



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

  
(подпись)

Ефремов Е.Л.

(Ф.И.О.)

« 28 » декабря 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента математики

  
(подпись)

Заболотский В.С.

(Ф.И.О.)

« 28 » декабря 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Современная геометрия: тензоры и билинейные формы  
**Направление подготовки 01.04.01 Математика**  
Математика и моделирование сложных систем  
**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3

лекции 16 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы 00 час.

в том числе с использованием МАО лек.    - / пр. 6 / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 34 час.

в том числе с использованием МАО 6 час.

самостоятельная работа 74 час.

в том числе на подготовку к экзамену    - час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 3 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 октября 2018 г. № 12.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента математики  
протокол № 6 от « 28 »    декабря    2021 г.

Директор департамента      Заболотский В.С.

Составитель                      д.ф.-м.н. Скурихин Е.Е.

Владивосток

2021

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Современная геометрия: тензоры и билинейные формы» предназначена для магистрантов 2 курса магистратуры 01.04.01 Математика, магистерской программы «Математика и моделирование сложных систем».

Дисциплина «Современная геометрия: тензоры и билинейные формы» входит в блок дисциплин по выбору части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.05), реализуется на 2 курсе, в 3 семестре, завершается зачётом. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 З.Е. (108 час.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (16 час.), практические занятия (18 час.), самостоятельная работа (74 час.).

Язык реализации – русский.

**Цель:** изучить основы теории и методы решения задач современной геометрии.

### **Задачи:**

- Получить базовые знания по основным разделам дисциплины: тензоры и билинейные формы.
- Изучить методы решения задач современной геометрии.
- Научиться пользоваться терминологией, моделями и методами решения задач современной геометрии, развить навыки научно-исследовательской работы.

Для успешного изучения дисциплины «Современная геометрия: тензоры и билинейные формы» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность видеть методологические аспекты построения математических теорий;
- применять системный подход в формализации математических задач;
- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются профессиональные компетенции.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-1 Способен к интенсивной научно-	ПК-1.1 Ставит задачи, выбирает и применяет современные методы решения научных задач по

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	исследовательской работе	тематике научных исследований, оценивает значимость получаемых результатов
		ПК-1.2 Критически анализирует и оценивает современные достижения и результаты деятельности по решению исследовательских и практических задач
		ПК-1.3 Принимает участие и выступает на научно-тематических конференциях
педагогический	ПК-3 Способен осуществлять обучение учебному предмету на основе использования предметных методик и современных образовательных технологий	ПК-3.1 Организует деятельность учащихся, направленную на освоение программы, выбирает формы, методы и средства обучения математике и моделированию, современные образовательные технологии, определяет методические закономерности их выбора
		ПК-3.2 Формулирует дидактические цели и задачи обучения математике и моделированию и реализует их в образовательном процессе, разрабатывает программно-методическое обеспечение реализации программы обучения
		ПК-3.3 Применяет различные средства, методы и образовательные технологии обучения математике и моделированию в образовательной практике, исходя из особенностей содержания учебного материала и образовательных потребностей обучаемых

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1 Ставит задачи, выбирает и применяет современные методы решения научных задач по тематике научных исследований, оценивает значимость получаемых результатов	Знает современные математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.
	Умеет применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.
	Владеет навыками использования математических моделей для решения задач в области профессиональной деятельности, правилами и стандартами оформления результатов.
ПК-1.2 Критически анализирует и оценивает современные достижения и результаты деятельности по решению исследовательских и практических задач	Знает специальные технические и программно-математические средства для решения нестандартных профессиональных задач.
	Умеет выбирать, проектировать и внедрять специальные технические и программно-математические средства решения нестандартных профессиональных задач.
	Владеет навыками выбора, проектирования и внедрения специальных технических и программно-математических средств для решения нестандартных профессиональных задач.
ПК-1.3 Принимает участие и выступает на научно-тематических конференциях	Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации
	Умеет применять методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации
	Владеет навыками содержательной интерпретации полученных результатов и методами математической обработки результатов решения

ПК-3.1 Организует деятельность учащихся, направленную на освоение программы, выбирает формы, методы и средства обучения математике и моделированию, современные образовательные технологии, определяет методические закономерности их выбора	Знает специальные технические и программно-математические средства для решения нестандартных профессиональных задач.
	Умеет выбирать, проектировать и внедрять специальные технические и программно-математические средства решения нестандартных профессиональных задач.
	Владеет навыками выбора, проектирования и внедрения специальных технических и программно-математических средств для решения нестандартных профессиональных задач.
ПК-3.2 Формулирует дидактические цели и задачи обучения математике и моделированию и реализует их в образовательном процессе, разрабатывает программно-методическое обеспечение реализации программы обучения	Знает методы теоретического исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
	Умеет выбирать, применять и внедрять методы теоретического исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
	Владеет навыками выбора, применения и внедрения методов теоретического анализа объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
ПК-3.3 Применяет различные средства, методы и образовательные технологии обучения математике и моделированию в образовательной практике, исходя из особенностей содержания учебного материала и образовательных потребностей обучаемых	Знает основные математические модели, математические методы и алгоритмы интерпретации вычислительного эксперимента на основе его математической модели.
	Умеет строить новые математические модели и интерпретировать данные анализа современных математических моделей.
	Владеет навыками применения алгоритмов интерпретации вычислительного эксперимента.

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 академических часов). Форма обучения – очная.

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

## Структура дисциплины:

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	Лаб	СР	Контроль	
1	Тема 1. Фундаментальная группа	3	3	3		12		УО-1, ПР-1
2	Тема 2. Накрытия	3	3	3		12		УО-1, ПР-1
3	Тема 3. Гомотопические группы	3	3	4		16		УО-1, ПР-1
4	Тема 4. Гомологии и когомологии	3	3	4		16		УО-1, ПР-1
5	Тема 5. Критические точки гладких функций и гомологий	3	4	4		18		УО-1, ПР-1
Итого:			16	18		74		

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Лекционные занятия (16 часов)

#### **Тема 1. Фундаментальная группа (3 часа)**

Ориентируемость и гомотопия замкнутых путей. Примеры неориентируемых многообразий. Фундаментальная группа. Зависимость от начальной точки. Гомотопические классы отображений окружности. Гомотопическая эквивалентность.

#### **Тема 2. Накрытия (3 часа)**

Определение и фундаментальные свойства накрытий. Простейшие примеры. Универсальное накрытие. Римановы поверхности. Накрытия и фундаментальная группа. Вычисление фундаментальной группы с помощью накрытий. Простейшая гомологическая группа.

#### **Тема 3. Гомотопические группы (3 часа)**

Абсолютные и относительные гомотопические группы. Точная последовательность пары. Накрывающая гомотопия. Пространство петель. Понятие расслоения. Точная последовательность расслоения. Зависимость от начальной точки. Группы Ли. Гомотопические группы сфер. Оснащённые многообразия. Инвариант Хопфа.

#### **Тема 4. Гомологии и когомологии (3 часа)**

Симплициальные комплексы. Их гомологии и когомологии. Операция приклейки клетки к топологическому пространству. Клеточные пространства.

Теорема о приведении клеточных пространств. Гомологии и фундаментальная группа поверхностей. Сингулярные гомологии и когомологии. Сингулярные гомологии клеточных комплексов.

### **Тема 5. Критические точки гладких функций и гомологий (4 часа)**

Функция Морса и клеточные комплексы. Неравенства Морса. Правильная функция Морса-Смейла. Ручки. Поверхности. Двойственность Пуанкаре. Критические точки гладких функций. Критические многообразия и неравенства Морса. Пространства путей. Периодическая задача вариационного исчисления. Функции Морса.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Практические занятия (18 часов)**

**Занятия 1-2.** Фундаментальная группа (3 часа).

**Занятия 2-3.** Накрытия (3 часа).

**Занятия 4-5.** Гомотопические группы (4 часа).

**Занятия 6-7.** Гомологии и когомологии (4 часа).

**Занятия 8-9.** Критические точки гладких функций и гомологий (4 часа).

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	В течение семестра	Подготовка к лекционным и практическим занятиям,	17 часов	Собеседование

		изучение литературы		
2	4-15 неделя семестра	Индивидуальные домашние задания	23 часа	Собеседование, письменное задание
3	16-18 неделя семестра	Подготовка к зачёту	34 часа	Зачёт
Итого:			74 часа	

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

*Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратить внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

*Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при написании эссе рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь



требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства – наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Фундаментальная группа	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-3.3	знает	- летучий устный или письменный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу	- вопросы к зачёту по теме «Фундаментальная группа» (вопросы к зачёту 1-6)
			умеет	- задания на практических занятиях, теоретический диктант	- задача на зачёте по теме «Фундаментальная группа»
			владеет	- индивидуальное домашнее задание	- дополнительные задания на зачёте
2	Накрытия	ПК-1.1 ПК-3.2 ПК-3.3	знает	- летучий устный или письменный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу	- вопросы к зачёту по теме «Накрытия» (вопросы к зачёту 7-13)
			умеет	- задания на практических занятиях, теоретический диктант	- задача на зачёте по теме «Накрытия»
			владеет	- индивидуальное домашнее задание	- дополнительные задания на зачёте
3	Гомотопические группы	ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1	знает	- летучий устный или письменный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу	- вопросы к зачёту по теме «Гомотопические группы» (вопросы к зачёту 14-24)
			умеет	- задания на практических занятиях, теоретический диктант	- задача на зачёте по теме «Гомотопические группы»
			владеет	- индивидуальное домашнее задание	- дополнительные задания на зачёте
4	Гомологии и когомологии	ПК-1.3 ПК-3.2	знает	- летучий устный или письменный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу	- вопросы к зачёту по теме «Гомологии и когомологии» (вопросы к зачёту 25-32)
			умеет	- задания на	- задача на зачёте по

				практических занятиях, теоретический диктант	теме «Гомологии и когомологии»
			владеет	- индивидуальное домашнее задание	- дополнительные задания на зачёте
5	Критические точки гладких функций и гомологий	ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2	знает	- летучий устный или письменный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу	- вопросы к зачёту по теме «Критические точки гладких функций и гомологий» (вопросы к зачёту 33-40)
			умеет	- задания на практических занятиях, теоретический диктант	- задача на зачёте по теме «Критические точки гладких функций и гомологий»
			владеет	- индивидуальное домашнее задание	- дополнительные задания на зачёте

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

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

### **Основная литература**

1. Кузовлев В.П., Подаева Н.Г. Курс геометрии: элементы топологии, дифференциальная геометрия, основания геометрии, Москва. Физматлит., 2012.

<https://e.lanbook.com/reader/book/59618/#2>

2. Аналитическая геометрия и линейная алгебра : учебное пособие для вузов / О. А. Старикова ; Северо-Восточный государственный университет. - Магадан : Изд-во Северо-Восточного университета, 2019, 171 с.

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:880753&theme=FEFU>

## Дополнительная литература

1. Бюшгенс С.С. Дифференциальная геометрия. Москва: УРСС, 2006.
2. Б.А. Дубровин, С.П. Новиков, А.Т. Фоменко. Современная геометрия. М: Наука, 1979.
3. Б.А. Дубровин, С.П. Новиков. Элементы дифференциальной геометрии и топологии. М.: Наука, 1987.
4. Мищенко А. Краткий курс дифференциальной геометрии и топологии. Москва. Физматлит., 2004.
5. А.С. Мищенко, А.Т. Фоменко. Курс дифференциальной геометрии и топологии. М.: Изд-во МГУ, 1980.
6. Тайманов И.А. Лекции по дифференциальной геометрии. Ижевск, РХД, 2006.
7. Ф. Энгелькинг. Общая топология. М. 1986.
8. Мищенко А., Соловьев Ю., Фоменко А. Сборник задач по дифференциальной геометрии и топологии. Москва: изд-во Физ.-мат. литература, 2004.
9. Н.И. Кованцов. Дифференциальная геометрия, топология, тензорный анализ. Сборник задач. Киев: Высшая школа, 1982.
10. Абрамов А. Введение в тензорный анализ и риманову геометрию. М.: Изд-во Физ.-мат. литература, 2004.
11. А.В. Архангельский, В.И. Пономарев. Основы общей топологии в задачах и упражнениях. М.: Наука, 1974.
12. Э.Г. Позняк, Е.В. Шикин. Дифференциальная геометрия. МГУ, 1990.
13. Прасолов В.В. Геометрия Лобачевского. 3-е изд. Москва, МЦНМО, 2004.
14. Рашевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ. Изд. 4, Москва: УРСС, 2003.
15. В.В. Федорчук, В.В. Филиппов. Общая топология. МГУ, 1988

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <https://znanium.com/catalog/product/414063> Ефимов, Н. В. Квадратичные формы и матрицы / Н.В. Ефимов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 168 с

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Общероссийский математический портал Math-Net.Ru <http://www.mathnet.ru>
4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
5. Электронная библиотека Европейского математического общества <https://www.emis.de/>
6. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

*Практические занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

На изучение дисциплины отводится 34 часа аудиторных занятий. На лекциях преподаватель объясняет теоретический материал. Вводит основные понятия, определения, свойства. Формулирует и доказывает теоремы. Приводит примеры. Необходимо поддерживать непрерывный контакт с аудиторией, отвечать на возникающие у студентов вопросы. На практических занятиях преподаватель разбирает примеры по пройденной теме. Во второй части занятия студентам предлагается работать самостоятельно, выполняя задания по теме. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если знаний, полученных в аудитории, оказалось недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочитать лекцию. После выполнения задания студент отправляет его на проверку преподавателю. Работа должна быть отослана в формате PDF одним документом.

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

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

## Материально-техническое и программное 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
D820 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (36 п.м.)	Мультимедийное оборудование: Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см Документ-камера Avervision CP355AF ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA Мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718.	
D732 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (45 п.м.)	Мультимедийное оборудование: Экран проекционный Projecta Elpro Large Electron, 300x173 см, размер рабочей области 290x163 Документ-камера Avervision CP 355 AF Мультимедийный проектор, Mitsubishi FD630U, 4000 ANSI Lumen, 1920x1080 Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718 ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA.	

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Для дисциплины «Современная геометрия: тензоры и билинейные формы» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)
2. Презентация / сообщение (УО-3)

Письменные работы:

1. Тест (ПР-1)
2. Контрольная работа (ПР-7)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Презентация / сообщение (УО-3) – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

### **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Тест (ПР-1) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Контрольная работа (ПР-7) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.



## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Современная геометрия: тензоры и билинейные формы» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачёт (3-й, осенний семестр). Зачёт по дисциплине включает ответы на 2 вопроса.

### **Методические указания по сдаче зачёта**

Зачёт принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению директора департамента (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Института по учебной и воспитательной работе, директор департамента имеет право принять зачёт в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения зачёта (устная, письменная и др.) утверждается на заседании департамента по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения зачёта студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачёт, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачёте, должно составлять не более 30 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачёте посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Института, руководителя ОПОП или директора департамента) не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются на зачёт с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено», которая вносится в экзаменационную ведомость. При неявке студента на зачёт в ведомости делается запись «не явился».

### Вопросы к зачёту

1. Ориентируемость и гомотопия замкнутых путей.
2. Примеры неориентируемых многообразий.
3. Фундаментальная группа.
4. Зависимость от начальной точки.
5. Гомотопические классы отображений окружности.
6. Гомотопическая эквивалентность.
7. Определение и фундаментальные свойства накрытий.
8. Простейшие примеры накрытий.
9. Универсальное накрытие.
10. Римановы поверхности.
11. Накрытия и фундаментальная группа.
12. Вычисление фундаментальной группы с помощью накрытий.
13. Простейшая гомологическая группа.
14. Абсолютные и относительные гомотопические группы.
15. Точная последовательность пары.
16. Накрывающая гомотопия.
17. Пространство петель.
18. Понятие расслоения.
19. Точная последовательность расслоения.
20. Зависимость от начальной точки.
21. Группы Ли.
22. Гомотопические группы сфер.
23. Оснащённые многообразия.
24. Инвариант Хопфа.
25. Симплициальные комплексы.
26. Их гомологии и когомологии.
27. Операция приклейки клетки к топологическому пространству.
28. Клеточные пространства.
29. Теорема о приведении клеточных пространств.
30. Гомологии и фундаментальная группа поверхностей.
31. Сингулярные гомологии и когомологии.
32. Сингулярные гомологии клеточных комплексов.
33. Функция Морса и клеточные комплексы.

34. Неравенства Морса. Правильная функция Морса-Смейла.
35. Ручки. Поверхности.
36. Двойственность Пуанкаре.
37. Критические точки гладких функций.
38. Критические многообразия и неравенства Морса.
39. Пространства путей.
40. Периодическая задача вариационного исчисления.

### **Критерии выставления оценки студенту на зачёте**

К зачёту допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

<b>Оценка</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
<b>«зачтено»</b>	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
<b>«не зачтено»</b>	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, презентации, эссе, лабораторных работ, контрольно-расчетных работ, творческого задания) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.