

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. Татарский Да



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):

Сушкин С.В.

Рецензент(ы):

Попов А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Сушкин С. В.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный № 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 уменьями, 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;

владеТЬ 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. Ньютона 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-Уолкера. 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, пространственно-плоской 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 ньютонаской 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. Ньютона-Канторова 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. Сушкин].? 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):

Сушкин С.В. _____

"__" ____ 201 ____ г.

Рецензент(ы):

Попов А.А. _____

"__" ____ 201 ____ г.