистская гидродинамика и теория плазмы. Модельные тензоры энергии-импульса. Локальное термодинамическое и химическое равновесие. Классификация уравнений состояния. Равновесие, устойчивость и эволюция звездных структур. Звезды в состоянии конвективного равновесия, политропы, белые карлики и нейтронные звезды. Черные дыры и кротовые норы. Горизонты и сингулярности.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Сферически симметричная метрика. Тензор энергии-импульса и уравнение состояния идеальной жидкости.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Уравнение Оппенгеймера-Волкова. Метрика Шварцшильда.

Тема 2. Математические основы космологии.

лекционное занятие (9 часа(ов)):

Космологические модели (математические аспекты). Космологический принцип. Ньютоновская космология. Изотропные космологические модели Фридмана-Леметра-Робертсона-Уолкера. Стационарные космологические модели. Модель де Ситтера. Анизотропные космологические модели. Модель Казнера. Модель с магнитным полем.

практическое занятие (9 часа(ов)):

Геометрия однородных изотропных пространств. Метрика Фридмана-Робертсона-Уокера. Открытая, закрытая и плоская космологические модели.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Космологический член и метрика де Ситтера. Анизотропные модели Бьянки.

Тема 3. Физические основы космологии.

лекционное занятие (9 часа(ов)):

Эволюции изотропной Вселенной (физические аспекты). Термодинамическое равновесие и кинетические процессы в расширяющейся Вселенной. Каноническая теория Горячей Вселенной, температурная история и основные периоды расширения. Инфляционная стадия. Реликтовое излучение. Нуклеосинтез в горячей модели Вселенной.

практическое занятие (9 часа(ов)):

Модель Вселенной, заполненной пылью и излучением.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Инфляционная модель.

Тема 4. Крупномасштабная структура Вселенной. Теории образования галактик и их скоплений.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Гравитационная неустойчивость и структурообразование во Вселенной. Теория Джинса и Боннора. Теория Лифшица. Эволюция первичных возмущений скалярного, векторного и тензорного типов. Крупномасштабная структура Вселенной. Теории образования галактик и их скоплений.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Уравнения для скалярных, векторных и тензорных возмущений.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Уравнения для скалярных, векторных и тензорных возмущений.

Тема 5. Ключевые проблемы современной космологии.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Ключевые проблемы современной космологии. Теория Ранней Вселенной. Ускоренное расширение Вселенной на современном этапе: наблюдательные данные и классификация теоретических моделей. Проблема темной энергии. Темная материя и проблема линзирования. Нелинейные и неминимальные обобщения теории тяготения.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Энергетические (сильное, слабое, светоподобное) условия.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Основные фазы эволюции вселенной.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Основы релятивистской кинетики и термодинамики. Введение в астрофизику: звезды, белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры и кротовые норы.	7	1	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
2.	Тема 2. Математические основы космологии.	7	2	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
3.	Тема 3. Физические основы космологии.	7	3	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Крупномасштабная структура Вселенной. Теории образования галактик и их скоплений.	7	4	подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
5.	Тема 5. Ключевые проблемы современной космологии.	7	5	подготовка к реферату	10	реферат
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс лекций и практических занятий, организованных по стандартной технологии в интерактивной форме с живым диалогом между преподавателем и студентом. Использование мультимедийных средств и Интернета.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Основы релятивистской кинетики и термодинамики. Введение в астрофизику: звезды, белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры и кротовые норы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Тензор энергии-импульса. Ковариантные законы сохранения. Уравнения состояния. Геометрия Шварцшильда. Внутреннее и внешнее сферически симметричные решения. Релятивистские модели строения звезд. Уравнение гидростатического равновесия Оппенгеймера-Волкова. Коллапс звезд, Горизонт событий. Черные дыры Шварцшильда, Рейсснера-Нордстрема, Керра-Ньюмана. Энергетические условия. Кротовые норы.

Тема 2. Математические основы космологии.

домашнее задание , примерные вопросы:

Геометрия однородной и изотропной Вселенной. Метрика Робертсона-Уокера. Модели закрытой, пространственноплоской и открытой Вселенной. Метрика де-Ситтера.

Тема 3. Физические основы космологии.

контрольная работа , примерные вопросы:

Уравнение Фридмана. Параметр Хаббла. Красное смещение. Материально- и радиационно-доминированные сценарии эволюции Вселенной. Горячая модель Вселенной (сценарий Большого Взрыва). Реликтовое излучение. Нуклеосинтез.

Тема 4. Крупномасштабная структура Вселенной. Теории образования галактик и их скоплений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Джинсовская неустойчивость в ньютоновской теории тяготения. Космологические возмущения в ОТО. Уравнения линеаризованной теории. Скалярные, векторные и тензорные моды возмущений. Формирование крупно-масштабной структуры Вселенной.

Тема 5. Ключевые проблемы современной космологии.

реферат , примерные темы:

Инфляция. Современное ускоренное расширение Вселенной. Проблема темной энергии и темной материи.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ

Билет 1.

- 1.♦♦Релятивистское кинетическое уравнение, баланс энергии, импульса и энтропии.
- 2.♦♦Реликтовое излучение.

Билет 2.

- 1.♦♦Релятивистская гидродинамика и теория плазмы.
- 2.♦♦Основные периоды эволюции Вселенной.

Билет 3.

- 1.♦♦Локальное термодинамическое и химическое равновесие.
- 2.♦♦Нуклеосинтез в горячей модели Вселенной.

Билет 4.

- 1.♦♦Классификация уравнений состояния.
- 2.♦♦Крупномасштабная структура Вселенной.

Билет 5.

- 1.♦♦Равновесие, устойчивость и эволюция звездных структур.
- 2.♦♦Ускоренное расширение Вселенной на современном этапе: наблюдательные данные и классификация теоретических моделей.

Билет 6.

- 1.♦♦Звезды в состоянии конвективного равновесия, политропы, белые карлики.
- 2.♦♦Теория Джинса и Боннора.

Билет 7.

- 1.♦♦Нейтронные звезды.
- 2.♦♦Проблема темной энергии.

Билет 8.

- 1.♦♦Космологический принцип. Ньютоновская космология.
- 2.♦♦Темная материя и проблема линзирования.

Билет 9.

- 1.♦♦Изотропные космологические модели Фридмана-Леметра-Робертсона-Уолкера.
- 2.♦♦Нелинейные и неминимальные обобщения теории тяготения.

Билет 10.

- 1.♦♦Стационарные космологические модели. Модель де Ситтера.
- 2.♦♦Инфляционная стадия расширения Вселенной.

Билет 11.

- 1.♦♦Анизотропные космологические модели. Модель Казнера.
- 2.♦♦Теория Лифшица.

Билет 12.

- 1.♦♦Анизотропная космологическая модель с магнитным полем.
- 2.♦♦Эволюция первичных возмущений скалярного, векторного и тензорного типов.

7.1. Основная литература:

Лукаш В.Н., Михеева Е.В., Физическая космология. - М.: Физматлит, 2012. - 404 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/5279/>

http://rffi.molnet.ru/rffi/ru/books/o_26680 (сайт РФФИ)

Фортов В.Е. Экстремальные состояния вещества. - М.: Физматлит, 2009. - 304 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2154

Бескин В.С. Гравитация и астрофизика. - М.: Физматлит, 2009. - 158 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2114

7.2. Дополнительная литература:

Гриб А.А. Основные представления современной космологии. - М.: Физматлит, 2008. - 108 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2168

Теория относительности, гравитация и геометрия = Relativity, gravity and geometry : Международная конференция "Petrov 2010 Anniversary Symposium on General Relativity and Gravitation", 1-6 ноября 2010, Казань : труды / [сост.: А.В. Аминова, С.В. Сушков].? Казань : Казанский университет, 2010 .? 274 с.: ил.

7.3. Интернет-ресурсы:

Архив электронных публикаций научных статей - www.arxiv.org

Библиотека EqWorld МИР МАТЕМАТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ - <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ - <http://old.kpfu.ru/f6/k6/index.php>

Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета - <http://lib.mexmat.ru/allbooks.php>

Электронно-библиотечная система - <http://www.knigafund.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Космология" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий. Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, презентер, экран, колонки).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Сушков С.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Попов А.А. _____

"__" _____ 201__ г.