

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
ТАДЖИКИСТАН  
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКО-ТАДЖИКСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ»**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Классическая дифференциальная геометрия»**  
Направление подготовки - 01.04.01 «Математика»  
Программа магистратуры – «Фундаментальная математика»  
Форма подготовки - очная  
Уровень подготовки - магистратура

**Душанбе – 2023**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 12 от 10.01.2018 г.

При разработке рабочей программы учитываются

- требования работодателей;
- содержание программ дисциплин, изучаемых на предыдущих и последующих этапах обучения;
- новейшие достижения в данной предметной области.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математики и физики, протокол № 1 от «28» августа 2023 г.

Рабочая программа утверждена УМС естественнонаучного факультета, протокол № 1 от «28» августа 2023 г.

Рабочая программа утверждена Ученым советом естественнонаучного факультета, протокол № 1 от «29» августа 2023 г.

Заведующий кафедрой к.ф-м.н., доцент

Гаибов Д.С.

Зам. председателя УМС факультета

Абдулхаева И.Р.

Разработчик: к.ф-м.н., доцент

Гаибов Д.С.

Разработчик от организации:

Каримов О.Х

## Расписание занятий дисциплины

Ф.И.О. преподавателя	Аудиторные занятия		Приём СРС	Место работы преподавателя
	лекция	Практические занятия (КСР, лаб.)		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование и развитие у обучающихся компетенций в области современной дифференциальной геометрии. Дисциплина направлена на изучение базовых понятий дифференциальной геометрии, структуры гладких многообразий и математического аппарата общей теории относительности.

### 1.2. Задачи изучения дисциплины

Задачи, решение которых обеспечивает достижение цели:

- 1) усвоение основных понятий теории многообразий, тензорного анализа, римановой геометрии;
- 2) обобщение и систематизация знаний, полученных при изучении классического курса дифференциальной геометрии;
- 3) овладение навыками, необходимыми для решения задач математического моделирования в теории гравитации.

### 1.3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Классическая дифференциальная геометрия» направлен на формирование следующих профессиональных компетенций, необходимых для осуществления профессиональной деятельности:

Табл. 1

код	Содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Вид оценочного средства
ПК-2	Способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных	ИПК-2.1. Знает существо поставленной научно-исследовательской (научно-производственной) проблемы перед коллективом; методы и приемы решения научно-исследовательской (научно-производственной) проблемы; основы педагогики и психологии; современные проблемы педагогики и психологии	Устный опрос, решение задач
		ИПК-2.2. Умеет создать научный коллектив,	Тесты

	нных работ, управлению научным коллективом	способный справиться с поставленной задачей; строить деловые отношения с работниками; организовать научно-исследовательские и научно-производственные работы.	открытого типа
		ИПК-2.3. Владеет в полном объеме информацией о состоянии дел в каждом подразделении научного учреждения.	Тесты закрытого типа

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Классическая дифференциальная геометрия» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) Б1.В.03.

Взаимосвязь с другими дисциплинами учебного плана представлена в таблице 2:

Табл. 2

№	Название дисциплины	Семестр	Место дисциплины в структуре ОПОП
1.	Специальный курс дифференциальных уравнений	3	Б1.В.ДВ.01.01
2.	Применение дифференциальных в решении уравнений инженерно-технических задач	3	Б1.В.ДВ.02.02

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины** «Классическая дифференциальная геометрия» составляет 6 зачётных единицы, всего 216 часов, из которых: лекции – 20 часов, практические занятия – 36 часов, ИКР – 50 часов, самостоятельная работа – 110 часов, всего часов аудиторной нагрузки – 106 часов, в том числе в интерактивной форме – 22 часов, в форме практической подготовки – 8 часов. Зачет – 2 семестр.

### 3.1. Структура и содержание теоретической части курса

**Тема 1.** Плоские кривые – 2 часа.

Плоские кривые. Способы задания плоских кривых. Касание плоских кривых. Огибающие. Кривизна плоской кривой. Формулы Френе для плоских кривых.

**Тема 2.** Пространственные кривые – 2 часа.

Способы задания пространственных кривых. Кривизна и кручение пространственных кривых. Базис Френе (естественный трехгранник пространственной кривой). Формулы Френе для пространственной кривой.

**Тема 3.** Общая локальная теория кривых – 2 часа.

Кривые в  $n$ -мерном евклидовом пространстве. Базис Френе кривой общего вида. Уравнение Френе кривой общего вида.

**Тема 4.** Основная теорема локальной теории кривых – 2 часа.

Основная теорема локальной теории кривых. Теорема о последней кривизне. Кривые с постоянными кривизнами.

**Тема 5.** Дополнительные теоремы теории плоских кривых – 2 часа.

Теорема Хопфа. Теорема Жордана. Выпуклость и теорема о четырех вершинах.

**Тема 6.** Понятие поверхности – 2 часа.

Понятие поверхности. Способы задания поверхности. Регулярные поверхности. Примеры поверхностей. Касательная плоскость к поверхности. Касательное расслоение поверхности. Первая квадратичная форма поверхности как способ вычисления скалярного произведения касательных векторов поверхности.

**Тема 7.** Многообразия – 2 часа.

Понятие многообразия. Карты и атлас. Гладкая структура. Примеры гладких многообразий:  $R^n$ , гладкие поверхности в  $R^n$ , группы преобразований как многообразия,  $S^n$ ,  $RP^n$ ,  $CP^n$ . Топология гладкого многообразия. Локальная евклидовость. Нехаусдорфовы многообразия.

**Тема 8.** Элементы тензорной алгебры – 2 часа.

Векторное и сопряженное пространства. Канонический изоморфизм. Дуальные базисы. Определение тензора. Операции сложения и тензорного произведения. Тензорный базис. Замена базиса. Свёртка. Ассоциированные тензоры. Метрический тензор. Сигнатура. Скалярное произведение векторов. Поднятие и опускание индексов. Альтернирование и симметрирование тензоров. Внешние формы. Операции сложения и внешнего умножения. Базис в  $\Lambda^m$ . Ориентация линейного пространства. Форма объёма. Оператор Ходжа. Векторное произведение.

**Тема 9.** Тензорные поля на многообразиях – 2 часа.

Различные определения касательного вектора. Касательное пространство к многообразию в точке. Погружение, вложение, подмногообразие. Слабая и сильная теоремы Уитни. Гладкие векторные и тензорные поля. Дифференциал функции как поле 1-формы. Канонические базисы. Интегральные кривые и поток векторного поля. Скобка Ли и производная Ли. Геометрическая интерпретация скобки Ли. Аффинная

связность. Формы связности и символы Кристоффеля. Формулы для вычисления ковариантной производной. Параллельный перенос. Геодезические линии. Уравнения геодезических. Кривизна и кручение. Геометрическая интерпретация. Тензор Римана. Уравнения структуры Картана. Циклическое тождество и тождества Бианки. Тензор Риччи. Скалярная кривизна.

**Тема 10.** Риманова геометрия – 2 часа.

Метрика. Риманово (псевдориманово) многообразие. Индуцированная метрика. Метрика на сфере и псевдосфере. Геометрия Лобачевского. Изометрия. Группы движений евклидовой и псевдоевклидовой плоскости. Преобразования Лоренца. Основные понятия специальной теории относительности. Метрическая связность. Однозначность определения. Сохранение скалярного произведения при параллельном переносе. Экстремальные свойства геодезических. Геодезические на плоскости, сфере псевдосфере. Свойства симметрии и антисимметрии тензоров Римана и Риччи. Кривизна как источник гравитации пространства-времени. Уравнения Эйнштейна. Решение Шварцшильда.

### **3.2. Структура и содержание практической части курса**

**Занятие 1.** Плоские кривые. – 2 часа.

**Занятие 2.** Способы задания пространственных кривых – 2 часа.

**Занятие 3.** Кривые в  $n$ -мерном евклидовом пространстве – 2 часа.

**Занятие 4.** Основная теорема локальной теории кривых – 2 часа.

**Занятие 5.** Теорема Хопфа – 2 часа.

**Занятие 6.** Понятие поверхности – 2 часа.

**Занятие 7.** Способы задания поверхности – 2 часа.

**Занятие 8.** Понятие многообразия – 2 часа.

**Занятие 9.** Карты и атлас – 2 часа.

**Занятие 10.** Векторное и сопряженное пространства – 2 часа.

**Занятие 11.** Канонический изоморфизм – 2 часа.

**Занятие 12.** Дуальные базисы – 2 часа.

**Занятие 13.** Различные определения касательного вектора – 2 часа.

**Занятие 14.** Касательное пространство к многообразию в точке – 2 часа.

**Занятие 15.** Погружение, вложение, подмногообразие – 2 часа.

**Занятие 16.** Метрика – 2 часа.

**Занятие 17.** Риманово (псевдориманово) многообразие – 2 часа.

**Занятие 18.** Индуцированная метрика – 2 часа.

### 3.3. Структура и содержание ИКР

Табл. 3

№ п/п	Объем иной контактной работы в часах	Тема ИКР	Форма и вид ИКР
1.	2	Касание плоских кривых	Устный опрос, Решение задач
2.	2	Огибающие	Устный опрос, Решение задач
3.	3	Базис Френе (естественный трехгранник пространственной кривой)	Устный опрос, Решение задач
4.	2	Формулы Френе для пространственной кривой	Устный опрос, Решение задач
5.	2	Уравнение Френе кривой общего вида	Устный опрос, Решение задач
6.	2	Формулы Сохоцкого	Устный опрос, Решение задач
7.	2	Кривые с постоянными кривизнами	Устный опрос, Решение задач
8.	2	Примеры поверхностей	Устный опрос, Решение задач
9.	2	Касательная плоскость к поверхности	Устный опрос, Решение задач
10.	2	Гладкая структура	Устный опрос, Решение задач
11.	3	Примеры гладких многообразий: $R^n$ , гладкие поверхности в $R^n$ , группы преобразований как многообразия, $S^n$ , $RP^n$ , $CP^n$	Устный опрос, Решение задач
12.	2	Определение тензора	Устный опрос, Решение задач
	<b>Итого: 50</b>		

### Структура и содержание теоретической, практической части курса, ИКР и СРС

Табл. 4

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу магистрантов и трудоемкость (в часах)					Литература
		Лек.	Пр.	Лаб.	ИКР	СРС	
1.	<b>Тема 1. Плоские кривые</b>	2			3	8	1-5
	<b>Занятие 1. Плоские кривые.</b>		2				1-5
2.	<b>Тема 2. Пространственные кривые</b>	2			3	8	1-5
	<b>Занятие 2. Способы задания пространственных кривых</b>		2				1-5

3.	<b>Тема 3.</b> Общая локальная теория кривых	2			4	8	1-5
	<b>Занятие 3.</b> Кривые в n-мерном евклидовом пространстве		2				1-5
4.	<b>Тема 4.</b> Основная теорема локальной теории кривых	2			3	8	1-5
	<b>Занятие 4.</b> Основная теорема локальной теории кривых		2				1-5
5.	<b>Тема 5.</b> Дополнительные теоремы теории плоских кривых	2			4	8	1-5
	<b>Занятие 5.</b> Теорема Хопфа		2				1-5
6.	<b>Тема 6.</b> Понятие поверхности	2			3	8	1-5
	<b>Занятие 6.</b> Понятие поверхности		2				1-5
7.	<b>Тема 7.</b> Многообразия	2			4	8	1-5
	<b>Занятие 7.</b> Способы задания поверхности		2				
8.	<b>Тема 8.</b> Элементы тензорной алгебры	2			4	8	1-5
	<b>Занятие 8.</b> Понятие многообразия		2				1-5
9.	<b>Тема 9.</b> Тензорные поля на многообразиях	2			3	8	1-5
	<b>Занятие 9.</b> Карты и атлас		2				
10.	<b>Тема 10.</b> Риманова геометрия	2			4	7	1-5
	<b>Занятие 10.</b> Векторное и сопряженное пространства		2				1-5
11.	<b>Занятие 11.</b> Канонический изоморфизм		2		4	8	1-5
	<b>Занятие 12.</b> Дуальные базисы		2				1-5
12.	<b>Занятие 13.</b> Различные определения касательного вектора		2		3	7	1-5
	<b>Занятие 14.</b> Касательное пространство к многообразию в точке		2				1-5
13.	<b>Занятие 15.</b> Погружение, вложение, подмногообразие		2		4	8	1-5
	<b>Занятие 16.</b> Метрика		2				
14.	<b>Занятие 17.</b> Риманово (псевдориманово) многообразие		2		4	8	1-5
	<b>Занятие 18.</b> Индуцированная метрика		2				1-5
	ИТОГО: лек-20 прак-36 ИКР-50 СРС-110						

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Классическая дифференциальная геометрия» включает в себя:

1. план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе нормы времени на выполнение по каждому заданию;
2. характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
3. требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
4. критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### 4.1. План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

Табл. 5.

№ п/п	Объем самостоятельной работы в часах	Тема самостоятельной работы	Форма и вид самостоятельной работы	Форма контроля
1.	8	Формулы Френе для пространственной кривой	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
2.	8	Выпуклость и теорема о четырех вершинах	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
3.	8	Касательная плоскость к поверхности	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
4.	7	Касательное расслоение поверхности	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
5.	8	Первая квадратичная форма поверхности как способ вычисления скалярного произведения касательных векторов поверхности	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
6.	8	Топология гладкого многообразия	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
7.	8	Локальная евклидовость	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
8.	7	Нехаусдорфовы	Вопросы по теме	Устный

		многообразия	Задачи	опрос, Решение задач
9.	8	Тензорный базис	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
10.	8	Замена базиса	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
11.	8	Свёртка	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
12.	8	Ассоциированные тензоры	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
13.	8	Метрический тензор	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
14.	8	Сигнатура	Вопросы по теме Задачи	Устный опрос, Решение задач
	<b>Итого: 110</b>			

#### **4.2. Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Представленные темы для самостоятельной работы магистров охватывают основные разделы курса «Классическая дифференциальная геометрия» и предназначены для освоения теоретического и практического материала по данному курсу. Выполнения указанных самостоятельных работ будет способствовать в повышении математической культуры обучающихся, которое выражается в логическом мышлении и принятии рационального решения в задачах профессиональной деятельности.

Для выполнения самостоятельных работ следует, предварительно, повторить теоретический материал по соответствующей теме. Затем, ознакомиться с методическими пособиями (некоторые из них приведены в списке литературы данной рабочей программы), посвященных в подробном решении задач, а потом приступить к выполнению самостоятельной работы.

### **4.3. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Самостоятельная работа приводится в письменной форме в отдельной тетради в клеточку для самостоятельных работ. На титульном листе указывается название изучаемой дисциплины, ФИО магистра, курс и направление обучения. Все решения задач для самостоятельной работы должны быть аккуратно и подробно расписаны. В задачах, где необходимо геометрические иллюстрации обязательно выполняется чертеж. Рисунки необходимо рисовать с использованием карандаша. При этом не допускается зачеркивание или замазывание содержания самостоятельной работы в случае ошибок. Выполненные самостоятельные работы сдаются на проверку преподавателю в строго оговоренные преподавателям сроки. В противном случае преподаватель в праве не принять выполненную самостоятельную работу. Если после проверки самостоятельной работы преподавателем замечены ошибки и неточности, то тетрадь возвращает магистранту для исправления замечаний. Срок для исправления замечаний также оговаривается преподавателем.

Самостоятельная работа, выполненная со всеми указанными выше требованиями, будет считаться принятой, и со стороны преподавателя, в конце выполненной работы, фиксируется дата принятия и подпись.

В случае переполнения тетради для самостоятельной работы она сдается преподавателю для хранения на кафедре и заводится новая тетрадь. Тетради по самостоятельной работе в конце изучения курса сдаются преподавателю для хранения на кафедре.

### **4.4. Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

1. Критериями для оценки самостоятельной работы могут служить:

- точность ответа на поставленный вопрос;
- формулировка целей и задач работы;
- раскрытие (определение) рассматриваемого понятия (определения, проблемы, термина);
- четкость структуры работы;
- самостоятельность, логичность изложения;
- наличие выводов, сделанных самостоятельно.

**Отметка «5».** Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Магистранты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.

**Отметка «4».** Практическая или самостоятельная работа выполняется магистрантами в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана

при характеристике отдельных территорий или стран и т.д.). Магистранты используют указанные преподавателем источники знаний, включая страницы атласа, таблицы из приложения к учебнику, страницы из статистических сборников. Работа показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежности в оформлении результатов работы.

**Отметка «3».** Практическая работа выполняется и оформляется магистрантами при помощи преподавателя или хорошо подготовленными и уже выполнившими на «отлично» данную работу магистрантами. На выполнение работы затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Учащиеся показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе.

**Отметка «2»** выставляется в том случае, когда магистранты не подготовлены к выполнению этой работы. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных магистрантов неэффективны по причине плохой подготовки.

## **5. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература:**

1. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 2 в 2 книгах. Книга 1 : учебник для вузов / Л. Д. Кудрявцев. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 396 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02792-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537699>
2. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 2 в 2 книгах. Книга 2 : учебник для вузов / Л. Д. Кудрявцев. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10723-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537700>
3. Кытманов, А. М. Математический анализ : учебник для вузов / А. М. Кытманов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 607 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19160-8. — Текст : электронный //

- Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/556072>
4. Введение в топологию:[учеб. пособие для вузов по спец. "Математика" / Ю.Г.Борисович, Н.М.Близняков, Я.А.Израилевич, Т.Н.Фоменко]. - М. : Высш. школа, 1980. - 295 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 283-287. - Указ. имен., предм.: с. 288-292 . - 0-75.
  5. Мищенко, Александр Сергеевич. Курс дифференциальной геометрии и топологии : [для мех.-мат. спец. ун-тов] / Мищенко, Александр Сергеевич, А. Т. Фоменко. - М. : Факториал-пресс, 2000, 1980 (Изд-во МГУ). - 432 с. : ил. ; 22 см. - 1-30.
  6. Погорелов, Алексей Васильевич. Дифференциальная геометрия : [учебник для студентов матем. спец. ун-тов и пед. ин-тов ] / Погорелов, Алексей Васильевич. - Изд. 6-е, стереотип. - М. : Наука, 1974, 1969. - 176 с. ; 19 см. + с черт. - 0-28.
  7. Сборник задач по дифференциальной геометрии: По спец. "математика" / под ред. А.С.Феденко;[И.В.Белько. В.И.Ведерников, В.Т.Воднеев и др.]. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1979. - 272 с. : ил. ; 21 см. - Предм. указ.: с.266-272. - 0-65.
  8. Манфредо П. до Кармо Дифференциальная геометрия кривых и поверхностей [Электронный ресурс]/ Манфредо П. до Кармо— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013.— 608 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28887.html>.— ЭБС «IPRbooks» (25.05.2018).

#### **Дополнительная литература:**

1. Дубровин, Борис Анатольевич. Современная геометрия : Методы и приложения. Т. 1 : Геометрия поверхностей, групп преобразований и полей / Дубровин, Борис Анатольевич ; С.П.Новиков, А.Т.Фоменко. - 5-е изд., испр. - М. : Эдиториал УРСС: Добросвет, 2001. - 334 с. - ISBN 5-8360-0160-X : 0-0.
2. Дубровин, Борис Анатольевич. Современная геометрия : Методы и приложения. Т. 2 : Геометрия и топология многообразий / Дубровин, Борис Анатольевич ; С.П.Новиков, А.Т.Фоменко . - 5-е изд., испр. - М. : Эдиториал УРСС: Добросвет, 2001. - 293 с. - ISBN 5-8360-0161-8 : 0-0.
3. Дубровин, Борис Анатольевич. Современная геометрия : Методы и приложения. Т. 3 : Теория гомологий / Дубровин, Борис Анатольевич ; С.П.Новиков, А.Т.Фоменко. - Изд. 2-е, испр. - М. : Эдиториал УРСС: Добросвет, 2001. - 286 с. - ISBN 5-8360-0162-6 : 0-0.

4. Игнаточкина Л.А. Топология для бакалавров математики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Игнаточкина Л.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Прометей, 2016.— 88 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58207.html>.— ЭБС «IPRbooks» (25.05.2018)

### **1. Интернет-ресурсы:**

1. <https://urait.ru>
2. <http://math4school.ru>
3. <http://webmath.ru>.
4. <http://www-formula.ru/index.php>

### **Электронно-библиотечные системы**

1. ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа <https://e.lanbook.com/>;
2. ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа <https://biblio-online.ru/>.

### **Перечень лицензионного программного обеспечения**

1. Windows Server 2019

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. В течение недели выбрать время для работы с литературой по высшей и элементарной математике.

2. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и теоремы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи. Если это не дало результатов, и Вы сделали задачу «по образцу» аудиторной задачи, или из методического пособия, нужно после решения такой задачи обдумать ход решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

Рекомендуется использовать текст лекций преподавателя (если он имеется), пользоваться рекомендациями по изучению дисциплины; использовать литературу, рекомендуемую составителями данной рабочей программы; использовать вопросы к зачету, контрольные работы.

Перед работой с научными источниками магистранту следует обратиться к основной учебной литературе – учебным пособиям и

хрестоматиям. Это позволит ему сформировать общее представление о существе интересующего вопроса.

Системный подход к изучению предмета предусматривает не только тщательное чтение специальной литературы, но и обращение к дополнительным источникам – справочникам, энциклопедиям, словарям. Эти источники – важное подспорье в самостоятельной работе магистранта (СРС и НИРС), поскольку глубокое изучение именно их позволит магистранту уверенно «распознавать», а затем самостоятельно оперировать научными категориями и понятиями, следовательно – освоить новейшую научную терминологию. Такого рода работа с литературой обеспечивает решение магистрантом поставленной перед ним задачи (подготовка к практическому занятию, выполнение самостоятельной работы и т.д.).

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

При проведении занятий по дисциплине «Математический анализ функций многих переменных» используется мультимедийное оборудование аудиторий естественнонаучного факультета № 205, 211, а также используются преподавателем наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

В Университете созданы специальные условия обучающихся с ограниченными возможностями здоровья - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, а также обеспечивается:

наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;

присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проёмов, лифтов).

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ МАГИСТРОВ**

*Форма итоговой аттестации: Зачет II семестр, который проводится в устной форме*

*Содержание текущего контроля, промежуточной аттестации, итогового контроля раскрываются в фонде оценочных средств, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС ВО.*

*ФОС по дисциплине является логическим продолжением рабочей программы учебной дисциплины. ФОС по дисциплине прилагается.*