

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля).

Основы релятивистской теории тяготения

2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. Направление подготовки:

03.06.01 – Физика и астрономия

Направленность программы:

01.03.01 – астрометрия и небесная механика

01.03.02 - астрофизика и звездная астрономия

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП.

Вариативная часть ООП. Э л е к т и в.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	З1 (УК-1) ЗНАТЬ основные современные научные достижения в профессиональной области, основные методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских задач, в том числе и в междисциплинарных областях. У1 (УК-1)

	<p>УМЕТЬ проводить анализ литературных данных в рамках поставленной исследовательской (практической, образовательной) задачи, выявлять основные вопросы и проблемы, существующие в современной науке.</p> <p>В1 (УК-1) ВЛАДЕТЬ навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских, практических и образовательных задач в своей профессиональной области, в том числе в междисциплинарных областях.</p>
<p>ПК-1:01.03.01 Способность самостоятельно проводить научные исследования в области релятивистской теории тяготения и применять полученные результаты для решения практических задач.</p>	<p>З1 (ПК-1:01.03.01)</p> <p>ЗНАТЬ основные законы, теоретические модели и современные методы исследований и математического моделирования в области релятивистской теории тяготения.</p> <p>У1 (ПК-1:01.03.01)</p> <p>УМЕТЬ использовать полученные знания для анализа результатов научных исследований и решения практических задач в области релятивистской теории тяготения.</p> <p>В1 (ПК-1:01.03.01) ВЛАДЕТЬ разработкой методов научного исследования для получения новых фундаментальных знаний в области релятивистской теории тяготения и способами применения этих знаний для создания прикладных технологий и решения практических задач.</p>
<p>ПК-1:01.03.02 Способность самостоятельно проводить научные исследования в области релятивистской теории тяготения и применять полученные результаты для решения практических задач.</p>	<p>З1 (ПК-1:01.03.02)</p> <p>ЗНАТЬ основные законы, теоретические модели и современные методы исследований и математического моделирования в области релятивистской теории тяготения.</p>

	<p>У1 (ПК-1:01.03.02)</p> <p>УМЕТЬ использовать полученные знания для анализа результатов научных исследований и решения практических задач в области релятивистской теории тяготения.</p> <p>В1 (ПК-1:01.03.02)</p> <p>ВЛАДЕТЬ разработкой методов научного исследования для получения новых фундаментальных знаний в области релятивистской теории тяготения и способами применения этих знаний для создания прикладных технологий и решения практических задач.</p>
--	--

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

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачётные единицы, в том числе 32 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 76 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Знание основ классической механики и теории относительности в объеме университетского (магистерского) курса.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельна я работа обучающегося, часы (виды самостоятельн ой работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*	Всего	
Механика Ньютона и кинематика специальной теории относительности как электродинамика движущихся тел. Метрический тензор Минковского. Общая Теория Относительности Эйнштейна как релятивистская теория пространства, времени и тяготения.	7	2		2	5
Риманова геометрия и тензорный анализ как математический аппарат общей теории относительности. Фундаментальный метрический тензор. Принцип эквивалентности инерции и	8	2		2	6

тяготения. Гравитация как изменение метрики пространства-времени.					
Проблема одновременности событий и синхронизация часов световыми сигналами.	7	2		2	5
Тензорный анализ как абсолютное дифференциальное исчисление в криволинейных координатах. Ковариантные производные векторов и тензоров. Геодезическая как траектория движение инертной частицы в гравитационном поле. Траектория луча света как изотропная геодезическая.	8	2		2	6
Случай слабого поля и медленных движений. Метрические компоненты слабого гравитационного поля. Световой луч в слабом поле и эффект гравитационного красного смещения.	7	2		2	5
Ковариантные аналоги дифференциальных операторов теории поля. Теоремы Гаусса и Стокса в криволинейных координатах.	8	2		2	6
Тензор кривизны Римана-Кристоффеля и его свойства. Тензор Риччи и скалярная кривизна. Условие плоскостности пространства-времени.	7	2		2	5
Текущая аттестация в форме занятия семинарского типа.	2		2	2	
Гравитационное поле как динамическая система физической природы. Компоненты метрики как параметры состояния гравитационного поля. Вариационный принцип для гравитационного поля.	7	2		2	5
Тензор энергии-импульса материи. Уравнения Киллинга Вариационный принцип для гравитационного поля. Закон сохранения энергии-импульса материи	8	2		2	6
Вывод уравнений поля Эйнштейна из принципа стационарного действия. Метрика псевдориманова пространства как решение уравнений поля. Тензор Эйнштейна.	7	2		2	5
Псевдотензор энергии-импульса гравитационного поля.	8	2		2	6
Проблема геометризации фундаментальных физических взаимодействий.	7	2		2	5
Космологическая постоянная Эйнштейна. Уравнения поля с космологическим членом. Основные результаты релятивистской космологии.	8	2		2	6
Общая теория относительности Эйнштейна и альтернативные теории гравитации.	7	4		4	3
Промежуточная аттестация – зачёт.					2
Итого	108				76

9. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).

9.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости:

1. Задания по специальности 01.03.01.
 - 1.1. Вывести уравнения свободного движения в СТО из принципа наименьшего действия.
 - 1.2. Вывести уравнения геодезической линии из принципа стационарного действия.
 - 1.3. Вывести формулу для ковариантной дивергенции 4-вектора.
 - 1.4. Вывести формулу для ковариантного ротора 4-вектора
2. Задания по специальности 01.03.02.
 - 2.1. Вывести уравнения свободного движения в СТО из принципа наименьшего действия.
 - 2.2. Вывести уравнения геодезической линии из принципа стационарного действия.
 - 2.3. Вывести формулу для ковариантной дивергенции 4-вектора.
 - 2.4. Вывести формулу для ковариантного ротора 4-вектора

9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:

1. Задание для проверки З1 (ПК-1:01.03.01; ПК-1:01.03.02) из п.5. << Вывести преобразования Лоренца из преобразований поворота в пространстве-времени Минковского. >>
2. Задание для проверки У1 (ПК-1:01.03.01; ПК-1:01.03.02) из п.5. < Объяснить физические причины конечной скорости гравитационных взаимодействий.>>
3. Задание для проверки В1 (ПК-1:01.03.01; ПК-1:01.03.02) из п.5. <<Провести сравнительный анализ оснований общей теории относительности А. Эйнштейна с концепциями пространства, времени и тяготения И. Ньютона. >>

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)		
	Оценка	незачёт
РО и соотв. виды оценочных средств		зачёт

<p>Знания (виды оценочных средств: устные и письменные опросы, тестирующие знание основных законов и соотношений, и т. п.)</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<p>Умения (виды оценочных средств: устные и письменные опросы, тестирующие знание принципов получения основных законов и соотношений, написание и защита рефератов на заданную тему, практические контрольные задания и т. п.)</p>	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности неприципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<p>Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: решение новых (не разобранных на лекциях или в литературе) задач,</p>	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

вывод новых соотношений и т. п.)				
----------------------------------	--	--	--	--

10. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной литературы:

1. Л.Г. Лукьянов, Г.И. Ширмин Лекции по небесной механике. Алматы: Эверо, 2009.
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теория поля. 8-е издание. М.: Наука, 2001.
3. А.Л. Зельманов, В.Д. Агаков. Элементы общей теории относительности. Москва, Наука, 1969.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости):

1. База данных <https://gracedb.ligo.org/>
2. Библиографическая система NASA ADS

Описание материально-технической базы:

аудиторный фонд физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,

11. Язык преподавания.

Русский.

12. Преподаватель (преподаватели).

Доцент Ширмин Г.И.