

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 13.10.2022 10:59:59
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

Учебно-научный институт гравитации и космологии

(наименование основного учебного подразделения (ОУП) – разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Многомерная гравитация

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

03.04.02 Физика

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

Гравитация, космология и релятивистская астрофизика.

Реализуется совместно с КазНУ Аль-Фараби на английском языке (наименование
(профиль/специализация) ОП ВО)

2022 г.

Цели и задачи дисциплины:

Курс направлен на изучение основных понятий анализа на многообразиях и применению его в простейших многомерных моделях космологического типа. Его назначение состоит в формированию математически строго подхода к при решении задач многомерной гравитации, в том числе, с использованием лагранжевого подхода.

1. **Место дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина «Многомерная гравитация» относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 03.04.02 «ФИЗИКА». Предполагается владение студентом знаниями из общей физики в соответствии со следующими компетенциями:

- способность оперировать углубленными знаниями в области математики и естественных наук (ОПК-1);
- способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение (ОПК-3);
- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности (ОПК-6).

(указывается цикл, к которому относится дисциплина; формулируются требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для ее изучения; определяются дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (ОПК-1).

(указываются в соответствии с ФГОС ВО)

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные понятия анализа на многообразиях, (псевдо-)римановой геометрии и простейшие многомерные модели математической космологии

Уметь: использовать в научном процессе знание фундаментальных основ, современных достижений и тенденций в теории гравитации, профессионально оформлять и представлять результаты исследований;

Владеть: основами дифференциальной геометрии и лагранжевой механики при изучении современных многомерных моделей теории гравитации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	24		24		
В том числе:					

Лекции	9		9		
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)	15		15		
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа (всего)	84		84		
В том числе:					
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат	40		40		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Подготовка в семинарских занятиях	42		42		
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	2		2		
Общая трудоемкость	часа	108	108		
	зач. ед.	3	3		

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Элементы анализа в банаховых пространствах	Линейные нормированные пространства, банаховы пространства. Линейные отображения банаховых пространств. Дифференцируемые отображения банаховых пространств (по Фреше). Производная Фреше. Производная композиции функций. Теорема об обратной функции.
2.	Гладкие многообразия.	Карта на множестве. Гладкая согласованность карт. Атлас, эквивалентные атласы, полный атлас. Гладкое многообразие. Примеры гладких многообразий. Произведение многообразий. Топология гладких многообразий.
3.	Гладкие отображения многообразий.	Гладкие отображения многообразий - морфизмы. Примеры гладких отображений. Композиция гладких отображений. Понятие категории и функтора. Категория гладких многообразий. Примеры гладких многообразий.
4.	Касательные пространства и касательные отображения.	Касательный вектор в точке. Касательное пространство (к гладкому многообразию) в точке. Кокасательное пространство. Касательное отображение в точке, отвечающее гладкому отображению. Касательное отображение композиции гладких отображений. Базис в

		касательном пространстве, порождённый картой. Дифференциал вещественнозначной функции. Дуальный базис в кокасательном пространстве.
5.	Элементы (псевдо-)римановой геометрии.	Метрика на линейном пространстве. Метрика на гладком многообразии. Запись метрики в карте. Символы Кристоффеля-Шварца. Тензоры Римана и Риччи, скалярная кривизна. Ковариантная производная. Уравнения геодезических. Основные свойства тензора Римана. Тождество Бьянки.
6.	Многомерная модель космологического типа с диагональной метрикой.	Компоненты тензора Римана и Риччи для диагональной метрики. Лагранжево представление для вакуумной модели с цепочкой одномерных пространств. Минисуперметрика и её диагонализация. Функция хода. Решение казнеровского типа в гармоническом и синхронном временах и его обобщение на случай двух риччи-плоских фактор-пространств. Квантовый случай: уравнение Уиллера-ДеВитта и его решение.
7.	Многомерное пространство де-Ситтера.	n-мерное пространство де-Ситтера dS^n . Глобально определённая метрика, описывающая расширение (n-1)-мерной сферы. Уравнения Эйнштейна с космологической постоянной. Проверка решения для dS^n . Обобщение решения на случай, когда вместо (n-1)-мерной сферы - пространство Эйнштейна со скалярной кривизной $(n-1)(n-2)$.
8.	Многомерная гравитационная модель с анизотропной жидкостью.	(n+1)-мерная гравитационная модель с однокомпонентной анизотропной жидкостью. Уравнения Эйнштейна. Уравнение непрерывности и его интеграл. Лагранжево представление уравнений Эйнштейна. Точные решения со степенным и экспоненциальным поведением масштабных факторов. Примеры решений с ускоренным расширением 3-мерного пространства.
9.	Многомерная гравитационная модель с полем внешней формы.	Внешние формы на гладком многообразии, внешнее произведение, внешний дифференциал. Многомерная гравитационная модель с полем внешней формы. Лагранжево представление уравнений движения для Sp-бранного анзаца. Sp-бренные решения с цепочкой 1-мерных пространств.

(Содержание указывается в дидактических единицах. По усмотрению разработчиков материал может излагаться не в форме таблицы)

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Не предусмотрены.

5.3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Элементы анализа в банаховых пространствах	1			2	9	12
2.	Гладкие многообразия.	1			2	9	12
3	Гладкие отображения многообразий.	1			2	9	12
4.	Касательные пространства и касательные отображения.	1			2	9	12
5.	Элементы (псевдо-)римановой геометрии.	1			2	9	12
6.	Многомерная модель космологического типа с диагональной метрикой.	1			2	9	12
7.	Многомерное пространство де-Ситтера.	1			2	9	12
8.	Многомерная гравитационная модель с анизотропной жидкостью.	1			1	9	11
9.	Многомерная гравитационная модель с полем внешней формы.	1			1	10	12

6. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум не предусмотрен.

8. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Дифференциальная геометрия и классическая механика.

О вычислении флаксбранных полиномов для простых алгебр Ли

Лагранжев подход в $(n+1)$ -мерной модели Эйнштейна-Гаусса-Бонэ и n -мерная метрика Бервальда-Моора.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1.) Б.А. Дубровин, С.П. Новиков, А.Т. Фоменко, Современная геометрия, - М.: Наука, 1979. – 759 с.

2.) Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Курс теоретической физики. Т. 2. Теория поля, - М. Наука, 1973. – 504 с.

3.) С.С. Кокарев, Введение в общую теорию относительности: учебное пособие – Ярославль, ЯрГУ, 2010. – 368 с.

4.) V.R. Gavrillov, V.D. Ivashchuk and V.N. Melnikov, Integrable Pseudo-Euclidean Toda-like Systems in Multidimensional Cosmology with Multicomponent Perfect Fluid., J. Math. Phys., V. 36, No 10, 5829-5847 (1995) (gr-qc/9407019).

5.) V.D. Ivashchuk and V.N. Melnikov, Exact solutions in multidimensional gravity with antisymmetric forms, topical review, Class. Quantum Grav., V. 18, R82-R157 (2001); hep-th/0110274.

б) дополнительная литература

1. М.М. Постников. Лекции по геометрии. Сем. V: Риманова геометрия – М.: Факториал, 1998.- 496 с.

2. Ю.С. Владимиров. Пространство-время: явные и скрытые размерности. - М.: Наука, 1989.

3. Р.М. Уолд, Общая теория относительности. Пер. с английского под ред. И.Л. Бухбиндера, С.В. Червона. – М.: РУДН, 2008. – 693 с.

4. В.И. Арнольд. Математические методы классической механики. - М. Наука, 1979. – 432с.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

При чтении лекций и презентации рефератов используются современные информационные технологии.

11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

В процессе изучения материала студенты знакомятся с литературными источниками по предлагаемой тематике. По окончании курса проводится итоговый контроль знаний (зачет и экзамен).

(указываются рекомендуемые модули внутри дисциплины или междисциплинарные модули, в состав которых она может входить, образовательные технологии, а также примеры оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации)

Разработчики:

профессор

УНИГК

В.Д. Иващук

Должность,

название кафедры,

(инициалы, фамилия)

Должность,

название кафедры,

инициалы, фамилия)

Заведующий

УНИГК

А.П. Ефремов

название кафедры,

инициалы, фамилия

