Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И. Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра физики и технических дисциплин

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
_____ С.Н. Титов
«24» июня 2022 г.

КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФЛЯЦИЯ И ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Программа учебной дисциплины
модуля специальных разделов предметной области

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки),

направленность (профиль) образовательной программы
Физика. Математика

(очная форма обучения)

Составитель: Червон С.В.,
д. ф.-м. н., профессор кафедры физики
и технических дисциплин

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от «25» марта 2022 г. № 5

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0233C9D60038B01A9E48C1A3FBB4A9D9F6
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 07.07.2023 до 28.04.2038

Ульяновск, 2022

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Космологическая инфляция и физика элементарных частиц» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули) модуля Специальные разделы предметной области учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы «Физика. Математика», очной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения ряда дисциплин учебного плана, изученных обучающимися в 3-7 семестрах: Общая и экспериментальная физика, Основы теоретической физики.

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Космологическая инфляция и физика элементарных частиц» является подготовка бакалавра, владеющего современными теоретическими знаниями, методами научно-исследовательской работы и прикладной деятельности в области физики.

Задачей освоения дисциплины является получение студентами набора знаний, умений и навыков по физике, которые обеспечивают полноценное освоение основных понятий и современных представлений, методов и приложений физики. Предусматривается получение студентами основных теоретических сведений о космологической инфляции и физике элементарных частиц.

Процесс изучения дисциплины «Космологическая инфляция и физика элементарных частиц» направлен на расширение научного кругозора и эрудиции студентов на базе изучения законов физики элементарных частиц.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Космологическая инфляция и физика элементарных частиц» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы её достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. УК-1.1. Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение. УК-1.2. Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности. **ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач.** ПК-1.1 Знает структуру, состав и	ОР-1 знает теорию космологической инфляции и физики элементарных частиц;	ОР-2 умеет решать задачи физики элементарных частиц;	ОР-3 владеет способами решения задач физики элементарных частиц.

дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета). ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО.			

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Номер семестра	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации
	Всего		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час	Самостоятельная работа, час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
8	2	72	12	0	20	40	зачёт
Итого:	2	72	12	0	20	40	

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1.Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
10 семестр				
Тема 1. Стандартные космологические модели. Фаза инфляционного расширения Вселенной.	2	0	4	8
Тема 2. Проблемы стандартной космологической модели. Инфляционные вселенные – вселенные де Ситтера. Модель Старобинского (1980).	2	0	2	6
Тема 3. Первоначальный ядерный синтез. Послеинфляционные стадии.	2	0	2	6
Тема 4. Модель инфляции Гуса («старая» инфляция). Новая модель инфляции.	2	0	4	2
Тема 5. Гибридная модель инфляции. Киральная космологическая модель инфляции.	2	0	4	6
Тема 6. Формирование структуры в моделях инфляции. Квантовые флуктуации и развитие возмущений плотности в моделях инфляции.	2	0	4	8
Итого по 10 семестру	**12**	**0**	**20**	**40**

Всего по дисциплине:	**12**	**0**	**20**	**40**

3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса (10 семестр)

Тема 1. Стандартные космологические модели. Фаза инфляционного расширения Вселенной.

Решение проблем стандартной теории Большого взрыва на основе теории космологической инфляции. Связи микро- и макро- мира, космомикрофизика.

Фаза инфляционного расширения Вселенной. Необходимость включения инфляционной стадии в стандартную модель. Решение проблемы плоскостности и горизонта.

Тема 2. Проблемы стандартной космологической модели. Инфляционные вселенные – вселенные де Ситтера. Модель Старобинского (1980).

Согласование величины космологического параметра с данными из физики элементарных частиц. Точная настройка параметров в моделях с космологической постоянной. Проблема плоскостности и горизонта. Проблема сингулярности и монополей.

Инфляционные вселенные – вселенные де Ситтера. Модель Старобинского (1980).

Учёт квантовых поправок в теории гравитации на стадии ранней эволюции Вселенной. Общие уравнения космологической динамики. Выход из квантового режима на классическую гравитацию Эйнштейна.

Тема 3. Первоначальный ядерный синтез. Послеинфляционные стадии.

Уравнение Больцмана при аннигиляции. Избыток нейтронов. Преобладание легких элементов. Кварки в горячей модели. Послеинфляционные стадии. Постинфляционный разогрев. Преобладание излучения, вещества, тёмной энергии.

Тема 4. Модель инфляции Гуса («старая» инфляция). Новая модель инфляции.

Термическая эволюция вселенной. Проблемы причинности и плоскостности. Включение инфляционной стадии. Согласованный рост энтропии.

Новая модель инфляции. Стадия медленного скатывания по плоскому потенциалу. Выход из режима и рождение частиц.

Тема 5. Гибридная модель инфляции. Киральная космологическая модель инфляции.

Космологическая модель с двумя скалярными полями. Режим медленного скатывания по первому полю. Энергетические характеристики второго поля.

Киральная космологическая модель инфляции. Киральная космологическая модель как нелинейная сигма модель с потенциалом взаимодействия в мире Фридмана. Инфляционные решения модели.

Тема 6. Формирование структуры в моделях инфляции. Квантовые флуктуации и развитие возмущений плотности в моделях инфляции.

Теория гравитационных возмущений. Скалярные возмущения как основа формирования крупномасштабной структуры. Спектр мощности. Спектральные параметры.

Квантовые флуктуации и развитие возмущений плотности в моделях инфляции.

Квантовое действие, уравнения на космологические возмущения. Длинно- и коротковолновое приближения.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и зачёту. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание и защиту докладов или проектов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого

выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на лабораторных занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных на лабораторные занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной научной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объём самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме численного решения теоретических задач по дисциплине. Аудиторная самостоятельная работа обеспечена методическими материалами.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:

- подготовка к устным опросам по теории;
- подготовка к устным докладам по теории;
- численное решение теоретических задач;
- решение домашней контрольной работы;
- подготовка к защите реферата и научных проектов.

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Перечень тем рефератов

1. Космологические модели Фридмана. Проблемы плоскостности, горизонта и монополей.
2. Решение проблем стандартной космологии в инфляционных моделях.
3. Инфляционная модель Старобинского.
4. Модель «старой» инфляции.
5. Хаотическая модель инфляции.
6. Постинфляционный разогрев Вселенной.
7. Стадия доминирования излучения.
8. Стадия доминантности вещества.
9. Современная стадия ускоренного расширения вселенной (вторичной инфляции).
10. Гибридная модель инфляции.
11. Киральная космологическая модель.
12. Космологические возмущения в киральной космологической модели.

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. Червон, С. В. Теоретические основы киральной космологической модели / С. В. Червон, Р. Р. Аббязов. – Ульяновск : ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова», 2014. – 76 с.
2. Кошелев, Н. А. Основы $f(R)$ теории гравитации / Н. А. Кошелев, А. В. Николаев, С. В. Червон. – Ульяновск : ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова», 2015. – 38 с.
3. Червон, С. В. Скалярные и киральные поля в космологии/ С. В. Червон, И. В. Фомин, А. С. Кубасов. – Ульяновск : ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова», 2015. – 216 с.
4. Уолд, Р. М. Общая теория относительности / Пер. с англ. Под. ред. И. Л. Бухбиндера, С. В. Червона. – М.: РУДН, 2008. – 693 с.
5. Математический аппарат физики: в 3 ч. Ч. I. Основы дифференциального и интегрального исчисления : учебник для вузов/ С. В. Червон и др. – Ульяновск : ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова», 2016. – 275 с.

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины через сформированность образовательных результатов.

Типы контроля:

Текущая аттестация: представлена следующими работами: отчётность по лабораторным занятиям.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определённых компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: устные опросы по теории, решение задач, физические диктанты, эвристическая беседа по теме занятия, групповое обсуждение темы занятия, защита реферата или проекта, контрольная работа. Контроль усвоения материала ведётся регулярно в течение всего семестра на лабораторных занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
1	**Оценочные средства для текущей аттестации** **ОС-1** устный опрос по теории, **ОС-2** разноуровневые задачи и задания, **ОС-3** физический диктант, **ОС-4** эвристическая беседа, **ОС-5** групповое обсуждение, **ОС-6** защита реферата или проекта, **ОС-7** контрольная работа	ОР-1 знает теорию космологической инфляции и физики элементарных частиц; ОР-2 умеет решать задачи физики элементарных частиц; ОР-3 владеет способами решения задач физики элементарных частиц.
2	**Оценочные средства для промежуточной аттестации** **зачёт** **ОС-8** зачёт в форме устного собеседования по вопросам	

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Космологическая инфляция и физика элементарных частиц».

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п. 5 программы.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-8 Зачёт в форме устного собеседования по вопросам

Перечень вопросов к зачёту

1. Космологические модели Фридмана. Проблемы плоскостности, горизонта и монополей.
2. Решение проблем стандартной космологии в инфляционных моделях.
3. Инфляционная модель Старобинского.
4. Модель «старой» инфляции.
5. Хаотическая модель инфляции.
6. Постинфляционный разогрев Вселенной.
7. Стадия доминирования излучения.
8. Стадия доминантности вещества.
9. Современная стадия ускоренного расширения вселенной (вторичной инфляции).
10. Гибридная модель инфляции.
11. Киральная космологическая модель.
12. Космологические возмущения в киральной космологической модели.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и лабораторных занятиях путём суммирования заработанных баллов в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

Семестр		Посещение лекций	Посещение лабораторных занятий	Работа на лабораторных занятиях и текущий контроль	Зачёт
10	Разбалловка по видам работ	6 * 1 = 6 баллов	10 * 1 = 10 баллов	152 балла	32 балла
	Суммарный максимальный балл	6 баллов	16 баллов	168 балла	200 баллов

По результатам промежуточных аттестаций студенту засчитывается трудоёмкость в зачётных единицах. Студент по учебной дисциплине получает отметку согласно следующей таблице:

	Баллы (2 зачётные единицы)
«зачтено»	101-200
«не зачтено»	0-100

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от студентов посещения лекций, активной работы на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с базовыми учебниками, основной и дополнительной литературой.

Основной формой изложения материала курса являются лекции. Как правило, на лекции выносится основной программный материал курса. Часть материала выносятся для самостоятельного изучения студентами с непременным, сообщением им литературных источников и методических разработок. На практических занятиях рассматривают фрагменты теории, требующие сложных математических выкладок, различные методы решения задач и наиболее типичные задачи. Для закрепления материала, рассматриваемого на практических занятиях, студенты получают домашние задания в виде ряда задач из соответствующих задачников.

На лекциях изучается материал по основополагающим вопросам дисциплины, раскрывается их практическая значимость. В ходе проведения лекции используются приемы и методы проблемного обучения. На практических занятиях рассматриваются методы решения прикладных задач, проводится анализ полученных результатов. В ходе практического занятия одновременно преследуется цель расширения и углубления знаний, полученных на лекции.

При изложении теоретического материала на лекции, а также при решении задач на практических занятиях для демонстрации графиков, обучающих программ и т.п. рекомендуется использовать компьютерную мультимедийную установку.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы студентов, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы студенты имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Рекомендуется после каждой лекции оформлять конспект лекций. Перед каждой лекцией прочитывать конспект предыдущей лекции, что способствует лучшему восприятию нового материала.

Лекции имеют в основном обзорный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов, а также призваны способствовать формированию навыков работы с научной литературой. Предполагается также, что студенты приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендуемым программой.

Наиболее важные разделы курса выносятся на практические занятия. На каждом занятии предлагается несколько задач. Часть задач решается на занятии с подробным обсуждением метода и полученных результатов. Остальные задачи студент решает самостоятельно. Для зачёта контрольной работы студент должен защитить все задания. Предусмотрена защита реферата.

Практическое занятие – важнейшая форма самостоятельной работы студентов над научной, учебной и периодической литературой. Именно на практическом занятии каждый студент имеет возможность проверить глубину усвоения учебного материала, показать знание категорий, положений и инструментов профессиональной деятельности. Участие в практическом занятии позволяет студенту соединить полученные теоретические знания с решением конкретных практических задач и моделей в области профессиональной деятельности. Практические занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Конкретные пропорции разных видов работы в группе, а также способы их оценки, определяются преподавателем, ведущим занятия.

Подготовка к лабораторным занятиям.

При подготовке к лабораторным занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале лабораторного занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задания. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных заданий, собеседование со студентом.

Результаты выполнения практических заданий оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Основным методом обучения является самостоятельная работа студентов с учебно-методическими материалами и научной литературой.

Рекомендованная преподавателями литература и учебные пособия служат информационной основой и позволяют регулярно занимающимся студентам усваивать лекционный материал. Для обеспечения терминологической однозначности учебное пособие содержит словарь основных терминов, используемых в нём. Кроме того, программа курса лекций содержит вопросы для самоконтроля.

Самостоятельная работа студентов подразумевает выполнение студентами домашнего задания в виде решения необходимого минимума задач из сборника для практических занятий, консультаций и анализа их решения совместно с преподавателем.

Контроль самостоятельной (внеаудиторной) работы – написание и защита реферата, выступление с докладом на лабораторных занятиях, решение контрольной работы.

Лекционный курс (10 семестр)

Лекция 1. Стандартные космологические модели. Фаза инфляционного расширения Вселенной.

Лекция 2. Проблемы стандартной космологической модели. Инфляционные вселенные – вселенные де Ситтера. Модель Старобинского (1980).

Лекция 3. Первоначальный ядерный синтез. Послеинфляционные стадии.

Лекция 4. Модель инфляции Гуса («старая» инфляция). Новая модель инфляции.

Лекция 5. Гибридная модель инфляции. Киральная космологическая модель инфляции.

Лекция 6. Формирование структуры в моделях инфляции. Квантовые флуктуации и развитие возмущений плотности в моделях инфляции.

Темы лабораторных занятий (10 семестр)

Лабораторное занятие 1. Стандартные космологические модели. Фаза инфляционного расширения Вселенной.

План лабораторного занятия:

1. Стандартные космологические модели.
2. Решение проблем стандартной теории Большого взрыва на основе теории космологической инфляции.
3. Связи микро- и макро- мира, космомикрофизика.

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать теоретический материал по теме.
2. Подготовить реферат или доклад с презентацией.

Форма представления отчета

Устный отчет.

Лабораторное занятие 2. Стандартные космологические модели. Фаза инфляционного расширения Вселенной.

План лабораторного занятия:

1. Фаза инфляционного расширения Вселенной.
2. Необходимость включения инфляционной стадии в стандартную модель.
3. Решение проблемы плоскостности и горизонта.

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать теоретический материал по теме.
2. Подготовить реферат или доклад с презентацией.

Форма представления отчета

Устный отчет.

Лабораторное занятие 3. Проблемы стандартной космологической модели. Инфляционные вселенные – вселенные де Ситтера. Модель Старобинского (1980).

План лабораторного занятия:

1. Согласование величины космологического параметра с данными из ФЭЧ.
2. Точная настройка параметров в моделях с космологической постоянной.
3. Проблема плоскостности и горизонта.
4. Проблема сингулярности и монополей.
5. Модель акад. Старобинского (1980).
6. Учет квантовых поправок в теории гравитации на стадии ранней эволюции Вселенной.
7. Общие уравнения космологической динамики.

8. Выход из квантового режима на классическую гравитацию Эйнштейна.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать теоретический материал по теме.
2. Подготовить реферат или доклад с презентацией.
Форма представления отчета
Устный отчет.
Лабораторное занятие 4. Первоначальный ядерный синтез. Послеинфляционные стадии.
План лабораторного занятия:
1. Уравнение Больцмана при аннигиляции.
2. Избыток нейтронов.
3. Преобладание легких элементов.
4. Кварки в горячей модели.
5. Постинфляционный разогрев.
6. Преобладание излучения, вещества, темной энергии.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать теоретический материал по теме.
2. Подготовить реферат или доклад с презентацией.
Форма представления отчета
Устный отчет.
Лабораторное занятие 5. Модель инфляции Гуса («старая» инфляция). Новая модель инфляции.
План лабораторного занятия:
1. Термическая эволюция вселенной.
2. Проблемы причинности и плоскостности.
3. Включение инфляционной стадии.
4. Согласованный рост энтропии.
5. Стадия медленного скатывания по плоскому потенциалу.
6. Выход из режима и рождение частиц.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать теоретический материал по теме.
2. Подготовить реферат или доклад с презентацией.
Форма представления отчета
Устный отчет.
Лабораторное занятие 6. Модель инфляции Гуса («старая» инфляция). Новая модель инфляции.
План лабораторного занятия:
1. Космологическая модель с двумя скалярными полями.
2. Режим медленного скатывания по первому полю.
3. Энергетические характеристики второго поля.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать теоретический материал по теме.
2. Подготовить реферат или доклад с презентацией.
Форма представления отчета
Устный отчет.
Лабораторное занятие 7. Гибридная модель инфляции. Киральная космологическая модель инфляции.
План лабораторного занятия:
1. Киральная космологическая модель инфляции.
2. Киральная космологическая модель как нелинейная сигма модель с потенциалом взаимодействия в мире Фридмана.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать теоретический материал по теме.
2. Подготовить реферат или доклад с презентацией.
Форма представления отчета

Устный отчет.
Лабораторное занятие 8. Гибридная модель инфляции. Киральная космологическая модель инфляции.
План лабораторного занятия:
1. Инфляционные решения модели.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать теоретический материал по теме.
2. Подготовить реферат или доклад с презентацией.
Форма представления отчета
Устный отчет.
Лабораторное занятие 9. Формирование структуры в моделях инфляции. Квантовые флуктуации и развитие возмущений плотности в моделях инфляции.
1. Теория гравитационных возмущений.
2. Скалярные возмущения как основа формирования крупномасштабной структуры.
3. Спектр мощности.
4. Спектральные параметры.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать теоретический материал по теме.
2. Подготовить реферат или доклад с презентацией.
Форма представления отчета
Устный отчет.
Лабораторное занятие 10. Формирование структуры в моделях инфляции. Квантовые флуктуации и развитие возмущений плотности в моделях инфляции.
План лабораторного занятия:
1. Квантовые флуктуации и развитие возмущений плотности в моделях инфляции.
2. Квантовое действие, уравнения на космологические возмущения.
3. Длинно- и коротко- волновое приближения.
Рекомендации к самостоятельной работе
1. Проработать теоретический материал по теме.
2. Подготовить реферат или доклад с презентацией.
Форма представления отчета
Устный отчет.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Основная литература

1. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц : учебник / И. М. Капитонов. - 4-е изд. - Москва : Физматлит, 2010. - 512 с. - ISBN 978-5-9221-1250-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75503 .
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5-х т. / Д. В. Сивухин. - 2-е изд., стереот. - Москва : Физматлит, 2002. - Т. 5. Атомная и ядерная физика. - 783 с. - ISBN 5-9221-0230-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82991 .
3. Введение в общую теорию относительности, её современное развитие и приложения : учебное пособие / С. О. Алексеев, Е. А. Памятных, А. В. Урсулов и др. ; науч. ред. С. О. Алексеев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : УрФУ, 2017. - 381 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9765-2612-9 (ФЛИНТА). - ISBN 978-5-7996-1584-0 (Изд-во Урал. ун-та) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482208 .
4. Вейнберг, С. Гравитация и космология: принципы и приложения общей теории относительности / С. Вейнберг ; под ред. Я. А. Смородинского ; пер. с англ. В. М. Дубовик, Э. А. Тагирова. - Москва : Мир, 1975. - 695 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481489 .

5. Лукаш, В. Н. Физическая космология / В. Н. Лукаш, Е. В. Михеева. - Москва : Физматлит, 2010. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-1161-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82900 .

Дополнительная литература

1. Дикке, Р. Гравитация и Вселенная / Р. Дикке. - Москва : Мир, 1972. - 102 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=44298 .
2. Гриб, А. А. Основные представления современной космологии : учебное пособие / А.А. Гриб. - Москва : Физматлит, 2008. - 107 с. - ISBN 978-5-9221-0955-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68861 .
3. Зельдович, Я. Б. Строение и эволюция Вселенной / Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков. - Москва : Наука, 1975. - 733 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=45416 .
4. Гинзбург, В. Л. Теоретическая физика и астрофизика: дополнительные главы / В. Л. Гинзбург. - Изд. 2-е, доп. - Москва : Наука, 1981. - 506 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481268 .

Интернет-ресурсы

1) biblioclub.ru – ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – электронная библиотека, обеспечивающая доступ высших и средних учебных заведений, публичных библиотек и корпоративных пользователей к наиболее востребованным материалам учебной и научной литературы по всем отраслям знаний от ведущих российских издательств. Ресурс содержит учебники, учебные пособия, монографии, периодические издания, справочники, словари, энциклопедии.
2) els.ulspu.ru – сайт ЭБС Научная библиотека Ульяновского государственного педагогического университета имени И. Н. Ульянова, содержащий ссылки на образовательные (электронно-библиотечные системы, каталог библиотечных сайтов, методические рекомендации) и научные ресурсы (научные электронные библиотеки, научные электронные издательства).
3) bibl.ulspu.ru - сайт научной библиотеки Ульяновского государственного педагогического университета имени И. Н. Ульянова, содержащие электронный каталог книг и журналов.
4) Электронная библиотека портала РФФИ http://www.rfbr.ru/,
5) Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/,
6) Интернет-версия журнала "Успехи физических наук" http://ufn.ru/,
7) Информационно-справочная и поисковая система http://www.phys.msu.ru/ официальный сайт физического факультета Московского государственного университета,
8) Научная электронная библиотека. Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp.