

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет
Кафедра физики элементарных частиц



УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ
А. Е. Бондарь
2020 г.

академик РАН

Рабочая программа дисциплины

ВВЕДЕНИЕ В КОСМОЛОГИЮ

направление подготовки: **03.03.02 Физика, Курс 4, семестр 8**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения

Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	72	32			38			2		
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Разработчик:
д.ф.-м.н., проф.

А. Д. Долгов

Зав. кафедрой ФЭЧ ФФ НГУ
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2020

Содержание

Аннотация	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
5. Перечень учебной литературы.	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	9

Аннотация

к рабочей программе дисциплины «Введение в космологию»

Направление: **03.03.02 Физика**

Направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Программа курса «Введение в космологию» составлена в соответствии с требованиями СУОС к уровню бакалавриата по направлению подготовки **03.03.02 Физика, направленность «Общая и фундаментальная физика»**, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется на физическом факультете Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ) кафедрой физики элементарных частиц. Дисциплина изучается факультативно студентами четвёртого курса физического факультета.

Курс «Введение в космологию» имеет своими целями:

- систематизировать базовые знания обучающихся по основным разделам современной космологии,
- дать углубленное представление о разделах современной космологии,
- проверить полноту владения базовыми знаниями по специальности,
- дать обучающимся возможность получить практические навыки в обсуждении и критическом анализе современных научных достижений.

Перечень основных разделов дисциплины: расширяющаяся вселенная, метрика Робертсона-Уокера, закон Хаббла, уравнения Фридмана, Большой взрыв, космологическая инфляция.

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций:

ПК-1 – способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** основные разделы современной космологии.
- **Владеть:** навыками обсуждения и критического анализа современных научных достижений.

Курс рассчитан на один семестр. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа студента, зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: контроль посещения лекций.

Промежуточная аттестация: зачёт.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **72** академических часа / **2** зачетные единицы.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Курс «Введение в космологию» имеет своими целями:

- систематизировать базовые знания обучающихся по основным разделам современной космологии,
- дать углубленное представление о разделах современной космологии,
- проверить полноту владения базовыми знаниями по специальности,
- дать обучающимся возможность получить практические навыки в обсуждении и критическом анализе современных научных достижений.

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся лекционные занятия. Темы, рассматриваемые на лекциях, закрепляются в ходе самостоятельной работы обучающегося с литературой по тематике. В рамках курса студенты должны усвоить понятийный аппарат. В ходе лекций поощряются вопросы слушателей.

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций:

ПК-1 – способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные разделы современной космологии (ПК 1.1).

Владеть:

- навыками обсуждения и критического анализа современных научных достижений (ПК 1.3).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Введение в космологию» не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для бакалавров. Она реализуется в восьмом семестре в рамках факультативных дисциплин.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	72	32			38			2		
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них:										
- контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа студента, зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: контроль посещения лекций;
- промежуточная аттестация: зачёт.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

- лекции – 32 часа;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 38 часов;
- промежуточная аттестация (зачёт) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (лекции, практические занятия, зачёт) составляет 34 часа.

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)					Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Введение в общую теорию относительности. Принцип эквивалентности. Локальная лоренцева система отсчёта.	1	4	2		2			
2.	Ньютоновский предел. Гравитация как кривизна пространства Минковского. Гравитационные волны.	2	4	2		2			
3.	Расширяющаяся вселенная. Метрика Робертсона-Уокера. Закон Хаббла.	3	4	2		2			

	Уравнения Фридмана.								
4.	Модель Вселенной. Решение уравнений Фридмана. Космологические горизонты.	4	4	2		2			
5.	Темная материя. Космологическая постоянная.	5	4	2		2			
6.	Большой взрыв. Начальная сингулярность.	6	4	2		2			
7.	Космический микроволновый фон. Первичный нуклеосинтез.	7	4	2		2			
8.	Звездная эволюция и происхождение элементов. Эволюция начальных флуктуаций.	8	4	2		2			
9.	Красные гиганты, коричневые карлики, белые карлики и сверхновые.	9	4	2		2			
10.	Инфляция. Проблема плоскостности и проблема горизонта. Эпоха инфляции до Большого взрыва.	10	4	2		2			
11.	Основы релятивистской квантовой теории. Квантовые частицы и поля. Фейнмановские диаграммы. Бегущие константы взаимодействия.	11	5	2		3			
12.	Фазовые переходы в ранней вселенной. Переход от барионов к кварк-глюонной плазме. Электрослабый переход.	12	5	2		3			
13.	Бариогенез и лептогенез. Сахаров-	13	6	2		4			

	ские условия. Великое Объединение.							
14.	Понятие о квантовой гравитации. Квантовые поля в искривлённом пространстве Минковского.	14-16	14	6		8		
15.	Зачёт	17	2					2
Всего за семестр			72	32		38		2

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

1. Введение в общую теорию относительности. Принцип эквивалентности. Локальная лоренцева система отсчёта. (2 часа)
2. Ньютоновский предел. Гравитация как кривизна пространства Минковского. Гравитационные волны. (2 часа)
3. Расширяющаяся вселенная. Метрика Робертсона-Уокера. Закон Хаббла. Уравнения Фридмана. (2 часа)
4. Модель Вселенной. Решение уравнений Фридмана. Космологические горизонты. (2 часа)
5. Темная материя. Космологическая постоянная. (2 часа)
6. Большой взрыв. Начальная сингулярность. (2 часа)
7. Космический микроволновый фон. Первичный нуклеосинтез. (2 часа)
8. Звездная эволюция и происхождение элементов. Эволюция начальных флуктуаций. (2 часа)
9. Красные гиганты, коричневые карлики, белые карлики и сверхновые. (2 часа)
10. Инфляция. Проблема плоскостности и проблема горизонта. Эпоха инфляции до Большого взрыва. (2 часа)
11. Основы релятивистской квантовой теории. Квантовые частицы и поля. Фейнмановские диаграммы. Бегущие константы взаимодействия. (2 часа)
12. Фазовые переходы в ранней вселенной. Переход от барионов к кварк-глюонной плазме. Электрослабый переход. (2 часа)
13. Бариогенез и лептогенез. Сахаровские условия. Великое Объединение. (2 часа)
14. Понятие о квантовой гравитации. Квантовые поля в искривлённом пространстве Минковского. (6 часов)

Самостоятельная работа студентов (38 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	32
Подготовка к зачёту	6

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. Сурдин В.Г. *Астрономия*, М.: Литео, 2017.

5.2. Дополнительная литература

2. Сурдин В.Г. Вселенная в вопросах и ответах, М.: «Траектория», 2017.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

3. Сурдин В.Г. Астрономия, М.: Литео, 2017.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль проводится в форме контроля посещения лекций.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в виде зачёта, который проходит в конце семестра в устной форме. На зачёте необходимо ответить на вопросы. Они подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1. Положительная оценка по дисциплине («зачёт») выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована в части, относящейся к формированию способности использовать в профессиональной деятельности базовые знания космологии, не ниже порогового уровня.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Введение в космологию».

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.

Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.
-----------------------------------	--------	--	--	--	---

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примерный перечень вопросов на дифференцированном зачёте

1. Введение в общую теорию относительности. Принцип эквивалентности. Локальная лоренцева система отсчёта. Ньютоновский предел. Гравитация как кривизна пространства Минковского. Гравитационные волны.
2. Расширяющаяся вселенная. Метрика Робертсона-Уокера. Закон Хаббла. Уравнения Фридмана.
3. Модель Вселенной. Решение уравнений Фридмана. Горизонты. Темная материя. Космологическая постоянная.
4. Большой взрыв. Начальная сингулярность. Космический микроволновый фон. Первичный нуклеосинтез.
5. Звездная эволюция и происхождение элементов. Эволюция начальных флуктуаций. Красные гиганты, коричневые карлики, белые карлики и сверхновые.
6. Инфляция. Проблема плоскостности и проблема горизонта. Эпоха инфляции до Большого взрыва.
7. Основы релятивистской квантовой теории. Квантовые частицы и поля. Фейнмановские диаграммы. Бегущие константы взаимодействия.
8. Фазовые переходы в ранней вселенной. Переход от барионов к кварк-глюонной плазме. Электрослабый переход. Бариогенез и лептогенез. Сахаровские условия. Великое Объединение.
9. Черная дыра. Гравитационный коллапс. Горизонт событий. Геометрия Шварцшильда.
10. Понятие о квантовой гравитации. Квантовые поля в искривленном пространстве Минковского. Термодинамика чёрной дыры. Струны. Струнный ландшафт, мультивселенная и антропный принцип.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Введение в космологию»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль: все профили**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного