

ОБЫКНОВЕННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ 2022,
ЛИСТОК 1 (7 СЕНТЯБРЯ)

Задача 1. Доказать, что внутренности квадрата, круга и полукруга попарно диффеоморфны.

Задача 2. Являются ли следующие отображения диффеоморфизмами плоскости \mathbb{R}^2

а) $(x, y) \mapsto (2y, x + y^2)$; $(x, y) \mapsto (y + \varepsilon \sin(y), \cos(y) + x)$?

Задача 3. Докажите (локальную) единственность решения для дифференциальных уравнений на прямой $\dot{x} = 0$, $\dot{x} = 1$ и $\dot{x} = kx$.

Задача 4. Пусть F – диффеоморфизм. Верно ли, что $F_*(v_1 + v_2) = F_*v_1 + F_*v_2$?

Задача 5. а) Запишите векторное поле $\frac{\partial}{\partial x}$ в полярных координатах. Запишите векторное поле $\frac{\partial}{\partial \varphi}$ в декартовых координатах.

б) Рассмотрим отображение $F: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$, $F(x, y) = (-y + x^2, 2x)$. Докажите, что F – диффеоморфизм и найдите F_*v для $v = y\frac{\partial}{\partial x} - x\frac{\partial}{\partial y}$.

Задача 6. Выпрямить векторное поле $v = y\frac{\partial}{\partial x} - x\frac{\partial}{\partial y}$ на множестве $\{(x, y) | x > 0, y > 0\}$.

Задача 7. Пусть матрица $\varphi(t)$ гладко зависит от t , ортогональна при любом t и $\varphi(0) = E$. Докажите, что ее вектор скорости в нуле – кососимметрическая матрица.

Задача 8. Найдите $L_v f$ для $v = \sum_{i=1}^n x_i \frac{\partial}{\partial x_i}$, f – однородный многочлен степени k .

Задача 9. Найдите формулу для коммутатора векторных полей $\sum a_i(x) \frac{\partial}{\partial x_i}$ и $\sum b_i(x) \frac{\partial}{\partial x_i}$.

Задача 10. Проверьте тождество Якоби $[[x, y], z] + [[y, z], x] + [[z, x], y] = 0$ для векторных полей x, y, z .

Задача 11. Существует ли в пространстве векторных полей на прямой трехмерное линейное подпространство, замкнутое относительно коммутирования?