

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра математического анализа и дифференциальных уравнений



УТВЕРЖДАЮ
проректор

« 29 » марта 2024 г. П.А. Машаров
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Укрупненная группа направлений подготовки	01.00.00 Математика и механика
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	01.03.01 Математика
Профиль подготовки	Математика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Дифференциальная геометрия» для обучающихся по направлению подготовки 01.03.01 Математика (Профиль: Математика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.01 Математика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 г. № 8 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

Профессор кафедры высшей математики и
методики преподавания математики
доктор физ.-мат. наук, доцент



А.В. Мазнев

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры высшей математики и методики преподавания математики
Протокол от 26.03.2024 г. № 11

Заведующий кафедрой



Е.И. Скафа

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и
информационных технологий
28.03.2024 г.



И.А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 27.03.2024 г. № 3.
Председатель



Л. И. Селякова

Руководитель основной профессиональной образовательной программы,
д-р физ.-мат. наук, зав. каф. МАиДУ, проф.
26.03.2024 г.



В.В. Волчков

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по математике в объеме программы средней школы;
 дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ;
 Дифференциальные уравнения и Аналитическая геометрия.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Теоретическая механика; Основы математического моделирования.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	01.03.01 Математика
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.21 Дифференциальная геометрия
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	2 / 72

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Всего	Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль			
Очная	3	5	17	-	17	38		72	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение методов исследования локальных свойств кривых и поверхностей, классификация кривых и поверхностей на основе инвариантов, изучение метрики в евклидовой и римановой геометрии, освоение фундаментальных понятий метрических и топологических пространств, компактности, связности, формирования навыков использования приложений геометро-топологических конструкций и методов в процессе дальнейшего обучения.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

ОПК-2. Способен разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели в современных естествознании, технике, экономике и управлении.

4.2. Индикаторы компетенций

ОПК-2.2. Применяет основные определения и теоремы дифференциальной геометрии и топологии для моделирования реальных процессов

Результаты обучения

ОПК - 2.2.1. Знает теоремы о представлении кривой и поверхности в окрестности обыкновенной точки.

ОПК - 2.2.2. Знает теоремы об изометрических поверхностях, свойства поверхностей с постоянной полной кривизной.

ОПК - 2.2.3. Знает метрическую топологию.

ОПК - 2.2.4. Умеет находить длины кривых и переходить к натуральной параметризации.

ОПК - 2.2.5. Умеет вычислять кривизну и кручение пространственной кривой.

ОПК - 2.2.6. Умеет определять уравнения элементов трехгранника Френе.

ОПК - 2.2.7 Умеет находить углы между кривыми и площадь куска поверхности.

ОПК - 2.2.8. Умеет определять главные направления и вычислять главные кривизны поверхности.

ОПК - 2.2.9. Умеет вычислять геодезические кривизны линий на поверхности.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Теория кривых	
Первоначальные сведения о кривых на плоскости.	Способы задания кривой на плоскости. Обыкновенные и особые точки на кривой. Строение кривой вблизи обыкновенной точки. Строение кривой вблизи особой точки. Основные факты.
Вектор-функция одной переменной	Определение и вектор-функции. Предел вектор-функции. Непрерывность вектор-функции. Дифференцируемость вектор-функции. Ряд Тейлора для вектор-функции. Интегрируемость вектор-функции. Каса-тельная к кривой. Уравнения касательной. Длина кривой. Естественная (натуральная) параметризация кривой. Бирегулярные кривые.
Сопровождающий трехгранник. Формулы Френе.	Соприкасающаяся плоскость и ее уравнение. Сопровождающий трехгранник (трёхгранник Френе) и его элементы. Формулы Френе для пространственной кривой.
Кривизна и кручение кривой. Основная теорема теории кривых. Классификация кривых.	Кривизна и кручение пространственной кривой. Основные формулы для вычисления кривизны и кручения. Натуральные уравнения пространственных кривых. Основная теорема теории кривых. Классификация кривых по их натуральным уравнениям.
Исследование плоских кривых	Касание кривых. Соприкосновение плоских кривых. Соприкасающаяся окружность. Эволюты и эвольвенты плоских кривых. Огибающая семейства кривых. Асимптоты. Асимптоты алгебраических кривых. Строение кривой в окрестности произвольной точки
Раздел 2. Теория поверхностей и Риманова геометрия	
Первоначальные сведения по теории поверхностей	Основные способы задания поверхностей. Задание поверхности в виде вектор-функции двух переменных. Обыкновенные и особые точки поверхности. Кривые на поверхности. Координатные линии на поверхности. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
Первая и вторая квадратичные формы на поверхности.	Понятие о первой квадратичной форме на поверхности. Измерение длин, углов и площадей на поверхности. Понятие изометрии. Изометричные поверхности. Вторая

	квадратичная форма на поверхности
Кривизна кривой и поверхности	Основная формула для кривизны кривой на поверхности. Нормальная кривизна кривой и геодезическая кривизна кривой. Нормальная кривизна поверхности в данном направлении. Главные кривизны и главные направления. Теорема Родрига. Формула Эйлера. Индикатриса Дюпена.
Классификация точек на поверхности.	Гауссова и средняя кривизна поверхности. Эллиптические, гиперболические и параболические точки. Основная теорема теории поверхностей.
Классификация линий на поверхности. Риманова метрика.	Линии кривизны. Асимптотические линии. Геодезические линии. Кратчайшие линии на поверхности. Поверхности постоянной гауссовой кривизны. Риманова метрика. Измерения в римановой геометрии. Неэвклидовы геометрии. Модели неэвклидовых геометрий.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Теория кривых	8	-	8	20	36
Первоначальные сведения о кривых на плоскости.	1	-	1	4	6
Вектор-функция одной переменной	2	-	2	4	8
Сопровождающий трехгранник. Формулы Френе.	2	-	2	4	8
Кривизна и кручение кривой. Основная теорема теории кривых. Классификация кривых.	2	-	2	4	8
Исследование плоских кривых	1	-	1	4	6
Раздел 2. Теория поверхностей и Риманова геометрия	9	-	9	18	36
Первоначальные сведения по теории поверхностей	2	-	2	4	8
Первая и вторая квадратичные формы на поверхности.	2	-	2	4	8
Кривизна кривой и поверхности	2	-	2	4	8
Классификация точек на поверхности.	2	-	2	2	6
Классификация линий на поверхности. Риманова метрика.	1	-	1	4	6
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	17	–	17	38	72

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

1. Могут ли различные параметрические уравнения определять одну и ту же кривую?
2. Следует ли из непрерывности вектор-функции непрерывность ее координатных функций?

3. Следует ли из дифференцируемости вектор-функции дифференцируемость ее координатных функций?
4. Вытекает ли дифференцируемость вектор-функции из дифференцируемости ее модуля? Почему?
5. Является ли условие регулярности кривой достаточным условием существования касательной?
6. Каков геометрический смысл: а) кривизны; б) модуля кручения кривой?
7. Зависит ли кручение кривой от ее параметризации? Почему?
8. Будет ли кривая плоской, у которой в каждой точке кручение равно нулю, а в одной точке кручение неопределено? Почему?
9. Можно ли по кривизне кривой определить, является ли она отрезком прямой?
10. Что можно сказать о кривизнах в соответствующих точках подобных кривых?
11. Какие значения может принимать натуральный параметр на окружности радиуса 4?
12. Существует ли базис Френе в точках прямой?
13. Изменяется ли при переходе к новой параметризации в произвольной точке регулярной кривой вектор скорости?
14. Будет ли кривая $\vec{r} = \vec{r}(t)$ бирегулярной, если \vec{r}' и \vec{r}'' ненулевые векторы? Почему?
15. Как расположены вектор скорости и вектор ускорения в произвольной точке, если параметр на кривой натуральный?
16. Существует ли базис Френе в точках регулярной кривой? Почему?
17. Может ли кривизна быть равной нулю в одной точке кривой?
18. Для каких кривых можно построить базис Френе? Почему?
19. Какие существуют способы задания поверхностей?
20. Можно ли параметрическими уравнениями задать полностью всю сферу?
21. Каков геометрический смысл векторов: а) \vec{r}_u и \vec{r}_v ? б) $\vec{r}_u \times \vec{r}_v$?
22. Могут ли две координатные линии касаться друг друга в некоторой точке регулярной кривой?
23. Какие кривые являются координатными линиями на плоскости: а) в декартовой системе координат? б) в полярной системе координат?
24. Меняются ли при замене параметров на поверхности координатные линии.
25. Каков геометрический смысл вектора $d\vec{r} = \vec{r}_u du + \vec{r}_v dv$?
26. Каков геометрический смысл значений первой квадратичной формы на поверхности?
27. По каким формулам можно вычислить длину кривой на поверхности, угол между линиями на поверхности?
28. Меняется ли при замене криволинейных координат на поверхности: а) первая квадратичная форма поверхности? б) площадь поверхности? в) нормальный вектор к поверхности?
29. Каков геометрический смысл: а) значений второй квадратичной формы? б) модуля нормальной кривизны?
30. Дать определение главных кривизн и главных направлений на поверхности.
31. Может ли в точке поверхности быть ровно три главных направления?
32. Какой геометрический смысл имеет знак гауссовой кривизны?
33. Дать определение изометричных поверхностей.
34. Дать определение индикатрисы Дюпена.
35. Может ли индикатрисой Дюпена быть: а) парабола? б) окружность?
36. Является ли сфера минимальной поверхностью? Почему?
37. Две поверхности имеют одинаковые гауссовы кривизны в соответствующих точках. Являются ли они изометричными?
38. Изометричны ли локально сфера и плоскость?

39. Изменяется ли при изгибании поверхности: а) ее гауссова кривизна? б) вторая квадратичная форма? в) эйлерова кривизна?
40. Дать одно из определений геодезической линии на поверхности.
41. Какие кривые являются геодезическими: а) на сфере? б) на плоскости? в) цилиндре?
42. Сколько существует геодезических проходящих: а) через данную точку поверхности? б) через данную точку поверхности в данном направлении? в) через две точки поверхности?
43. Могут ли две геодезические касаться друг друга?
44. Сохраняется ли при изгибании поверхности свойство кривой быть геодезической?
45. Является кратчайшая линия геодезической?
46. Всякая ли геодезическая линия является кратчайшей?
47. Сформулировать основную теорему теории поверхностей.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку (зачет). Те, кого набранные баллы не устраивают, сдают экзамен (сдают индивидуальные задания, выполняют зачетную контрольную работу). Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Оценка за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на экзамене и выставляется согласно принятому порядку.

8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа студента в аудитории	5
	Самостоятельная работа	25
	Модульная контрольная работа	30
	Итого	60
Зачет		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.705).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Александров П. С. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры/ П.С. Александров. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. – 512 с.
2. Ильин В. А. Аналитическая геометрия: Учеб. для вузов. – 7-е изд/ В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – Москва : Физматлит, 2004. – 224 с.
3. Коваленко Н.В. Лабораторные работы по курсу «Аналитическая геометрия»: учебно-методическое пособие. / Н.В. Коваленко, А.В. Мазнев, А.С. Гриценко. – Донецк : ДонНУ. – 2017. – 96 с.
4. Коваленко Н.В. Лабораторные работы по курсу «Аналитическая геометрия»: учебно-методическое пособие (часть вторая) / Н.В. Коваленко, А.В. Мазнев, А.С. Гриценко. – Донецк : ДонНУ. – 2019. – 101 с.
5. Цубербиллер О. Н. Задачи и упражнения по аналитической геометрии/ О.Н. Цубербиллер. – Москва : Наука, 2006. – 336 с.

11.2. Дополнительная литература

6. Бортаковский, А.С. Аналитическая геометрия в примерах и задачах: Учеб. пособие/ А.С. Бор-таковский, А.В. Пантелеев. – Москва : Высш. шк., 2005. – 496 с.
7. Ефимов Н. В. Краткий курс аналитической геометрии: Учебн. пособие/ Н.В. Ефимов. – 13-е изд., стереот. – Москва : Физматлит, 2005. – 240 с.
8. Клетеник Д. В. Сборник задач по аналитической геометрии/ Д.В. Клетеник. – 13-е изд., стереотип. – Москва : Гл. ред. физ-мат. лит-ры, 1996. – 240 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт**: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).