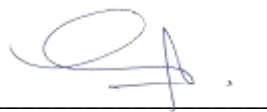


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Филиал Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова в городе Сарове

«УТВЕРЖДАЮ»



Директор филиала МГУ в г.Сарове

Член-корреспондент РАН В.В. Воеводин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины:

Дополнительные главы космологии

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) ОПОП:

Теоретическая физика

Квалификация «Магистр»

Форма обучения: Очная

Саров 2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика в редакции приказа по МГУ от 30 декабря 2020 г. №1366.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Дополнительные главы космологии» реализуется на 2-м курсе в 1-ом семестре и является составной частью профессионального блока вариативной части (дисциплина по выбору).

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Владение основами курсов «Математический анализ», «Молекулярная физика», «Термодинамика и статистическая физика», «Методы математической физики».

3. *Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, всего 144 часа, из которых 72 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 36 часов занятия семинарского типа), 72 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.*

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

№ темы	Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
--------	---	---	---

		Всего часов	Лекции	Семинары	Самостоятельная работа	
1	<i>Проблемы теории горячего Большого взрыва. Инфляция как способ их решения.</i> Проблемы горизонта, плоскостности, энтропии в теории горячего Большого взрыва. Проблема первичных неоднородностей. Инфляция: основная идея.	4	1	1	2	Собеседование, опрос
2	<i>Инфляция в режиме медленного скатывания.</i> Условия медленного скатывания. Модели инфляции: инфляция с большим полем («хаотическая инфляция»), инфляция вблизи максимума потенциала («новая инфляция»), гибридная инфляция.	12	3	3	6	
3	<i>Космологические возмущения в общей теории относительности</i> Космологические возмущения: разложение по спиральностям. Уравнения поля в секторах с определенной спиральностью. Тензорные, векторные, скалярные моды. Скалярные моды: конформная ньютонова калибровка. Адиабатическая мода и моды постоянной кривизны. Моды за горизонтом и под горизонтом. Первичные спектры: данные наблюдений.	12	3	3	6	
4	<i>Генерация космологических возмущений на инфляционной стадии.</i> Упрощенный анализ: флуктуации инфлатонного поля. Генерация скалярных возмущений на инфляционной стадии. Генерация тензорных возмущений (гравитационных волн) на инфляционной стадии. Амплитуды и наклоны спектров мощности. Амплитуда скалярных возмущений: плоскостность потенциала инфлатона. Амплитуда тензорных возмущений. Сравнение с наблюдениями.	16	5	5	6	

5	<i>Генерация возмущений плотности за счет дополнительного скалярного поля.</i> Генерация скалярных возмущений за счет динамики дополнительных полей на инфляционной стадии. Негауссовы адиабатические возмущения. Моды постоянной кривизны.	12	3	3	6	
6	<i>Постинфляционный разогрев.</i> Распад колебаний инфлатона в теории с квадратичным потенциалом. Распад инфлатонных колебаний большой амплитуды.	10	3	3	4	
	Промежуточная и итоговая аттестации	6	-	-	6	Экзамен в форме письменной работы с последующим собеседованием
ИТОГО:		72	18	18	36	

* Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:
учебные пособия, интернет-ресурсы.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
(приводятся типовые вопросы, тесты, темы рефератов и пр., а также таблица оценивания учебных достижений)

Вопросы к зачету и экзамену можно найти по адресу: <http://ppc.inr.ac.ru/data/cosmoproblems-2-09.pdf>

Пример 1: В чем заключаются проблемы горизонта и плоскостности теории горячего Большого взрыва.

Пример 2: Найти соотношение между значением инфлатонного поля на инфляционной стадии и числом е-фолдингов до конца инфляции в модели «новой инфляции».

Пример 3: Показать, что расширение пространственно-плоской Вселенной по закону $a = a_0 t^\alpha$ ($\alpha > 1$) позволяет решить проблемы горизонта, плоскостности и др., т.е. является инфляционным расширением. Предполагая, что такое расширение обусловлено скалярным полем ϕ и предполагая режим медленного скатывания скалярного поля на этой стадии, найти скалярный потенциал модели. При каких α и/или ϕ режим медленного скатывания действительно имеет место?

7. Таблица оценивания учебных достижений

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
	2	3	4	5
ЗНАТЬ: основные понятия теории инфляции в космологии.	Отсутствие знаний основных понятий теории инфляции в космологии.	В целом успешные, но не систематические знания основных понятий теории инфляции в космологии.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знания основных понятий теории инфляции в космологии.	Успешные и систематические знания основных понятий теории инфляции в космологии.
УМЕТЬ: количественно анализировать механизмы различных инфляционных моделей и оценивать ключевые для них параметры.	Отсутствие умения количественно анализировать механизмы различных инфляционных моделей и оценивать ключевые для них параметры.	В целом успешное, но не систематическое умение количественно анализировать механизмы различных инфляционных моделей и оценивать ключевые для них параметры.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение количественно анализировать механизмы различных инфляционных моделей и оценивать ключевые для них параметры.	Успешное и систематическое умение количественно анализировать механизмы различных инфляционных моделей и оценивать ключевые для них параметры.

ВЛАДЕТЬ: навыками работы с различными моделями инфляции.	Отсутствие/фрагментарное владение навыками работы с различными моделями инфляции.	В целом успешное, но не систематическое владение навыками работы с различными моделями инфляции.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками работы с различными моделями инфляции.	Успешное и систематическое владение навыками работы с различными моделями инфляции.
--	---	--	--	---

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Д.С. Горбунов, В.А. Рубаков, «Введение в теорию ранней Вселенной. Космологические возмущения. Инфляционная теория», М.: УРСС, 2020.
2. G. Calcagni, Classical and Quantum Cosmology. Springer, 2017 (<https://www.springer.com/gp/book/9783319411255>)
3. V.A.Rubakov. Cosmology. Proceedings of the 2014 Asia-Europe-Pacific School of High-Energy Physics Vol. 2 (2017) (<https://doi.org/10.23730/CYRSP-2017-002.239>)
4. B. Ydri, Lectures on General Relativity, Cosmology and Quantum Black Holes. IOP Publishing Ltd, 2017 (<https://iopscience.iop.org/book/978-0-7503-1478-7>)

Дополнительная литература

1. V. Mukhanov, «Physical Foundations of Cosmology», Cambridge University Press, 2005.
2. E.W. Kolb, M.S. Turner, "The Early Universe." Addison--Wesley, 1990.
3. C.Bambi, A.D.Dolgov, Introduction to Particle Cosmology. The Standard Model of Cosmology and its Open Problems. Springer, 2016. (<https://www.springer.com/gp/book/9783662480779>)
4. В.А. Рубаков, Актуальные вопросы космологии: курс лекций. М.: МЭИ, 2017. (<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011485.html>)

5. M. Hall, *General Relativity: An Introduction to Black Holes, Gravitational Waves, and Cosmology*. IOP Publishing Ltd, 2018
(<https://iopscience.iop.org/book/978-1-6817-4885-6>)

9. *Перечень ресурсов Интернет, необходимых для освоения дисциплины:*

1. <http://arxiv.org/>

10. *Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:*

сообщаются во время групповых и индивидуальных консультаций (дополнительная литература для решения отдельных задач, книги и оригинальные статьи для углубленного изучения избранных разделов курса по запросу обучающихся).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основы теории инфляции в космологии; уметь использовать основные методы анализа и решения задач курса «Введение в инфляционную космологию».

11. *Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):*

Дисциплина является авторским курсом, составленным с учетом результатов исследований научных школ МГУ и ведущих мировых научных центров. Помимо обсуждения материала, входящего в программу курса, предполагаются дискуссии по актуальным проблемам современной космологии и теории инфляции с использованием интернет-ресурсов (например, <http://arxiv.org/>).

12. *Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине:*

аудитория для ведения семинарских занятий на 15 человек, доска, мел, а также опционально ноутбук, проектор и экран.

Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Compute Node for Power, LE, Self-support 4 шт. №5540331

2. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Head Node for Power, LE, Standard 1 шт. №5540332
3. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 11 SP4 for x86_64 16 шт.
4. Операционная система Red Hat Enterprise Linux Server 5.0 for x86_64 14шт.
5. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 10 SP3 for ppc64 7 шт.
6. Операционная система Ubuntu 18.04.
7. Программное обеспечение для виртуализации Oracle VM VirtualBox
8. Операционная система ALTLinuxMATEStarterkit 9 лицензияGPL
9. Программный продукт JetBrains IntelliJ IDEA Community Edition Free Educational Licenses
10. Программный продукт JetBrains PyCharm Community Edition Free Educational Licenses
11. Программный продукт JetBrains CLion Community Edition Free Educational Licenses
12. Программный продукт UPPAAL (<http://www.uppaal.org/>) академическая лицензия
13. Программный продукт Java 8 (64-bit) Oracle Corporation
14. Программный продукт Java SE Development Kit 8(64-bit) Oracle Corporation
15. Программный продукт NetBeans IDE 8.2 NetBeans.org
16. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software
17. Программный продукт CodeBlocks The Code::Blocks Team
18. Программный продукт Free Pascal 3.0.0 Free Pascal Team
19. Программный продукт Python 3.5.1 (64-bit) Python Software Foundation
20. Программный продукт R for Windows 3.2.2 R Core Team
21. Программный продукт Haskell Platform 7.10.3 Haskell.org
22. Операционная система Microsoft Windows 7 корпоративная академическая лицензия
23. Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия
24. Программный продукт Microsoft Project Professional 2013 академическая лицензия
25. Программный продукт Microsoft Visio Professional 2013 академическая лицензия

26. Программный продукт Microsoft VisualStudioProfessional 2013 - RUS [Русский (Россия)] академическая лицензия

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.edu.ru> – портал Министерства образования и науки РФ
2. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. <http://www.openet.ru> - Российский портал открытого образования
4. <http://www.mon.gov.ru> - Министерство образования и науки Российской Федерации
5. <http://www.fasi.gov.ru> - Федеральное агентство по науке и инновациям