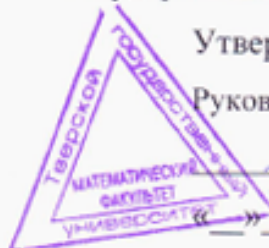


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 26.09.2023 14:45:09  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf93f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

Руководитель ООП

Цветков В.П.

2023 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Фракталы и хаос в динамических системах**

Направление подготовки

**02.04.01 Математика и компьютерные науки**

Направленность (профиль)

**Межкультурная коммуникация в математических исследованиях**

Для студентов очной формы обучения

**МАГИСТРАТУРА**

Для студентов 1 курса ОФО

Составитель:

д.ф.-м.н., профессор

Цветков В.П.

Тверь, 2023 г.

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью дисциплины «Межкультурная коммуникация в математических исследованиях» является формирование универсальных и общепрофессиональных компетенций, а именно, она призвана выработать у студентов способность к правильному восприятию и осмыслению научных и профессиональных текстов на русском и иностранном языках, способность к исследовательской работе, публичному представлению своих результатов, созданию текстов, обсуждению научных статей и монографий по своей специальности на русском и иностранном языках.

Задачами дисциплины «Межкультурная коммуникация в математических исследованиях», проводимой в форме семинара, являются подготовка студентов к чтению, осмыслению научных и профессиональных текстов на иностранном языке в своей области профессиональной деятельности, овладение навыками поиска научной литературы в библиотеках и в сети интернет, к подготовке докладов по изученным публикациям и своим исследованиям и к практике публичного выступления на научные темы.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Межкультурная коммуникация в математических исследованиях» входит в обязательную часть дисциплин и формирует универсальные и общепрофессиональные компетенции по научно-исследовательскому и педагогическому видам деятельности.

Она имеет логические и содержательно–методические взаимосвязи со следующими дисциплинами: «Философия и методология научной деятельности», «Дополнительные главы функционального анализа», «Научно-методический семинар».

**3. Объем дисциплины: 17 зачетных единиц, 612 академических часов, в том числе: контактная аудиторная работа:** лабораторные занятия **136** часов, в т.ч. практическая подготовка – 0 часов; **самостоятельная работа: 476** часов, в том числе контроль **54** часа.

### **4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с**

<p>Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)</p>	<p>Планируемые результаты обучения по дисциплине</p>
<p>УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.</p>	<p>УК-4.1. Устанавливает контакты и организует общение в соответствии с потребностями совместной деятельности, используя современные коммуникационные технологии. УК-4.2. Составляет в соответствии с нормами русского языка деловую документацию разных жанров. УК-4.3. Составляет типовую деловую документацию для академических и профессиональных целей на иностранном языке. УК-4.4. Создает различные академические или профессиональные тексты на иностранном языке. УК-4.5. Организует обсуждение результатов исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях на русском языке, выбирая наиболее подходящий формат. УК-4.6. Представляет результаты исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, участвует в академических и профессиональных дискуссиях на иностранном языке.</p>
<p>УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.</p>	<p>УК-5.1. Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития. УК-5.2. Выстраивает социальное и профессиональное взаимодействие с учетом особенностей деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп. УК-5.3. Обеспечивает создание недискриминационной среды для участников межкультурного взаимодействия при личном общении и при выполнении профессиональных задач.</p>

<p>ОПК-1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики.</p>	<p>ОПК-1.1. Формулирует актуальные проблемы в области прикладной и компьютерной математики. ОПК-1.2. Решает поставленные задачи путём синтеза новых и существующих математических методов.</p>
<p>ОПК-2. Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, совершенствовать и разрабатывать концепции, теории и методы.</p>	<p>ОПК-2.3. Применяет современные методы отбора и оценки адекватности математических моделей.</p>

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:**

экзамен (1 и 3 семестры), зачет (2 семестр).

**6. Язык преподавания: русский.**

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

Учебная программа – наименования разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции	Практические занятия		
			всего	в т.ч. практическая подготовка	
Ковариантное дифференцирование тензоров. Связность, символы Кристоффеля.	54	0	12	0	42
Геодезические на (псевдо)римановых многообразиях, их уравнение. Экстремум длины.	56	0	14	0	42
Тензор кривизны его симметрии. Тензор Риччи, его симметричность. Скалярная кривизна.	56	0	14	0	42
Действие общей теории относительности Эйнштейна, вывод уравнений Эйнштейна.	54	0	12	0	42
Решение Шварцшильда уравнений Эйнштейна.	56	0	14	0	42
Космологические решения уравнений Эйнштейна.	56	0	16	0	40
Программирование вычисления коэффициентов Фурье и частичных сумм ряда Фурье.	54	0	12	0	42

Теорема Вейр-штрасса о тригонометрической аппроксимации. Численное решение краевых задач с помощью рядов Фурье.	56	0	14	0	42
Разложение функции в ряд по полиномам Лежандра.	58	0	14	0	44
Разложение функций в ряды по ортогональным семействам полиномов.	58	0	14	0	44
Экзамены.	54	0	0	0	54
<b>ИТОГО</b>	<b>612</b>	<b>0</b>	<b>136</b>	<b>0</b>	<b>476</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Ковариантное дифференцирование тензоров. Связность, символы Кристоффеля.	Лекция, практическое занятие	Доклад, панельная дискуссия. Групповое решение задач.
Геодезические на (псевдо)римановых многообразиях, их уравнение. Экстремум длины.	Лекция, практическое занятие	Доклад. Мозговой штурм. Групповое решение задач..
Тензор кривизны его симметрии. Тензор Риччи, его симметричность. Скалярная кривизна.	Лекция, практическое занятие	Доклад, панельная дискуссия. Групповое решение задач.
Действие общей теории относительности Эйнштейна, вывод уравнений Эйнштейна.	Лекция, семинар	Доклад, панельная дискуссия. Мозговой штурм.
Решение Шварцшильда уравнений Эйнштейна.	Лекция, семинар	Доклад, панельная дискуссия. Мозговой штурм.
Космологические решения уравнений Эйнштейна.	Лекция, семинар	Доклад, панельная дискуссия. Мозговой штурм.

Программирование вычисления коэффициентов Фурье и частичных сумм ряда Фурье.	Лекция, семинар	Доклад, панельная дискуссия. Групповое решение задач.
Теорема Вейрштрасса о тригонометрической аппроксимации. Численное решение краевых задач с помощью рядов Фурье.	Лекция, семинар	Доклад, панельная дискуссия. Групповое решение задач.
Разложение функции в ряд по полиномам Лежандра.	Лекция, семинар	Доклад. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.
Разложение функций в ряды по ортогональным семействам полиномов.	Лекция, семинар	Доклад, дискуссия. Групповое решение задач. Решение индивидуальных задач.

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

##### **1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенций**

Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
1) Вычислите символы Кристоффеля для сферы. 2) Найдите скалярную кривизну для сферы.	Ответ правильный и полный – 5 баллов. Ответ правильный, но недостаточно полный – 4 балла. Ответ содержит ошибку – 3 балла. Ответ содержит ошибки – 1-2 балла. Нет ответа – 0 баллов.
Подготовьте устное сообщение по теме «Дифференциал формы. Базисные формы на многообразии».	Ответ правильный и полный – 5 баллов. Ответ правильный, но недостаточно полный – 4 балла. Ответ содержит ошибку – 3 балла. Ответ содержит ошибки – 1-2 балла. Нет ответа – 0 баллов.
Подготовьте презентацию по теме «Тригонометрические ряды».	Ответ правильный и полный – 5 баллов. Ответ правильный, но недостаточно полный – 4 балла. Ответ содержит ошибку – 3 балла. Ответ содержит ошибки – 1-2 балла. Нет ответа – 0 баллов.

1) Разложите в ряд Фурье по полной тригонометрической системе функцию $f(x) = x$ . 2) Проведите ортогонализацию функций $1, x, x^2$ .	<p>Ответ правильный и полный – 5 баллов.          Ответ правильный, но недостаточно полный – 4 балла.          Ответ содержит ошибку – 3 балла.          Ответ содержит ошибки – 1-2 балла.          Нет ответа – 0 баллов.</p>
Подготовьте сообщение по теме «Вывод уравнений геодезических».	<p>Ответ правильный и полный – 5 баллов.          Ответ правильный, но недостаточно полный – 4 балла.          Ответ содержит ошибку – 3 балла.          Ответ содержит ошибки – 1-2 балла.          Нет ответа – 0 баллов.</p>
Подготовьте устное сообщение по теме «Полиномы Лежандра».	<p>Ответ правильный и полный – 5 баллов.          Ответ правильный, но недостаточно полный – 4 балла.          Ответ содержит ошибку – 3 балла.          Ответ содержит ошибки – 1-2 балла.          Нет ответа – 0 баллов.</p>
Составьте план выступления.	<p>Ответ правильный и полный – 5 баллов.</p>

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1) Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература

1. Волков В.А. Ряды Фурье. Интегральные преобразования Фурье и Радона [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Волков В.А.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 32 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66202.html>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Щетинин А.Н. Введение в тензорный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Щетинин, Е.А. Губарева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. — 40 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31382.html> .
3. Кумпяк Д.Е. Векторный и тензорный анализ. Тверь. ТвГУ. 2007. <http://texts.lib.tversu.ru/texts2/01616ucheb.pdf> .

#### б) дополнительная литература

1. Горлач, Б.А. Тензорная алгебра и тензорный анализ [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56160> .
2. Гордиенко, А.Б. Основы векторного и тензорного анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Б. Гордиенко, М.Л. Золотарев, Н.Г. Кравченко. — Электрон. дан. — Кемерово : КемГУ, 2009. — 131 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/30131> .
3. Мишачев Н.М. Дифференциальная геометрия и тензорный анализ [Электронный ресурс]: задания к типовому расчету/ Н.М. Мишачев, В.М. Тюрин.—Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 17



2) Программное обеспечение:

а) Лицензионное программное обеспечение

Google Chrome – бесплатно Microsoft Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 г. Microsoft Windows 10 Enterprise Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 г. Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

МiKTeX 2.9 Открытый дистрибутив TeX для платформы Windows.

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<https://www.elibrary.ru> – Научная электронная библиотека.

<http://www.mathnet.ru/> – Общероссийский математический портал Math-Net.Ru.

<https://math.ru/> – сайт посвящён Математике и математикам. Этот сайт для школьников, студентов, учителей и для всех, кто интересуется математикой.

<http://www.edu.ru/> – Федеральный портал «Российское образование»

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/> Договор № 4-е/23 от 02.08.2023 г.
2. ЭБС Znanium.com <https://znanium.com/> Договор № 1106 эбс от 02.08.2023 г.
3. ЭБС Университетская библиотека online <https://biblioclub.ru> Договор № 02-06/2023 от 02.08.2023 г.
4. ЭБС ЮРАЙТ <https://urait.ru/> Договор № 5-е/23 от 02.08.2023 г.
5. ЭБС IPR SMART <https://www.iprbookshop.ru/> Договор № 3-е/23К от 02.08.2023 г.

## VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### Список вопросов к экзамену

1. Ортогональные системы функций.
2. Ковариантное дифференцирование тензоров на гладком многообразии. Связность на гладких многообразиях.
3. Выражения для ковариантных производных тензоров.
4. Связность, согласованная с римановой (псевдоримановой) метрикой, ее существование, единственность и локальное выражение. Символы Кристоффеля.
5. Параллельный перенос вектора вдоль пути на гладких многообразиях. Геодезические на (псевдо)римановых многообразиях, их уравнение.
6. Вывод уравнений геодезических из условия экстремума длины, эквива-

- лентность двух определений геодезических.
7. Тензор кривизны на (псевдо)римановых многообразиях, его свойства симметрии.
  8. Вид тензора кривизны на многообразиях различных размерностей.
  9. Связь тензора кривизны с параллельным переносом вектора по малому контуру. Теорема о тензоре кривизны плоского (псевдо)риманова многообразия.
  10. Тензор Риччи, его симметричность, скалярная кривизна.
  11. Действие общей теории относительности Эйнштейна, вывод уравнений Эйнштейна.
  12. Теорема об ортогонализации.
  13. Разложение функций одного переменного в ряд Фурье.
  14. Теорема Римана о коэффициентах Фурье.
  15. Интегральная формула для частичной суммы ряда Фурье.
  16. Теорема Вейрштрасса о тригонометрической аппроксимации.
  17. Интегральная формула Валле-Пуссена.
  18. Константы Лебега.
  19. Двойные ряды Фурье для функций двух переменных.
  20. Решение краевых задач с помощью рядов Фурье.

### Методические указания

Организуя свою учебную работу, студенты должны:

*Во-первых*, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д.

*Во-вторых*, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также с методическими материалами на бумажных и/или электронных носителях, выпущенных кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий.

1. *Работа с учебными пособиями.* Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

2. *Самостоятельное изучение тем.* Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, написание рефератов, выступление с докладом, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к экзамену.

3. *Подготовка к практическим занятиям.* При подготовке к практиче-

ским занятиям студентам рекомендуется следовать методическим рекомендациям по работе с учебными пособиями, приведенным выше.

4. *Подготовка к экзамену.* При подготовке к экзамену студенты должны использовать как самостоятельно подготовленные конспекты, так и материалы, полученные в ходе лекций.

## VII. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория: <b>15</b> (170002 Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Интерактивная система Smart Board 660iv со встроенным проектором. Меловая доска, комплект учебной мебели.	Google Chrome – бесплатно Microsoft Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 г. Microsoft Windows 10 Enterprise Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017; Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.
Учебная аудитория: <b>225</b> (170002 Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Интерактивная система Smart Board 660iv со встроенным проектором. Меловая доска, комплект учебной мебели.	MS Office 365 pro plus – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017; MS Windows 10 Enterprise – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017; Google Chrome – бесплатное ПО

## VIII. Перечень обновлений рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.			
2.			