

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.2.1	Дифференциальная геометрия

Код направления подготовки	01.03.04
Направление подготовки	Прикладная математика
Наименование ОПОП (профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
Год начала подготовки	2013-2014
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	очная

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	подпись	ФИО
Доцент кафедры Высшей математики	Кандидат физ.-мат. наук, доцент		Петелина Вера Динэровна

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Высшей математики:

должность	подпись		ученая степень и звание, ФИО	
Зав. кафедрой Высшей математики			Доктор тех. наук, профессор, Фриштер Людмила Юрьевна	
год обновления	2014	2015	2016	
Номер протокола		№1		
Дата заседания кафедры		31.08.2015		

Рабочая программа утверждена и согласована:

Подразделение / комиссия	Должность	ФИО	подпись	Дата
Методическая комиссия	председатель	Широкова О.Л.		
НТБ	директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП	начальник	Беспалов А.Е.		

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Дифференциальная геометрия» является приобретение и использование методов этого предмета для применения в расчетах строительных конструкций типа оболочек-поверхностей и криволинейных стержней, подвесок и т.п. С одной стороны, имитация дифференциальной геометрией свойств и форм реальных конструкций, их прочностных характеристик (через кривизны) подтверждается практикой и, следовательно, является правильным отображением действительности. С другой стороны, изучение предмета ведет к созданию дифференциально-геометрической логики, что дает возможность подвести к прочностному расчету новые конструкции, например, в виде оболочек.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат	ПК-9	Знает базовые понятия и теоремы дифференциальной геометрии.	31
		Умеет формализовать в терминах дисциплины задачи как геометрического, так и аналитического характера.	У1
готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов	ПК-10	Знает основные модели дифференциальной геометрии, а также область их практического применения.	32
способностью к самоорганизации и самообразованию	ОК-7	Имеет навыки самостоятельной работы по разделу дифференциальная геометрия	Н3

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дифференциальная геометрия» относится к вариативной части математического, естественнонаучного и общетехнического цикла и является дисциплиной по выбору студента.

Дисциплина «Дифференциальная геометрия» базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами в ходе изучения дисциплин: линейная алгебра и аналитическая геометрия, математический анализ, дифференциальные уравнения.

Требования к входным знаниям, умениям и владениям студента

Для освоения курса «Дифференциальная геометрия» студент должен:

- знать:
основные понятия векторной алгебры, аналитической геометрии, линейной алгебры и математического анализа
- уметь:
применять теоретические знания к исследованию и решению практических задач, выбирая соответствующие математические модели
- владеть:
методами решения задач в областях векторной и линейной алгебры, математического анализа (в том числе методами решения дифференциальных уравнений и систем).

Дисциплина «Дифференциальная геометрия» является предшествующей по отношению к дисциплинам профессионального цикла: «Прикладные задачи информатики», «Компьютерной графики».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов.
(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися				КСР		
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
			Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР					
1	Введение. Вектор - функции и математические операции над ними. Кривые на плоскости, их локальные особенности. Касание кривых, кривизна кривой. Семейства кривых. Огибающая.	5	1-	4		10		4	9	Устный опрос
2	Кривые в пространстве. Формулы Френе, трехгранник Френе. Кривизна и кручение кривой. Плоские кривые в пространстве. Эволюта и	5	5-8	4		6		4	9	Устный опрос

	эвольвента.									
3	Теория поверхностей: Криволинейные координаты на поверхности и инвариантные построения. Первая квадратическая форма поверхности и внутренняя геометрия. Сети линий на поверхности. Огибающая семейства поверхностей	5	9-11	3		6		4	9	Устный опрос
4	Искривление поверхности. Вторая квадратическая форма поверхности. Кривизны поверхности. Линии кривизны и асимптотические линии на поверхности. Классификация точек поверхности.	5	12-15	4		8		4	5	КР (15 неделя)
5	Геодезическая кривизна и геодезические линии на поверхности. Специальные виды поверхностей, применяемые в строительстве	5	16-18	3		6		2	4	Устный опрос
	<i>Итого:</i>	5	18	18		36		18	36	Зачет с оценкой
6	Линейное векторное пространство. Преобразование ортонормированных базисов. Контрвариантные и ковариантные координаты вектора. Понятие тензора.	6	1-4	4		8		2	13	Устный опрос
7	Тензорная алгебра. Тензоры в трехмерном евклидовом пространстве. Ранги или валентности тензоров. Кососимметрические и симметрические тензоры. Получение инвариантов. Разложение тензора	6	5-8	4		8		3	13	Устный опрос
8	Основные положения тензорного анализа. Тензорное поле и его дифференцирование. Бесконечно малая деформация непрерывной среды. Тензоры напряжений и деформаций. Поток векторного поля через поверхность.	6	9-12	4		8		2	13	РГР (12 неделя)

9	Тензоры в римановом пространстве. Многообразия. Метрический тензор и операции с ним. Ковариантные дифференцированные поля. Операции над индексами. Геодезические линии. Понятие о пространстве аффинной связности. Тензор кривизны. Тензор кручения.	6	13-16	4		8		2	12	Устный опрос
	<i>Итого:</i>	6	16	16		32		9	51	Зачет
	Итого:	5,6	34	34		68		27	87	Зачет с оценкой, зачет

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

5.1. Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Кривые на плоскости и их геометрия.	1.1. Исторические сведения, касающиеся создания дифференциальной геометрии. Основные понятия, связанные с вектор-функцией на плоскости. Математические операции над вектор-функциями. Разложение вектор-функции в ряд Тейлора. Понятие простого куска кривой в дифференциальной геометрии. Различные виды задания кривой на плоскости и методы ее исследования. Строение кривой в окрестности ее особой точки. Классификация особых точек. 1.2. Дифференциал длины дуги кривой, касательная и нормаль к кривой в точке. Инварианты. Порядок касания кривых в точке. Кривизна кривой. Соприкасающаяся окружность. Центр кривизны. Эволюта и эвольвента. Семейства кривых на плоскости. Огибающая однопараметрического семейства кривых.	4
2	Пространственные кривые, сопровождающий трехгранник Френе. Кривизна и кручение кривой, её	2.1. Евклидово пространство. Понятие пространственной кривой, ее параметрическое задание и задание при помощи вектор-функции. Дифференциал длины дуги и нормальная параметризация кривой. Натуральный параметр и переход к натуральной параметризации.	4

	инвариантные элементы.	Сопровождающий трехгранник Френе и его элементы. Формулы Френе. 2.2 Кривизна и кручение кривой в точке. Геометрическая и кинематическая интерпретация формул Френе, кривизны и кручения. Плоские кривые в Евклидовом пространстве. Соприкасающаяся окружность. Эволюты и эвольвенты. Понятие о теореме существования кривой в пространстве по наперед заданным функциям кривизны и кручения.	
3	Понятие простого куска поверхности и связанных с ним инвариантов, извлекаемых в криволинейных координатах. Первая квадратическая форма поверхности и внутренняя геометрия.	3.1. - 3.2 Понятие простого куска поверхности в пространстве. Способы задания поверхности. Задание поверхности вектор-функцией. Криволинейные координаты на поверхности, касательные векторы к координатным линиям. Инвариантные элементы, связанные с поверхностью: касательная плоскость и нормаль к ней в точке. Первая квадратическая форма поверхности, ее коэффициенты. Понятие внутренней геометрии поверхности. Сети линий на поверхности и переход от одних к другим. Примеры поверхностей и их квадратичных форм. Ортогональные сети на поверхности. Огибающие однопараметрического семейства поверхностей. Развертывающиеся поверхности. Линейчатая поверхность.	3
4	Кривизна поверхности и её вторая квадратическая форма.	4.1. Понятие кривизны поверхности в данной точке и в данном направлении. Кривизна нормального сечения. Теорема о кривых, касающегося одного и того же направления на поверхности. Нормальная кривизна кривой на поверхности. Вторая квадратическая форма поверхности и ее коэффициенты. 4.2. Главные кривизны и главные направления на поверхности. Средняя и гауссова кривизны. Линии кривизны на поверхности и формула Эйлера. Асимптотические направления и асимптотические линии на поверхности. Классификация точек поверхности.	4
5	Геодезическая кривизна линий на поверхности. Геодезические линии.	5.1.-5.2. Понятие геодезической кривизны линии, лежащей на поверхности. Понятие геодезических линий, проходящих через точку поверхности. Геодезически как прямые линии на поверхности. Вектор геодезической кривизны для них. Вычисление геодезической кривизны и уравнение геодезических линий через коэффициенты первой квадратической формы путем решения системы дифференциальных уравнений. Геодезические линии на классических поверхностях. Понятие о теореме существования поверхности в евклидовом	3

		пространстве по наперед заданным первой и второй квадратичной форме. Поверхность вращения, переноса, минимальные, развертывающиеся, линейчатые, применяемые в строительном производстве.	
6	Линейное пространство, евклидово пространство. Преобразование базисов. Понятие тензора.	6.1. Элементы линейной алгебры. Линейное пространство, его базис, размерность. Преобразования ортонормированных базисов. Контрвариантные и ковариантные координаты векторов. 6.2. Понятие о ковариантной производной вектора. Понятие тензора. Простейшие примеры тензоров. Основная задача тензорного исчисления.	4
7	Математические операции над тензорами разных порядков.	7.1. Понятие надлежащих математических операций над тензорами. Тензорная алгебра и тензоры в трехмерном евклидовом пространстве. Понятие ранга (или валентности) тензора. Исследования тензоров первого, второго, третьего, четвертого рангов. Кососимметрические и симметрические тензоры. 7.2. Получение инвариантов при помощи тензорных операций от кососимметрических тензоров. Разложение произвольного тензора на симметрическую и кососимметрическую части.	4
8	Понятие тензорного анализа, тензорной функции, тензорного поля. Математические операции.	8.1. Основные понятия тензорного анализа. Тензорная функция и ее свойства. Понятие тензорного поля. Дифференцирование тензора, дифференцирование тензорного поля. Приложения: бесконечно малая деформация непрерывной среды в точке. 8.2. Понятие тензора напряжений и тензора деформаций. Связь между этими тензорами. Поток векторного поля через поверхность. Теорема Остроградского-Гаусса в тензорном изложении. Инварианты, связанные с ней. Другие физические приложения.	4
9	Риманово пространство и метрический тензор. Математические операции с тензорами в римановом пространстве.	9.1 Понятие риманова пространства и тензора в нем. Многообразия. Определение метрического тензора и операций над ним (поднятие и опускание индексов и т.д.). Ковариантное дифференцирование тензора поля в криволинейных координатах. Дальнейшие операции с индексами. 9.2. Формулы Френе и геодезические линии в римановом пространстве. Понятие о пространствах аффинной связности. Понятие тензора кривизны и его геометрический смысл.	4

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Вектор-функции. Математические операции над ними. Кривые на плоскости. Задание. Особые точки. Касание. Кривизна. Огибающая однопараметрического семейства кривых	1.1.-1.2. Задание кривой: параметрическое, при помощи вектор-функции, неявное, в полярных координатах. Построение кривых на плоскости, их инвариантные элементы. 1.3. Особые точки кривых. Поведение кривых в окрестности особых точек. 1.4. Вычисление степени касания кривых. Кривизна кривой в точке. Эволюта и эвольвента. 1.5. Нахождение огибающей семейства кривых.	10
2	Кривые в пространстве, их задание. Примеры. Дифференциал длины дуги. Инвариантные элементы. Трехгранник Френе, формулы Френе. Кривизна и кручение кривой. Плоская кривая в пространстве.	2.1. Задание кривой. Примеры натуральной параметризации кривых. Дифференциал длины дуги и вычисление длин кривых. 2.2. Построение элементов трехгранника Френе. Использование формул Френе для вычисления кривизны кривой, вектора кривизны, кручения кривой, а также для исследования различных частных случаев. 2.3. Соотношения кривизны и кручения. Задачи, связанные с плоской кривой в пространстве. Эволюта и эвольвента.	6
3	Поверхности в пространстве. Их задание. Криволинейные координаты на поверхности. Инвариантные элементы поверхности в точке. Первая квадратическая форма. Элементы внутренней геометрии. Сети линий. Огибающие.	3.1. Поверхность второго порядка, их задание, образы. Отнесение поверхности к криволинейной системе координат. Задание поверхности при помощи вектор-функции и неявно. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Первая квадратическая форма поверхности, ее коэффициенты. 3.2. Внутренняя геометрия: вычисление длин линий на поверхности, углов между линиями, площадей кусков поверхности. 3.3. Сети линий на поверхности и технология перехода от одной сети к другой (замена криволинейных координат). Огибающая однопараметрического семейства плоскостей.	6
4	Кривизна поверхности в точке. Кривизна кривой, лежащей на поверхности. Нормальная кривизна.	4.1. Направления на поверхности. Кривые на поверхности, имеющие общую касательную. 4.2. Вектор кривизны кривой. Его проекция на нормаль. Нормальная кривизна. 4.3. Вторая квадратическая форма и	8

	<p>Вторая квадратичная форма поверхности, ее коэффициенты.</p> <p>Кривизны поверхности (главные, гауссова, средняя). Линии кривизны и асимптотические линии.</p>	<p>вычисления ее коэффициентов. Вычисления главных кривизн, средней и гауссовой кривизн на примерах, связанных с поверхностями: сферой, цилиндром, геликоидом и других.</p> <p>4.4. Нахождение линий кривизны и асимптотических линий. Примеры применения формулы Эйлера для нахождения различных типов точек.</p>	
5	<p>Геодезические линии на поверхности. Их свойства.</p> <p>Геодезические линии как элементы внутренней геометрии поверхности. Их нахождение на некоторых поверхностях.</p> <p>Специальные виды поверхностей, применяемых в строительстве и вычисление их геометрических характеристик</p>	<p>5.1. Геодезическая кривизна линии на поверхности. Геодезические линии на поверхности. Нахождение уравнений геодезических линий из системы дифференциальных уравнений, в которые входят только функции от коэффициентов первой квадратической формы поверхности.</p> <p>5.2.-5.3 Вычисление геодезических линий на классических поверхностях: цилиндрах, сферах, конусах, торе, гиперboloидах, параболоидах, геликоиде, на развертывающихся и линейчатых поверхностях, поверхностях переноса и других. Приводятся примеры поверхностей с прямоугольным контуром в плане.</p>	6
6	<p>Линейная алгебра и линейные векторные пространства.</p> <p>Подпространство.</p> <p>Евклидово пространство.</p> <p>Преобразование ортонормированного базиса и координат векторов. Понятие тензора и примеры тензора.</p>	<p>6.1. Совокупности векторов, образующих и не образующих линейное пространство. Линейная зависимость векторов. Размерность и базис линейного пространства: примеры, задачи.</p> <p>6.2. Скалярное произведение векторов и евклидово пространство. Прямоугольный ортонормированный базис в евклидовом пространстве.</p> <p>6.3.-6.4. Контрвариантные и ковариантные координаты вектора. Формулы преобразования ортонормированного базиса и координат вектора, связанные с основной задачей тензорного исчисления.</p>	8
7	<p>Математические операции над тензорами: на прямой, на плоскости, в пространстве. Тензоры различных рангов, участвующих в математических</p>	<p>7.1. Сложение и вычитание тензоров одинаковой валентности (ранга). Умножение тензоров в заданном порядке, свертывание тензоров, подстановка индексов.</p> <p>7.2. Альтернирование и симметрирование. Кососимметрические тензоры. Получение инвариантов. Примеры и задачи на введенные алгебраические операции над тензорами.</p>	8

	операциях. Тензорная алгебра и получение инвариантов. Разложение тензора.	7.3. Примеры разложения тензора на симметрическую и кососимметрическую части. 7.4. Применение понятий линейных и полилинейных форм для операций над обобщенными тензорами.	
8	Тензорные поля. Дифференцирование тензора поля. Дифференцирование скалярного поля. Бесконечно малая деформация непрерывной среды и тензоры напряжений и деформаций. Поток векторного поля через поверхность в тензорной интерпретации.	8.1. Тензорное поле. Векторное поле как частный случай тензорного. Поле двухвалентного тензора. Применение основной операции тензорного анализа – дифференцирование тензорного поля (или тензора поля) на примерах. 8.2. Дифференцирование скалярного поля, приводящее к полю одновалентного тензора, физическая интерпретация, геометрическая интерпретация. Дифференцирование векторного поля, приводящая к тензору второй валентности, его физический смысл на примерах. 8.3. Тензоры напряжений и деформаций. Их получение и связь между ними. 8.4. Поток векторного поля и теорема Остроградского – Гаусса в тензорном написании.	8
9	Риманово пространство. Элементарное многообразие. Тензоры в римановом пространстве. Метрический тензор. Уравнение геодезических линий. Дифференцирование полей в римановом пространстве и операции над индексами. Афинная связность. Тензоры кривизны и кручения.	9.1 Криволинейная система координат в элементарном многообразии. Задание фундаментальной метрической формы в элементарном многообразии и превращение его в риманово пространство. Образование из коэффициентов формы метрического тензора с ковариантными компонентами. 9.2. Операции над индексами и получение других метрических тензоров (другого вида). Формулы Френе в римановом пространстве. Получение уравнений геодезических линий в римановом пространстве. 9.3. Ковариантное дифференцирование векторов и тензоров и операции над индексами. Афинная связность на примерах и задачах. 9.4. Получение тензоров кривизны и кручения, их геометрическая и интерпретация.	8

5.4. *Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам (при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)*

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

5.5. *Самостоятельная работа*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Введение. Вектор - функции и математические операции над ними. Кривые на плоскости, их локальные особенности. Касание кривых, кривизна кривой. Семейства кривых. Огибающая.	Изучение лекций и литературы по теме, решение задач, подготовка к контрольной работе и зачету с оценкой.	9
2	Кривые в пространстве. Формулы Френе, трехгранник Френе. Кривизна и кручение кривой. Плоские кривые в пространстве. Эволюта и эвольвента.	Изучение лекций и литературы по теме, решение задач, подготовка к контрольной работе и зачету с оценкой.	9
3	Теория поверхностей: Криволинейные координаты на поверхности и инвариантные построения. Первая квадратическая форма поверхности и внутренняя геометрия. Сети линий на поверхности. Огибающая семейства поверхностей	Изучение лекций и литературы по теме, решение задач, подготовка к контрольной работе и зачету с оценкой.	9
4	Искривление поверхности. Вторая квадратическая форма поверхности. Кривизны поверхности. Линии кривизны и асимптотические линии на поверхности. Классификация точек поверхности.	Изучение лекций и литературы по теме, решение задач, подготовка к контрольной работе и зачету с оценкой.	5
5	Геодезическая кривизна и геодезические линии на поверхности. Специальные виды поверхностей, применяемые в строительстве	Изучение лекций и литературы по теме, решение задач, подготовка к зачету с оценкой.	4
6	Линейное векторное пространство. Преобразование ортонормированных базисов. Контрвариантные и ковариантные	Изучение лекций и литературы по теме, решение задач, выполнение РГР, подготовка к зачету.	13

	координаты вектора. Понятие тензора.		
7	Тензорная алгебра. Тензоры в трехмерном евклидовом пространстве. Ранги или валентности тензоров. Кососимметрические и симметрические тензоры. Получение инвариантов. Разложение тензора	Изучение лекций и литературы по теме, решение задач, выполнение РГР, подготовка к зачету.	13
8	Основные положения тензорного анализа. Тензорное поле и его дифференцирование. Бесконечно малая деформация непрерывной среды. Тензоры напряжений и деформаций. Поток векторного поля через поверхность.	Изучение лекций и литературы по теме, решение задач, выполнение РГР, подготовка к зачету .	13
9	Тензоры в римановом пространстве. Многообразия. Метрический тензор и операции с ним. Ковариантные дифференцированные поля. Операции над индексами. Геодезические линии. Понятие о пространстве аффинной связности. Тензор кривизны. Тензор кручения.	Изучение лекций и литературы по теме, решение задач, подготовка к зачету.	12

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой по дисциплине. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключаются в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Дифференциальная геометрия» учащимися самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической.

В ходе организации самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;

- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- 4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- 5) развивать познавательные способности будущих специалистов.

Самостоятельная работа включает, как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания принципов построения математических моделей, математической формализации задач расчетного проектирования.

На практических занятиях решаются задачи по темам лекционного курса. Часть задач выносятся на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

Студент должен обладать основными методами исследования и решения математических задач. Необходима выработка первичных навыков математического исследования инженерных задач (перевод реальной задачи на математический язык, построение математической модели, выбор нужного математического метода ее решения, интерпретация и оценка полученного результата) на примерах задач специальности (теоретическая механика, физика, сопротивление материалов, строительная механика, гидравлика и др.), развитие с этой целью необходимой интуиции в вопросах приложения математики.

При подготовке к сдаче экзамена или зачета рекомендуется пользоваться записями, сделанными на практических и лекционных занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы. Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач.

Для подготовки к написанию контрольной работы надо повторить теоретический материал, изложенный на лекциях, затем приступить к решению задач. Вначале надо изучить задачи, разобранные на практических занятиях, а затем самостоятельно решить аналогичные задачи и примеры.

Большое значение для активизации самостоятельной работы студентов имеет выполнение расчетно-графических работ (РГР) в аудитории под руководством преподавателя. Это элемент обучения студента, преподаватель отмечает ошибки и дает рекомендации студенту.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебники и учебные пособия, указанные в разделе 8.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-9	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-10	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОК-7	+	+	+	+	+	+	+	+	+

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания				Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация		
		Контрольная работа	Расчетно-графическая работа	Зачет	Дифференцированный зачет	
1	2	3	4	5	6	7
ПК-9	31			+	+	+
	У1	+	+	+	+	+
ПК-10	32			+	+	+
ОК-7	НЗ			+	+	+
ИТОГО		+	+	+	+	+

7.2.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Экзамена/Дифференцированного зачета

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31	Обучающийся не знает значительной части приемов и методов дифференциальной геометрии, допускает существенные ошибки.	Обучающийся имеет знания только основных технических приемов и методов дифференциальной геометрии, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки и нарушения логической последовательности в изложении.	Теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	Обучающейся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные технические приемы и методы дифференциальной геометрии; свободно справляется с задачами; использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Обучающейся анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.
У1	Не умеет самостоятельно использовать	Частично освоено использование алгоритмических	Обучающийся твердо знает алгоритмические	Обучающийся глубоко и прочно усвоил алгоритмические

	алгоритмические приёмы решения стандартных задач дифференциальной геометрии, допускает существенные ошибки, необходимые практические компетенции не сформированы.	приёмов решения стандартных задач дифференциальной геометрии. Пробелы не носят существенного характера. Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки при ответе на поставленный вопрос. Обучающийся допускает неточности в решении.	приёмы решения стандартных задач дифференциальной геометрии, грамотно и по существу излагает, не допуская существенных неточностей в решении. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое.	приёмы решения стандартных задач дифференциальной геометрии, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал из литературы, правильно обосновывает принятое решение.
32	Обучающийся не знает значительной части базовых понятий и теорем дифференциальной геометрии, допускает существенные ошибки.	Обучающийся имеет знания только основных базовых понятий и теорем дифференциальной геометрии, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки.	Обучающийся твердо знает базовые понятия и теоремы дифференциальной геометрии, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	Базовые понятия и теоремы дифференциальной геометрии освоены полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал.
НЗ	Не продемонстрировал навыки самостоятельной работы.	Навыки самостоятельной работы продемонстрированы частично, не все темы изучены полностью.	Навыки самостоятельной работы обучающимся продемонстрированы.	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал.

7.2.3. *Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Защиты курсовой работы/проекта*

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

7.2.4. *Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета*

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
31	Обучающийся не знает значительной части приемов и методов	Теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические

	дифференциальной геометрии, допускает существенные ошибки.	компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
У1	Не умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения стандартных задач дифференциальной геометрии, допускает существенные ошибки, необходимые практические компетенции не сформированы.	Обучающийся твердо знает алгоритмические приёмы решения стандартных задач дифференциальной геометрии, грамотно и по существу излагает, не допуская существенных неточностей в решении. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое.
32	Обучающийся не знает значительной части базовых понятий и теорем дифференциальной геометрии, допускает существенные ошибки.	Обучающийся твердо знает базовые понятия и теоремы дифференциальной геометрии, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
НЗ	Не продемонстрировал навыки самостоятельной работы.	Навыки самостоятельной работы обучающимся продемонстрированы.

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

7.3.1. Текущий контроль

Контролируется посещение лекций и практических занятий, выполнение контрольных и расчетно-графических работ.

Контрольные работы (КР)

КР «Плоские и пространственные кривые. Их особенности и инварианты. Поверхности в пространстве. Криволинейные координаты. Внутренняя геометрия поверхности. Кривизны поверхности».

Образец КР (5 семестр)

1. Найти особые точки кривой L: $\overline{M}(t) = \overline{N}\left(t - \frac{1}{t}, t^2 - \frac{1}{t}\right)$

Установить их характер. Изобразить L в окрестности точки.

2. Найти огибающую семейства кривых: $(x - c)^2 + (y - c)^2 = 9$.

3. Вычислить кривизну и кручение кривой L:
$$\begin{cases} x = R \cos \\ y = R \sin \\ z = at \end{cases}$$
 в точке $t_0 = \frac{\pi}{2}$.

4. Изобразить поверхность $x^2 + y^2 = 4$ Перейти к заданию поверхности при помощи вектор-функции, изобразить криволинейные координаты на поверхности и пояснить их геометрический смысл.

5. Найти первую и вторую квадратичные формы этой поверхности.
6. Найти ее главные кривизны, гауссову и среднюю кривизну.

Расчетно-графические работы (РГР)

РГР. Линейное и евклидово пространство. Линейная зависимость и линейная независимость векторов, размерность, базис. Ковариантные и контрвариантные координаты вектора. Ортонормированный базис. Преобразование базисов и координат вектора. Их матричная запись. Тензоры и линейные формы, некоторые действия над ними. Элементы тензорной алгебры. Криволинейные координаты на плоскости и в пространстве. Тензоры в криволинейной системе координат и математические операции над ними. Косоугольные и ортогональные криволинейные системы координат в пространстве. Фундаментальный метрический тензор и действия над ним. Символы Кристоффеля и фундаментальный тензор. Операции над ковариантными и контрвариантными индексами тензоров. Ковариантное дифференцирование тензоров.

Образец РГР (6 семестр)

1. Определить линейное пространство и операции над его элементами.
 2. Определить скалярные произведения и евклидово пространство.
 3. Реперы (базисы) и координаты вектора. Линейные преобразования реперов и координат векторов.
 4. Контрвариантные и ковариантные координаты вектора. Их преобразование при переходе к другому базису.
 5. Тензоры и их валентности (ранги). Примеры тензоров.
 6. Ковариантные и контрвариантные индексы тензоров.
 7. Алгебраические операции над тензорами. Симметрирование и альтернирование.
 8. Линейные и билинейные формы. Преобразования их коэффициентов.
 9. Понятие сопряженного пространства.
 10. Характеристические кривые и характеристические поверхности тензоров.
 11. Операции с ковариантными и контрвариантными индексами тензоров.
 12. Метрический Тензор. Поднятие и опускание индексов.
 13. Символы Кристоффеля и вычисление их через метрический тензор.
 14. Криволинейная система координат в пространстве и понятие тензора в ней.
- Особенности.
15. Тензорная алгебра в криволинейной системе координат.
 16. Примеры умножения, свертывания, симметрирования, альтернирования тензоров в этой ситуации.
 17. Поле тензора. Тензорные поля. Применение математического анализа.
 18. Производная и дифференцирование тензора.
 19. Ковариантное дифференцирование тензора.
 20. Примеры тензоров деформации, напряжений, инерции и других.

Вариант

1. Образуется ли линейное векторное пространство L_3 совокупность векторов $\bar{x} = (x^1, x^2, x^3)$, со свойством:
 - а) (первый случай) $x^1 + x^2 + x^3 = 0$; б) (второй случай) $x^1 + x^2 + x^3 = 1$
2. При каком α векторы $\bar{a}(1, \alpha, 1), \bar{b}(1, 0, 2), \bar{c}(1, 0, \alpha)$ в R^3 не образует базис.
3. Определение скалярного произведения и евклидово пространство. Доказать, что в линейном векторном пространстве L_3 можно определить скалярное произведение двух векторов $\bar{x} = (x^1, x^2, x^3)$ и $\bar{y} = (y^1, y^2, y^3)$ как $(\bar{x}, \bar{y}) = x^1 y^1 + x^2 y^2 + x^3 y^3$, опираясь на

неравенство Коши - Буняковского и как вычислить угол между векторами.

4. Пусть дан ортонормированный репер (l_1, l_2, l_3) в \mathbb{R}^3 с началом в $(0, 0, 0)$ и вектор $\bar{x} = (x^1, x^2, x^3)$. Перейти к другому (новому) ортонормированному базису (l_{11}, l_{21}, l_{31}) с тем же началом. Получить формулу перехода от старого базиса к новому, а также формулу преобразования координат вектора \bar{x} , т.е. матрицу перехода от старых координат к новым. Сравнить формулы, сделать вывод.

5. Найти контрвариантные и ковариантные координаты вектора \bar{x} в L_2 , если базис: $\{l_1 - \text{направлен по оси } OX, l_2 - \text{ по биссектрисе первого координатного угла. } |l_1|=1, |l_2|=1, \bar{x} = l_1 + l_2.$

6. Привести матрицу симметрического линейного преобразования $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 1 & 5 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ к

диагональному виду.

7. Дана билинейная форма в \mathbb{R}^2 . Записать ее коэффициенты в виде таблицы. Как преобразуются они при переходе к другому базису и что образуют.

8. Сформулировать основную задачу тензорного исчисления. Дать определения тензоров валентности 0, 1, 2, 3 и привести примеры.

9. Найти характеристическую кривую симметричного тензора третьей валентности со следующими компонентами в \mathbb{R}^2 :

$$a_{111} = a_{222} = 0, \quad a_{112} = a_{122} = \frac{1}{3}.$$

10. Найти характеристическую поверхность симметрического тензора второй валентности в \mathbb{R}^3 . $a_{ij} = \frac{1}{2}(a_i b_j + a_j b_i)$

11. Криволинейная система координат в пространстве. Дать рисунок, изобразить локальный репер. Представить в общем виде формулы преобразования локального базиса при переходе от старого к новому и наоборот.

Рассмотреть сферическую систему координат и выполнить следующее:

- найти матрицу преобразования;
- построить локальный базис. дать рисунок;
- найти фундаментальный метрический тензор;
- вычислить параметр Ламе;
- найти символы Кристоффеля второго рода;
- найти градиент скалярного поля φ ;
- представить дивергенцию векторного поля \bar{a} ;
- найти ротор вектора \bar{a} .

12. Дано преобразование системы координат: $x^1 = \frac{rx}{x^2 + y^2}, \quad y^1 = \frac{ry}{x^2 + y^2}$

Зная компоненты тензора в системе координат xu , найти их компоненты в системе x^1y^1 ($x = x^1, y = x^2, x^1 = x^1, y^1 = x^2$): $a_{11} = x, a_1^2 = x + y, a_2^1 = x - y, a_2^2 = y$

13. Перемножить два тензора в заданном порядке $b_1^1 = x^2, b_1^2 = y, b_2^1 = x, b_2^2 = y^2, b_{21} = x, b_{22} = y, b_{12} = x - y, b_{11} = y - x$

14. Свернуть тензор по нижнему и первому верхнему индексу T_i^{jk} :

$$\begin{cases} T_1^{11} = x^1 + (x^2)^2, T_1^{12} = x^1 + x^2, T_1^{21} = x^1 x^2, T_1^{22} = 1 \\ T_2^{11} = x^2 + (x^1)^2, T_2^{12} = x^1 - x^2, T_2^{21} = \frac{x^1}{x^2}, T_2^{22} = 0 \end{cases}$$

15. Дан четырехвалентный тензор T_i^{jk} : $T_1^{111} = 1, T_1^{112} = x^1, T_1^{121} = x^2, T_1^{122} = 4x^2, T_1^{211} = x^1 - x^2, T_1^{212} = 2, T_1^{221} = 0, T_1^{222} = 1, T_i^{jk} = 0$ и симметричный дважды ковариантный тензор: $a_{11} = 0, a_{12} = a_{21} = x^1 x^2, a_{22} = 1$. Опустить средний индекс у тензора T_a^{ijk} , умножив его справа на тензор a_{pj}

16. Найти ковариантную производную контрвариантного вектора в сферической системе координат.

17. Найти символы Кристоффеля первого рода в сферической системе координат.

18. Привести примеры тензоров напряжений, деформаций, инерции и других.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в виде устного зачета с оценкой в 5 семестре и зачета в 6 семестре. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в ФГБОУ ВПО НИУ МГСУ.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины.

Вопросы к зачету с оценкой (5 семестр).

1. Плоские кривые. Вектор-функции и математические операции над ними. Разложение в ряд Тейлора. Строение плоской кривой в окрестности любой ее точки (обыкновенные точки, особые, точки самопересечения, асимптоты, экстремумы).
2. Инвариантные элементы плоской кривой (касательная, нормаль, асимптоты, точки самопересечения и др.). График – изображение кривой в различных системах координат.
3. Порядок касания кривых. Кривизна плоской кривой, радиус кривизны, соприкасающаяся окружность. Эволютаи и эвольвента.
4. Огибающие плоских кривых. Понятие о дискриминантной кривой. Привести примеры. Нарисовать.
5. Пространственные кривые. Их задание. Вектор-функция. Операции над вектор-функциями. Параметризация кривой. Натуральный параметр. Замена параметра. Продемонстрировать замену на примере. Инвариантные элементы кривой (касательная, единичный касательные вектор, нормальная плоскость и др.)
6. Сопровождающий трехгранник Ферне. Соприкасающаяся, нормальная, спрямляющая плоскости.
7. Формула Ферне. Кривизна и кручение кривой. Их геометрическая интерпретация.
8. Трехгранник Ферне и особенности движения его элементов при изменении параметра. Кинематическая интерпретация.
9. Плоская кривая в пространстве и ее формулы Ферне. Условие плоскостности

- кривой в \mathbb{R}^3 . Теорема о задании и расположении такой кривой в пространстве.
10. Понятие соприкосновения кривых в пространстве. Соприкасающаяся окружность, радиус кривизны, центр кривизны. Эволюта и эвольвента.
 11. Задание простого куска поверхности. Вектор-функция двух аргументов. Условия существования простого куска. Способы задания поверхности.
 12. Криволинейные координаты на поверхности. Инвариантные образы и элементы, связанные с поверхностью (касательные векторы, касательная плоскость, нормаль и др.).
 13. Первая квадратичная форма поверхности и ее коэффициенты. Что она позволяет вычислять?
 14. Понятие внутренней геометрии поверхности и 1-ая квадратичная форма поверхности. Понятие о римановой геометрии.
 15. Огибающая однопараметрического семейства поверхностей. Теорема, позволяющая находить огибающую. Пример.
 16. Огибающая однопараметрического семейства плоскостей. Понятие развертывающихся поверхностей. Какие бывают развертывающиеся поверхности. Линейчатые поверхности. Пример.
 17. Кривизна поверхности в данной точке в данном направлении. Вторая квадратичная форма поверхности и ее коэффициенты.
 18. Нормальная кривизна кривой на поверхности. Теорема о кривизне кривых, касающихся одного и того же направления в точке.
 19. Главные направления на поверхности, главные кривизны поверхности.
 20. Линии кривизны на поверхности и их свойства. Применения в теории оболочек.
 21. Полная и средняя кривизны поверхности.
 22. Формула Эйлера. Асимптотические направления на поверхности, их свойства. Асимптотические линии на поверхности. Их связь с линиями кривизны.
 23. Формула Эйлера и классификация точек на поверхности.
 24. Геодезическая кривизна линий на поверхности и геодезические линии на поверхности.
 25. Геодезические линии как кратчайшие и прямейшие на поверхности (локально).
 26. Поверхности вращения, переноса, развертывающиеся, линейчатые, минимальные и др.
 27. Поверхности применяемые в строительстве в виде оболочек.

Примечания:

- 1) При изложении теоретических вопросов необходимо делать четкие рисунки с обозначениями.
- 2) В процессе изложения теоретического материала или в его конце необходимо приводить примеры и изображения нужных элементов.

Вопросы к зачету (6 семестр).

1. Элементы линейной алгебры и линейное векторное пространство. Линейная зависимость и независимость векторов в нем. Его размерность, базис, подпространства.
2. Преобразование базисов. Евклидово пространство. Переход от одного ортонормированного базиса к другому. Матрица перехода.
3. Ковариантные и ковариантные координаты вектора. Их преобразования.
4. Понятие криволинейных координат и локального базиса. Вектор в такой системе. Понятие о производной вектора и понятие о ковариантной производной вектора.
5. Определение вектора. Основная задача тензорного исчисления. Валентность (ранг) тензора. Примеры тензора.
6. Операции над тензорами. Тензорная алгебра. Примеры.

7. Тензоры в трехмерном евклидовом пространстве R^3 .
8. Симметричные и кососимметричные тензоры. Получение инвариантов при помощи тензорных операций.
9. Разложение тензора на симметричный и кососимметричный тензор.
10. Криволинейная система координат в пространстве и преобразование локальных реперов. Матрица преобразования. Обратная матрица.
11. Тензор в криволинейной системе координат, его ранг. Операции с такими тензорами.
12. Тензорное поле и основные понятия тензорного анализа.
13. Тензорные функции и их свойства.
14. Тензор поля. Дифференцирование тензора. Дифференцирование тензорного поля.
15. Бесконечно малая деформация непрерывной среды в окрестности точки.
16. Понятие тензора деформации.
17. Тензор напряжений.
18. Связь между тензорами деформаций и напряжений.
19. Тензор инерции.
20. Приведение тензора к главным осям.
21. Скалярные и векторные поля в криволинейной системе координат.
22. Градиент скалярного поля (в криволинейной системе).
23. Поток векторного поля через поверхность.
24. Дивергенция векторного поля в криволинейной системе координат.
25. Ротор вектора. Его тензорная запись.
26. Теорема Остроградского – Гаусса в тензорном изложении.
27. Обзор других физических приложений тензорного исчисления: в уравнениях математической физики, гидравлики, кристаллографии и др.
28. Понятие риманова пространства. Понятие элементарного многообразия. Примеры.
29. Фундаментальный метрический тензор в римановом пространстве и алгебраические операции с ним и с его производными формами.
30. Вычисление символов Кристоффеля второго и первого рода через фундаментальный метрический тензор.
31. Ковариантное дифференцирование тензора, заданного в криволинейных координатах в римановом пространстве.
32. Опускание и поднимание индексов у тензоров при помощи метрического тензора.
33. Формулы Френе в римановом пространстве.
34. Геодезические линии в римановом пространстве и их свойства.
35. Понятие о пространствах аффинной связности и параллельное перенесение.
36. Тензор кривизны и его физический смысл.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВПО НИУ МГСУ.

Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине. Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя, справочной литературой и калькуляторами.

Время подготовки ответа при сдаче зачета/зачета с оценкой в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

При подготовке к устному экзамену экзаменуемый, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем (по окончании зачета с оценкой) сдается экзаменатору.

Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.

Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
	Дифференциальная геометрия	Фиников, С. П. Курс дифференциальной геометрии [Текст] : [учебник] / С. П. Фиников. - Изд. 4-е. - Москва : КомКнига, 2013. - 343 с.	10	25
		ЭБС АСВ		
		Малаховский В.С. Краткий курс дифференциальной геометрии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малаховский В.С.— Электрон. текстовые данные.— Калининград: Российский государственный университет им. Иммануила Канта, 2010.— 111 с.	http://www.iprbookshop.ru/23813 .— ЭБС «IPRbooks»	25
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		

1	Дифференциальная геометрия	Ленев, В. С. Дифференциальная геометрия [Текст] : учебное пособие / В. С. Ленев ; Моск. гос. строит. ун-т ; [рец.: В. Н. Сидоров, В. И. Ширинский]. - Москва : МГСУ, 2007. - 134 с .	10	25
2	Дифференциальная геометрия	Ленев, В. С. Дифференциальная геометрия в строительном университете. Конспект лекций [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. С. Ленев ; Моск. гос. строит. ун-т. - М. : МГСУ, 2009. - 94 с.	10	25
		ЭБС АСВ		
1	Дифференциальная геометрия	Казарян, М.Э. Курс дифференциальной геометрии (2001-2002) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Казарян М.Э.— Электрон. текстовые данные.— М.: МЦНМО, 2002	http://www.iprbookshop.ru/11926.html	25
2	Дифференциальная геометрия	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.	http://www.iprbookshop.ru/28887 .— ЭБС «IPRbooks»	25

11. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научно-техническая библиотека МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
раздел «Кафедры» на официальном сайте МГСУ	http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/

12. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Курс по дисциплине предполагает изучение теории на лекционных занятиях. В ходе лекции студент ведет конспект лекций в свободной форме. Рекомендуется использовать тетрадь, разлинованную «в клетку» формата А5-А4, имеющую от 48 до 96 листов. Восприятие информации улучшается при использовании различных

способов выделения текста и рисунков: подчеркивание, выделений цветным маркером, отметки на полях. Рекомендуется выбрать единую систему ведения конспекта лекций. Для закрепления знаний после лекции до следующей лекции по предмету (желательно не позднее следующего дня) рекомендуется перечитать лекционный материал и записать вопросы, которые не ясны из прочитанного. По этим вопросам необходимо обратиться к учебному пособию, если в результате работы с учебным пособием остались вопросы - следует обратиться за разъяснениями к лектору. После самостоятельной работы над лекцией, студент должен четко понимать изложенный в ней материал и ориентироваться в нем. Вопросы, отнесенные на самостоятельное изучение, даются преподавателем в ходе лекций или практических занятий. Студенту рекомендуется:

- 1) Уяснить и записать вопрос;
 - 2) Просмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы;
 - 3) Изучить информацию по вопросу. При изучении рекомендуется вести конспект (возможно, использовать лекционную тетрадь), куда вносятся ключевая информация, формулы и рисунки.
 - 4) Перечитать сделанные в конспекте записи. Убедиться в ясности изложенного. При необходимости дополнить записи, изучить дополнительные источники. После работы над вопросами для самостоятельного изучения студент должен четко понимать материал по вопросу и ориентироваться в нем. В случае необходимости допускается консультация с преподавателем.
- При подготовке к зачету (зачету с оценкой) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

13. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

Информационные технологии не используются

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

Программное обеспечение не используется.

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Научно-техническая библиотека МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/

14. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Учебные занятия по дисциплине «Дифференциальная геометрия» проводятся в следующих оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением:

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
	Лекция	Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
	Практические занятия	Мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования с учетом рекомендаций и примерной основной образовательной программой высшего образования по направлению /специальности 01.03.04 «Прикладная математика»