

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 05.05.2026 16:06:56  
Уникальный программный ключ:  
ca953a01204891083f939673078ef1a989bae18a

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

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2026 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Многомерная гравитация» входит в программу магистратуры «Гравитация, космология и релятивистская астрофизика» по направлению 03.04.02 «Физика» и изучается в 3 семестре 2 курса. Дисциплину реализует Кафедра гравитации и космологии. Дисциплина состоит из 9 разделов и 9 тем и направлена на изучение основных понятий анализа на многообразиях и применение его в простейших многомерных моделях космологического типа.

Целью освоения дисциплины является формирование знаний и вычислительных компетенций в части изучения основных понятий анализа на многообразиях и применения его в простейших многомерных моделях космологического типа, а также формирование математически строго подхода к решению задач многомерной гравитации, в том числе с использованием лагранжевого подхода.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Многомерная гравитация» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.2 Вырабатывает инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, целей;
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности;	ОПК-1.1 Знает основные направления развития современной физики и современные методики преподавания физических дисциплин;
ПК-1	Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	ПК-1.1 Знает основные стратегии исследований в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Многомерная гравитация» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Многомерная гравитация».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	Современные проблемы физики; General astronomy; Quaternion Algebra, Fractal Space and General Theory of Mechanics; Relativistic astrophysics and cosmology; Classical gravity theory; Introduction to classical field theory; Специальный физический практикум;	Преддипломная практика;
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности;	Педагогическая практика; Scientific research work; Quaternion Algebra, Fractal Space and General Theory of Mechanics; Relativistic astrophysics and cosmology; Classical gravity theory; Introduction to classical field theory; Современные проблемы физики;	Research Work;
ПК-1	Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	Педагогическая практика; Scientific research work; Quaternion Algebra, Fractal Space and General Theory of Mechanics; <i>Reference frames**</i> ; <i>Advanced theoretical physics II**</i> ; <i>Black hole and wormhole physics**</i> ; <i>Stellar evolution and galaxy dynamics**</i> ; <i>Advanced theoretical physics I**</i> ; <i>Квантовая теория поля**</i> ; <i>Теория атомного ядра**</i> ; Relativistic astrophysics and cosmology; Classical gravity theory; Introduction to classical field theory; Специальный физический практикум; <i>Advanced theoretical physics III**</i> ; <i>Теория элементарных частиц и кварков**</i> ; <i>Action-at-a-distance physics**</i> ;	Преддипломная практика; Research Work;

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Многомерная гравитация» составляет «3» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			3
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	54		54
Лекции (ЛК)	36		36
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	36		36
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	18		18
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Элементы анализа в банаховых пространствах	1.1	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.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Гладкие многообразия	2.1	Гладкие многообразия	Карта на множестве. Гладкая согласованность карт. Атлас, эквивалентные атласы, полный атлас. Гладкое многообразие. Примеры гладких многообразий. Произведение многообразий. Топология гладких многообразий.	ЛК, СЗ
Раздел 3	Гладкие отображения многообразий.	3.1	Гладкие отображения многообразий	Гладкие отображения многообразий - морфизмы. Примеры гладких отображений. Композиция гладких отображений. Понятие категории и функтора. Категория гладких многообразий. Примеры гладких многообразий.	ЛК, СЗ
Раздел 4	Касательные пространства и касательные отображения	4.1	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.	ЛК, СЗ
Раздел 5	Элементы (псевдо-) римановой геометрии	5.1	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. Тожество Бьянки.	ЛК, СЗ
Раздел 6	Многомерная модель космологического типа с диагональной метрикой.	6.1	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 факторпространств. Квантовый случай: уравнение Уилера-ДеВитта и его решение.	ЛК, СЗ
Раздел 7	Многомерное пространство	7.1	Многомерное пространство де-Ситтера.	N-мерное пространство де-Ситтера $dS_n$ . Глобально	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
	де-Ситтера.			определённая метрика, описывающая расширение (n-1)-мерной сферы. Уравнения Эйнштейна с космологической постоянной. Проверка решения для dSn. Обобщение решения на случай, когда вместо (n-1)мерной сферы - пространство Эйнштейна со скалярной кривизной (n-1)(n-2).	
Раздел 8	Многомерная гравитационная модель с анизотропной жидкостью	8.1	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 3мерного пространства.	ЛК, СЗ
Раздел 9	Многомерная гравитационная модель с полем внешней формы	9.1	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.	ЛК, СЗ

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. Gavrilo, 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

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.

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Многомерная гравитация».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

**РАЗРАБОТЧИК:**

Профессор

*Должность, БУП*

*Подпись*

Иващук Владимир  
Дмитриевич

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Зав. каф. гравитации и  
космологии

*Должность БУП*

*Подпись*

Ефремов Александр  
Петрович

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Директор УНИГК

*Должность, БУП*

*Подпись*

Ефремов Александр  
Петрович

*Фамилия И.О.*