

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Саровский физико-технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Прикладной математики»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф-м.н.

_____ **А.К. Чернышев**

«___» _____ **2023 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дифференциальная геометрия

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	<u>01.03.02 Прикладная математика и информатика</u>
Наименование образовательной программы	<u>Высокопроизводительные вычисления и технологии параллельного программирования</u>
Квалификация (степень) выпускника	<u>бакалавр</u>
Форма обучения	<u>очная</u>

Программа одобрена на заседании кафедры	Зав. кафедрой ПМ, д.ф-м.н.
	_____ Р.М. Шагалиев
протокол № _____ от _____ 20 _____ г.	«___» _____ 2023 г.

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф.-м.н.

Р.М. Шагалиев

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф.-м.н.

Р.М. Шагалиев

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф.-м.н.

Р.М. Шагалиев

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф.-м.н.

Р.М. Шагалиев

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экс./зач./ЗсО/	Интерактивные часы
4	32	3	108	32	32	-	44	-	ЗсО	10
ИТОГО	32	3	108	32	32	-	44	-	-	10

АННОТАЦИЯ

Изучение основных понятий теории кривых и поверхностей, используемых в различных областях прикладной математики и физики. Приобретение практических навыков в исследовании аналитическими методами плоских и пространственных гладких кривых и гладких поверхностей с метрикой.

Курс включает в себя теорию кривых и поверхностей, основы тензорного исчисления. Посвящён изучению методов и средств, используемых в решении практических задач, в первую очередь – в вычислительной газовой динамике и компьютерном моделировании сложных конструкций.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: знакомство студентов на примерах и методах их решения с понятиями теории кривых и поверхностей, элементами тензорного исчисления с которыми приходится сталкиваться специалистам в области прикладной математики. По ходу изучения дисциплины целесообразно акцентировать внимание на применении пройденного материала по другим дисциплинам математического цикла.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Дифференциальная геометрия» относится к базовой части рабочего учебного плана по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Изучение дисциплины предполагает у студентов владение материалом дисциплин:

- ✓ «Математический анализ – 1, 2»;
- ✓ «Алгебра и геометрия»;
- ✓ «Математический анализ – 3, 4»;
- ✓ «Дифференциальные уравнения».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Профессиональные компетенции (ПК)

в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
разработка и использование математических, информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ	математическое моделирование и высокопроизводительные вычисления в задачах механики сплошной среды и физики высоких плотностей энергии; разработка прикладных программных комплексов; разработка высокопроизводительных ЭВМ и программного обеспечения для них; компьютерное сопровождение и обработка результатов физических экспериментов	ПК-2 Способен понимать, применять и совершенствовать современный математический аппарат <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»	З-ПК-2 знать современный математический аппарат, используемый при описании, решении и анализе различных прикладных задач У-ПК-2 использовать современный математический аппарат для построения математических моделей и алгоритмов решения различных прикладных задач В-ПК-2 владеть навыками применения современного математического аппарата для построения математических моделей различных процессов, для обработки экспериментальных, статистических и теоретических данных, для разработки новых алгоритмов и методов исследования задач различных типов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			32	32	-	44		
Семестр №4								
1.	Название раздела							
1.1.	Теория кривых	1-5	14	14	0	28	УО, ДЗ	4
Рубежный контроль		5(6)	Контр.					20
2.	Название раздела							
2.1.	Теория поверхностей	6-13	14	14	0	28	УО, ДЗ	4
3.	Название раздела							
3.1.	Тензоры	14-16	8	8	0	16	УО, ДЗ	
Рубежный контроль		15(16)	Контр.					20
Курсовой проект/ Курсовая работа								
Промежуточная аттестация							ЗсО	50
Посещаемость								2
Итого:			32	32	-	44		100

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

Контр. – контрольная работа

Тест – тестирование (письменный опрос)

ДЗ – домашнее задание

РГР – расчетно-графическая работа

Э/Зач/ЗсО – экзамен/зачет/зачет с оценкой и др.

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Название раздела 1	
1.1.	Теория кривых	Понятие кривой. Простая плоская кривая. Плоские кривые, задаваемые параметрически. Пространственные кривые. Кривая как линия пересечения поверхностей. Кривая как график векторной функции.
1.2.	Теория кривых	Гладкие и регулярные кривые. Касательная к кривой. Гладкие кривые. Дифференцирование и интегрирование векторных функций. Достаточные условия гладкости кривой. Регулярные кривые.
1.3	Теория кривых	Длина дуги кривой. Определение и основные свойства. Достаточные условия спрямляемости.
1.4	Теория кривых	Соприкасающаяся плоскость. Определение соприкасающейся плоскости. Достаточные условия существования соприкасающейся плоскости. Главная нормаль и бинормаль кривой. Основной триэдр. Классификация точек параметризованной кривой. Особые точки.
1.5	Теория кривых	Кривизна и кручение. Формулы Френе. Кривизна кривой. Кручение кривой. Формулы Френе. Вид кривой вблизи данной точки. Натуральные уравнения кривой.
1.6	Теория кривых	Соприкосновение кривых. Понятие порядка соприкосновения. Достаточные условия соприкосновения. Соприкасающаяся окружность. Эволюта и эвольвента плоской кривой.
2.	Название раздела 2	
2.1.	Теория поверхностей	Понятие поверхности. Плоские области. Простая поверхность. Локально простая поверхность. Общая поверхность.
2.2.	Теория поверхностей	Гладкие и регулярные поверхности. Касательная плоскость к поверхности. Гладкие поверхности. Дифференцирование и интегрирование векторных функций двух аргументов. Дифференцируемость векторной функции и касательная плоскость. Достаточные условия гладкости поверхности. Регулярные поверхности.
2.3	Теория поверхностей	Первая квадратичная форма поверхности. Измерения на поверхности. Первая квадратичная форма поверхности. Длина кривой на поверхности. Угол между кривыми на поверхности. Площадь поверхности. Внутренняя геометрия поверхности. Изометричные поверхности.
2.4	Теория поверхностей	Вторая квадратичная форма поверхности. Определение второй квадратичной формы. Классификация точек регулярной поверхности. Кривизна кривой на поверхности. Теорема Менье. Главные кривизны. Линии кривизны. Средняя и гауссова кривизны. Поверхности вращения.
2.5	Теория поверхностей	Основные уравнения теории поверхностей. Деривационные формулы Вейнгартена. Основные уравнения теории поверхностей. Теорема Бонне.

2.6	Теория поверхностей	Внутренняя геометрия поверхности. Геодезическая кривизна кривой на поверхности. Геодезический линии. Полугеодезические координатные системы. Полугеодезические полярные координаты. Экстремальные свойства геодезических. Поверхности постоянной кривизны.
3.	Название раздела 3	
3.1	Тензоры	Определители Грама. Взаимные базисы. Ковариантные и контравариантные координаты векторов. Преобразование базиса и координат.
3.2	Тензоры	Понятие тензора. Определение тензора. Корректность определения тензора. Равенство тензоров.
3.3	Тензоры	Алгебраические операции над тензорами. Определение алгебраических операций над тензорами. Правила суммирования. Теорема об алгебраических операциях над тензорами. Операции над кососимметричными тензорами.
3.4	Тензоры	Метрический тензор. Метрическая структура линейного пространства. Опускание и поднятие индексов.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Название раздела 1	
1.1.	Плоские линии и кривые	Различные способы задания. Касательная и нормаль. Асимптоты. Особые точки. Исследование и построение линий (кривых). Семейство линий. Огибающая. Длина дуги. Кривизна. Эволюты и эвольвенты.
1.2.	Пространственные кривые и линии.	Уравнения кривых и линий. Репер Френе. Длина дуги. Формулы Френе. Кривизна и кручение. Натуральные уравнения.
2.	Название раздела 2	
2.1.	Поверхности	Уравнения поверхности. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Касание линии с поверхностью. Первая квадратичная форма поверхности. Сферическое отображение, вторая квадратичная форма поверхности. Классификация точек поверхности. Линии кривизны. Геодезические линии.
3.	Название раздела 3	
3.1.	Тензоры	Операции над тензорами.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 4				
Раздел 1	Теория кривых	ПК-2	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	УО, 1-5
				ДЗ, 1-5
Рубежный контроль		ПК-2	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Контр. – 5(6)
Раздел 2	Теория поверхностей	ПК-2	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	УО, 6-13
				ДЗ, 6-13
Рубежный контроль		ПК-2	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Контр. –15 (16)
Раздел 3	Тензоры	ПК-2	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	УО, 14-16
				ДЗ, 14-15
Промежуточная аттестация		ПК-2	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	ЗсО

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1. Примерные вопросы к зачету

а) типовые вопросы:

- ✓ Понятие плоской кривой. Простая плоская кривая. Плоские кривые, задаваемые параметрически.
- ✓ Пространственные кривые. Кривая как линия пересечения поверхностей. Кривая как график векторной функции.
- ✓ Касательная к кривой. Гладкие кривые. Дифференцирование и интегрирование векторных функций. Достаточные условия гладкости кривой. Регулярные кривые.
- ✓ Длина дуги кривой. Достаточные условия спрямляемости. Дифференциал дуги.
- ✓ Соприкасающаяся плоскость. Главная нормаль и бинормаль кривой. Основной триэдр.
- ✓ Кривизна кривой.
- ✓ Кручение кривой.
- ✓ Формулы Френе. Вид кривой вблизи данной точки. Натуральные уравнения кривой.
- ✓ Понятие порядка соприкосновения. Достаточные условия соприкосновения.
- ✓ Соприкасающаяся окружность. Эволюта и эвольвента плоской кривой.
- ✓ Плоские области. Простая поверхность. Локально простая поверхность. Общая поверхность. Касательная плоскость к поверхности. Гладкие поверхности.
- ✓ Дифференцирование и интегрирование векторных функций двух аргументов.
- ✓ Дифференцируемость векторной функции и касательная плоскость. Достаточные условия гладкости поверхности. Регулярные поверхности.
- ✓ Первая квадратичная форма поверхности. Длина кривой на поверхности. Угол между кривыми на поверхности.
- ✓ Первая квадратичная форма поверхности. Площадь поверхности. Изометричные поверхности.
- ✓ Вторая квадратичная форма поверхности. Классификация точек регулярной поверхности.
- ✓ Кривизна кривой на поверхности. Теорема Менье.
- ✓ Главные кривизны. Линии кривизны. Средняя и гауссова кривизны. Поверхность вращения.
- ✓ Деривационные формулы Вейнгартена.
- ✓ Основные уравнения теории поверхностей. Теорема Бонне.
- ✓ Геодезическая кривизна кривой на поверхности. Геодезические линии.
- ✓ Полугеодезические координатные системы. Полугеодезические полярные координаты.

- ✓ Экстремальные свойства геодезических линий. Поверхности постоянной гауссовой кривизны.
 - ✓ Преобразование базисов и координат.
 - ✓ Понятие тензора. Основные операции над тензорами.
- б) Оценка за зачёт определяется из двух составляющих: семестровой суммы баллов, получаемых по накопительной системе работы студента в семестре, и баллов, полученных в процессе зачёта. Для допуска к зачёту необходимо в семестре набрать не менее 30 баллов. Задания на зачёт составляются на определение степени освоения компетенций и включают 2 составляющие: теоретическую -- для выявления степени компетенций «знать», «владеть», и практическую -- для выявления степени компетенций «уметь», «владеть». Для получения положительной оценки необходимо за зачёт получить не менее 30 баллов, максимальное число баллов за зачёт — 50.
- в) При контроле правильности решения задач рекомендуется использовать стандартную «четырёхбалльную» систему: 100% - задача решена полностью; 70% - имеется существенный задел в решении, хотя полного решения нет; 30% - сделано несколько шагов в направлении правильного решения, существенного продвижения нет; 0% - ничего содержательного по решению не сделано. Помимо умения решать задачи при всех формах контроля целесообразна проверка знания основных определений и формулировок теорем, пройденных к соответствующему моменту. При контроле знания формулировок и определений предлагается пользоваться двухбалльной системой – «правильно» (100%) и «неправильно» (0%).

5.2.2. Примерные варианты домашних работ

а) типовые задания:

1. Написать уравнение касательной и нормали к кривой $\vec{r}(t) = \{a \cos^3 t, a \sin^3 t\}$, $0 \leq t \leq 2\pi$ (астроида). Найти ее особые точки.
2. Вычислить длину дуги астроиды $\vec{r}(t) = \{a \cos^3 t, a \sin^3 t\}$, $0 \leq t \leq T < \frac{\pi}{2}$ и её кривизну.
3. Записать уравнения касательной нормали и бинормали винтовой линии $\vec{r}(t) = \{a \cos t, a \sin t, bt\}$. Составить уравнения нормальной, соприкасающейся и спрямляемых плоскостей кривой.
4. Найти кривизну и кручение винтовой линии $\vec{r}(t) = \{a \cos t, a \sin t, bt\}$.
5. Найти основной триэдр $(\vec{\tau}, \vec{\nu}, \vec{b})$ винтовой линии. Найти естественную параметризацию винтовой линии.

6. Найти соприкасающуюся окружность кривой, заданной векторной функцией

$$\vec{r}(t) = \left\{ \sqrt{\frac{3}{2}} t^2, 2 - t, t^3 \right\} \text{ в точке } (0, 2, 0).$$

7. Найти соприкасающуюся окружность эллипса $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ в точке $(a, 0)$.

8. Найти порядок соприкосновения параболы $y^2 = 2px$ и окружности $(x - p)^2 + y^2 = p^2$ в точке $(0, 0)$.

9. Найти эволюту кривой $\vec{r}(t) = \{ach\ t, ash\ t\}$.

10. Найти уравнение эвольвенты окружности $x^2 + y^2 = a^2$.

11. Найти особые точки линии:

а) $y^2 = x^3 - x^2$;

б) $y^2 = x^3 + x^2$.

12. Составить уравнение касательной плоскости и нормали к геликоиду

$$\vec{r}(t) = \{v \cos u, v \sin u, ku\}.$$

13. Вычислить первую квадратичную форму геликоида.

14. Вычислить:

а) площадь криволинейного треугольника на геликоиде $\vec{r}(t) = \{v \cos u, v \sin u, ku\}$ ($k = 1$),

для которого $0 \leq u \leq u_0$, $0 \leq v \leq shu$;

б) углы треугольника в точках на поверхности, соответствующих вершинам треугольника;

в) длины сторон треугольника.

15. Вычислить вторую квадратичную форму геликоида.

16. Определить тип точек на геликоиде.

17. Найти главные направления и главные кривизны геликоида.

18. Найти линии кривизны геликоида.

19. Вычислить среднюю и гауссову кривизны геликоида.

20. Найти геодезическую кривизну винтовых линий $v = const$, лежащих на поверхности геликоида.

21. Найти геодезическую линию геликоида.

22. Показать, что поверхности геликоида $\vec{r}(t) = \{v \cos u, v \sin u, ku\}$ ($k = 1$) и катеноида

$$\vec{r}(t) = \{ch\ z \cos w, ch\ z \sin w, z\}$$
 локально изометричны.

23. Показать, что гауссова кривизна поверхности с первой квадратичной формой

$I = \lambda(u, v)(du^2 + dv^2)$ может быть вычислена по формуле $K = -\frac{1}{2} \frac{\Delta \ln \lambda}{\lambda}$, Δ - оператор Лапласа.

б) критерии оценивания аналогичны представленным в п. 5.2.1 б)

в) шкала оценивания аналогична представленной в п. 5.2.1 в).

5.2.3. Примерные варианты контрольных работ

а) типовые задания:

Контрольная работа №1 (тема «Кривые»):

1. Найти длину кривой, заданной в полярных координатах уравнением $r = a\phi$, $\phi \in [0, 2\pi]$, $a > 0$ (первый виток спирали Архимеда).

2. Пересекаются ли кривые $\vec{r}(t) = (a(t - \sin t), a(1 - \cos t), 4a \sin(t/2))^T$ и $\{(x, y, z)^T \in \mathbb{R}^3 : x^2 + y^2 - (x^2 + y^2)^{1/2} - x = 0, z = 0\}$? Если да, то под каким углом?

3. Нарисовать кривую $x^5 - x^4 + 4x^2y - 4y^2 = 0$ и найти точки самопересечения и нерегулярности.

4. Написать уравнение эволюты кривой $y = \log x$ ($x > 0$).

5. Вычислить кривизну и кручение кривой $\vec{r}(t) = (t^2, \log t, 2t)^T$, $t > 0$.

6. Найти базис Френе $\{\vec{r}(l(t)), \vec{v}(l(t)), \vec{b}(l(t))\}$ для кривой $\vec{r}(t) = (a \cos t, b \sin t, ce^t)^T$.

7. Найти эвольвенту кривой $\vec{r}(t) = (a \cos^3 t, a \sin^3 t)^T$.

8. Найти натуральный параметр кривой $\vec{r}(t) = (cht, sh t, 2^{-1/2} e^t)^T$. Найти кривизну и кручение этой кривой.

9. Найти порядок соприкосновения кривых $x^2 + y^2 - 6x - 6y + 10 = 0$ и $x^{1/2} + y^{1/2} - 2 = 0$ ($x \geq 0, y \geq 0$) в точке $(1, 1)$.

Контрольная работа №2 (тема «Поверхности»):

1. Вычислить первую квадратичную форму конуса $\vec{r}(t) = (u \cos v, u \sin v, u)^T$.

2. Составить уравнения касательной плоскости и нормали к конусу.

3. Вычислить вторую квадратичную форму конуса.

4. Существуют ли гиперболические точки на конусе?

5. Найти главные направления и главные кривизны конуса.

6. Найти линии кривизны конуса.

7. Найти гауссову и среднюю кривизны конуса.

8. Как называются и чем являются кривые на конусе, соответствующие значению параметра $v = \text{const}$? Найти геодезическую кривизну этих линий.

9. Найти геодезические линии конуса.

10. Найти угол между линиями на поверхности конуса, соответствующие значениям параметра $u = \pi/4, v = \pi/4$.

- б) критерии оценивания аналогичны представленным в п. 5.2.1 б)
 в) шкала оценивания аналогична представленной в п. 5.2.1 в).

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Позняк Э.Г. Дифференциальная геометрия. Первое знакомство. Изд-во МГУ. 1990.
2. Норден А.П. Краткий курс дифференциальной геометрии.
3. Фиников С.П. Дифференциальная геометрия. Изд-во МГУ. 1961.
4. Акивис М.А., Гольдберг В.В. Тензорное исчисление. Изд-во «Наука». 1972.
5. Феденко А.С. Сборник задач по дифференциальной геометрии. Изд-во «Наука». 1979.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия. М.: Физматлит, 1989.
2. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Линейная алгебра М.: Физматлит, 2004.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется.

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Национальная платформа открытого образования

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Не предусмотрено.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Не предусмотрены.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучаемых. Такие моменты отражены в изложенных выше пунктах, касающихся формируемых знаний студентов и их проверки. При обучении по специальности 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» особенно выпукло необходимо выделять те методы дифференциальной

геометрии, которые напрямую применяются в решении практических задач, в первую очередь – в вычислительной газовой динамике и компьютерном моделировании сложных конструкций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Программу составил: старший преподаватель кафедры ПМ

А.В. Тихонов

Рецензент: