

Виртуальная лабораторная работа

ДИВЕРГЕНЦИЯ И РОТОР

Цель работы: с помощью компьютерной модели выяснить физический смысл дифференциальных операторов векторного анализа - дивергенции и ротора.

Оборудование: персональный компьютер;
математическая программа GeoGebra

<https://www.geogebra.org/>

(Android-смартфон и мобильные версии GeoGebra 2D и 3D)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.geogebra.android>

<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.geogebra.android.g3d>

Модели: 3D GeoGebra-апплет (ЭЛД - Векторное поле)

<https://www.geogebra.org/material/download/format/file/id/DG4FBydd>

2D GeoGebra-апплет (ЭЛД - Дивергенция и ротор)

<https://www.geogebra.org/material/download/format/file/id/TSCRSSvX>

Порядок выполнения работы

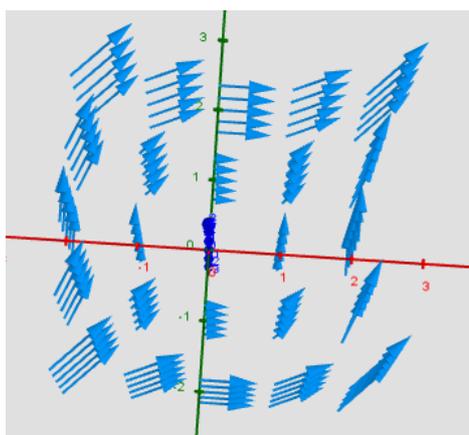


Рис. 1. GeoGebra-апплет

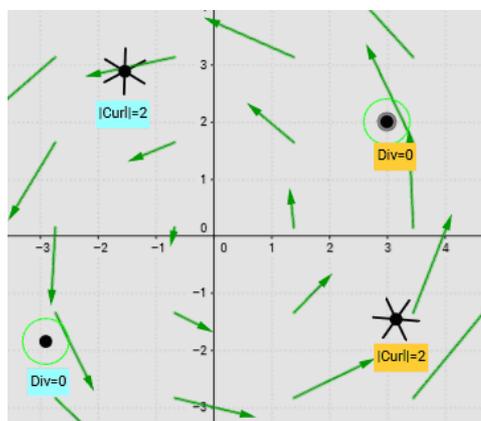


Рис. 2. GeoGebra-апплет

1. Откройте апплет "ЭЛД - Векторное поле" (*Файл/Открыть файл с GeoGebra...*, а далее воспользоваться поиском по названию апплета "ЭЛД - Векторное поле").
2. Изучите апплет, изображающий сечение векторное поле. С помощью мышки можете повернуть систему координат и изменить точку обзора.
3. Рассмотрите несколько случаев векторных полей:
 - $F_1 = x / (x^2 + y^2 + z^2)$,
 $F_2 = y / (x^2 + y^2 + z^2)$,
 $F_3 = z / (x^2 + y^2 + z^2)$;
 - $F_1 = x$, $F_2 = y$, $F_3 = z$;
 - $F_1 = -y$, $F_2 = x$, $F_3 = 0$;
 - $F_1 = \ln(1+y^2)$,
 $F_2 = \ln(1+x^2)$,
 $F_3 = 0$;
 - придумайте свой вариант
4. Для каждого из случаев сделайте зарисовку в проекции на плоскость xOy запишите векторное поле в соответствующем виде:
$$\vec{F} = F_1 \cdot \vec{i} + F_2 \cdot \vec{j} + F_3 \cdot \vec{k} .$$

5. Самостоятельно выясните, что такое "дивергенция" и "ротор". Выберите наиболее понятные Вам определения.
6. Откройте апплет "ЭЛД - Дивергенция и ротор" (*Файл/Открыть файл с GeoGebra...*, а далее воспользоваться поиском по названию апплета "ЭЛД - Дивергенция и ротор").

7. Проведите исследование всех доступных Вам в данном апплете векторных полей. Для этого перемещайте с помощью мышки элементарную поверхность дивергенции и элементарную крыльчатку ротора и наблюдайте за изменениями численных значений в разных областях поля.
8. Сделайте зарисовки для каждого вида поля с указанием значений дивергенции и ротора не менее чем в 4х точках.
9. Сделайте самостоятельно вывод о физическом смысле операторов дивергенции и ротора и дайте им свои интуитивные письменные определения.