

Рассмотренные приемы отбора содержания для разработки учебных заданий для изучения темы «Компьютерное информационное 3D-моделирование», а также приемы обучения построению 3-D моделей, позволяют учащимся не только получать определенные знания и умения, но и постоянно поддерживать их интерес к рассматриваемой части школьного курса информатики и развивать их в целом.

### **Список использованных источников**

1. Информатика. 9-й класс / В.М. Котов [и др.]. – Минск: Народная асвета, 2019. – 166 с.
2. Мальцева, Е.И. Особенности создания 3D-моделей в Blender / Е.И. Мальцева, М.И. Озерова // Информационные технологии в науке и производстве: сб. труд. конф. // Омский государственный технический университет; ред. А.Н. Янишевская. – Омск, 2018. – С. 105–111.

УДК 517.518.45

## **О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗА ПРИ РАСЧЕТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ, ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ И МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ.**

**Кажуро А.В.**

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Научный руководитель: к. п. н., доцент Якимович В.С.*

Аннотация:

Рассматриваются вопросы использования теории поля для расчета электрических, электростатических, электромагнитных и магнитных полей. Показана межпредметная связь раздела «Векторный анализ» дисциплины «Математика» с инженерными и специальными дисциплинами.

Одним из основных понятий раздела «Векторный анализ» является понятие поля. Данное понятие является основополагающим для дальнейшего успешного изучения специальных и технических дисциплин. Векторные и скалярные поля рассматриваются не только при решении многих задач по математике, но и в физике, механике, электротехнике и других технических дисциплинах возникает потребность исследования структуры физического поля и его воздействие на материальные объекты. Говоря о физическом поле в общем случае понимают ту или иную характеристику физической среды, заполняющей область пространства, в которой происходят определенные процессы.

Очень часто при решении задач, связанных с расчетами в электрических, электростатических и электромагнитных полях используются такие понятия теории поля как циркуляция, ротор и дивергенция. Остановимся на рассмотрении этих понятий более подробно с использованием конкретных примеров.

Так как физическим смыслом циркуляции вектора напряженности является работа по перемещению единичного заряда по замкнутому контуру, рассмотрим задачу о нахождении циркуляции вектора напряженности вдоль окружности радиусом  $R$ , проходящей внутри проводника и ориентированной так, что ее плоскость составляет угол  $\alpha$  с вектором плотности тока  $j$ .

**Пример 1** [2, С.264]. По сечению проводника равномерно распределен ток плотностью  $j = 2 \text{ MA} / \text{ м}^2$ . Найти циркуляцию вектора напряженности вдоль окружности радиусом  $R = 5 \text{ мм}$ , проходящей внутри проводника и ориентированной так, что ее плоскость составляет угол  $\alpha = 30^\circ$  с вектором плотности тока.

*Решение.* Так как под циркуляцией векторного поля по контуру понимается скалярная величина, численно равная криволинейному

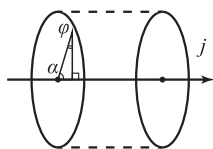


Рисунок 1

интегралу второго рода:  $\oint_l H_i dl = \sum_{i=1}^n I_i = S_{np} \cdot j$ .

Таким образом, нам необходимо найти площадь фигуры, полученной при проекции окружности на плоскость перпендикулярную току (Рисунок 1). Используем теорему о площади проекции и получаем:  $S_{np} = S \cdot \cos \varphi = S \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = \pi r^2 \sin \alpha$ .

Тогда:

$$\oint_l H_i dl = \sum_{i=1}^n I_i = S_{np} \cdot j = j\pi r^2 \sin \alpha = 3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot \sin 30^\circ = 78,5 (\text{А}).$$

Ответ: 78,5 А.

Рассмотрим следующую характеристику вихревых движений в поле, благодаря которой можно судить о потенциальности поля – ротор векторного поля.

**Пример 2.** [2, С. 260] Определить является ли потенциальным электрическое поле, которое задано уравнением

$$\vec{E}(x, y) = 2Axy\vec{i} + A(x^2 - y^2)\vec{j}.$$

*Решение.* Согласно теореме о циркуляции, если вихорь поля равен нулю, то поле потенциально, следовательно  $\text{rot}\vec{E} = 0$ . Для вычисления используем определение ротора:

$$\text{rot}\vec{E} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_x & E_y & E_z \end{vmatrix} = \left( \frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \right) \vec{i} - \left( \frac{\partial E_z}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial z} \right) \vec{j} + \left( \frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \right) \vec{k}.$$

Так как,  $\vec{E}(x, y) = 2Axy\vec{i} + A(x^2 - y^2)\vec{j} \Rightarrow E_x = 2Axy, E_y = A(x^2 - y^2), E_z = 0$ .

Найдем частные производные:

$$\frac{\partial E_y}{\partial x} = (E_y)'_x = (A(x^2 - y^2))'_x = 2Ax; \quad \frac{\partial E_x}{\partial y} = (E_x)'_y = (2Axy)'_y = 2Ax.$$

Таким образом получили:

$$\text{rot}\vec{E} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_x & E_y & E_z \end{vmatrix} = \left( \frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \right) \vec{k} = (2Ax - 2Ax)\vec{k} = 0.$$

Ответ: поле является потенциальным.

Так как дивергенция — точная характеристика интенсивности источников или стоков, рассмотрим использование данного понятия при решении задач, связанных с расчетами в электрических, электростатических и электромагнитных полях.

**Пример 3.** [1, С.79] Пусть, вектор магнитной индукции  $\vec{B}$  изменяется по закону  $\vec{B} = C \sin y\vec{i}$ , необходимо определить характер поля вектора  $\vec{B}$ .

*Решение.* Определить характер поля — значит определить наличие или отсутствие его истоков и вихрей. Математическая задача сводится к отысканию функций  $\operatorname{div} \bar{B}$  и  $\operatorname{rot} \bar{B}$ :

$$\operatorname{rot} \bar{B} = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = \left( \frac{\partial B_z}{\partial y} - \frac{\partial B_y}{\partial z} \right) \bar{i} - \left( \frac{\partial B_z}{\partial x} - \frac{\partial B_x}{\partial z} \right) \bar{j} + \left( \frac{\partial B_y}{\partial x} - \frac{\partial B_x}{\partial y} \right) \bar{k},$$

$$\operatorname{div} \bar{B} = \frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial y} + \frac{\partial B_z}{\partial z}.$$

Найдем их, записав предварительно данные функции в декартовых координатах:  $B_x = C \sin y$ ,  $B_y = 0$ ,  $B_z = 0$ . Найдем частные производные:

$$\frac{\partial B_x}{\partial x} = (B_x)'_x = (C \sin y)'_x = 0; \quad \frac{\partial B_y}{\partial y} = (B_y)'_y = (0)'_y = 0; \quad \frac{\partial B_z}{\partial z} = (B_z)'_z = (0)'_z = 0 \Rightarrow$$

$$\operatorname{div} \bar{B} = \frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial y} + \frac{\partial B_z}{\partial z} = 0 + 0 + 0 = 0.$$

$$\frac{\partial B_z}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial B_y}{\partial z} = 0; \quad \frac{\partial B_z}{\partial x} = 0; \quad \frac{\partial B_x}{\partial z} = (B_x)'_z = (C \sin y)'_z = 0; \quad \frac{\partial B_y}{\partial x} = 0;$$

$$\frac{\partial B_x}{\partial y} = (B_x)'_y = (C \sin y)'_y = C \cos y \Rightarrow \operatorname{rot} \bar{B} = (0-0)\bar{i} - (0-0)\bar{j} + (0-C \cos y)\bar{k} = -C \cos y \bar{k}.$$

*Ответ:* поле данного вектора является вихревым.

**Пример 4.** [1, С.79] Определите при каком условии линии магнитной напряженности  $\bar{H}$  непрерывны.

*Решение.* Для решения данной задачи необходимо так же использовать понятие дивергенции.

Согласно тому, что в стационарных магнитных полях  $\operatorname{div} \bar{B} = 0$ , то есть линии магнитной индукции непрерывны вне зависимости от свойств среды.

Тогда для вектора напряженности мы получим:

$$\operatorname{div}(\mu_a \bar{H}) = 0,$$

где  $\mu_a$  — абсолютная магнитная проницаемость.

Учитывая тождество:  $\operatorname{div}(\mu_a \bar{H}) = [\bar{H} \cdot \operatorname{grad} \mu_a] + \mu_a \operatorname{div} \bar{H}$ , получаем, что линии вектора магнитной напряженности непрерывны и  $\operatorname{div} \bar{H} = 0$  только при  $\mu_a = \text{const}$ .

## Список использованных источников

1. Купцов А.М. Теоретические основы электротехники. Решения типовых задач, ч.3. Основы теории электромагнитного поля: учебное пособие / Купцов А.М.; НИ Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2010. — 115 с.
2. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике: учебное пособие. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1981. — 496 с., ил.

УДК 378.091

### ИНФОРМАЦИОННАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ БУДУЩЕГО ПЕДАГОГА-ИНЖЕНЕРА

**Кузьмин А.Э., студент**

*БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: ст.преподаватель Игнаткович И.В.*

Аннотация:

В данной статье рассматривается информационная компетентность будущих педагогов-инженеров, определены уровни сформированности информационной компетентности студентов инженерно-педагогического факультета БНТУ.

Информационная компетентность педагога указывает на его уровень овладения и использования информации в образовательном процессе. К важным информационным компетенциям, владение которыми необходимо современному педагогу, можно отнести следующие:

- знание и использование всех доступных методов поиска, переработки и хранения данных в современных информационных потоках;
- умение делиться информацией в глобальной сети Интернет;
- владение навыками пользования компьютерными и Интернет-технологиями по заданной дисциплине, с учетом всех его особенностей.
- управление навыками работы с техническими средствами обучения и различными подвиды компьютерной информации;
- владение навыками по организации и проведению внеаудиторных мероприятий с помощью компьютерных Интернет-технологий;