

## Сила и плотность тока

Если в проводнике носители заряда движутся с некоторой средней скоростью  $\langle \vec{u} \rangle$ , говорят, что в нем течет ток. Характеристикой тока является его сила  $I$ :

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

$dq$  – заряд, проходящий за время  $dt$  сквозь поверхность, перпендикулярную движению зарядов.

Сила тока зависит от площади сечения проводника. Введем характеристику  $\vec{j}$ , зависящую только от зарядов:

$$dI = (\vec{j}; d\vec{S}) \quad (2)$$

$$I = \int_S \vec{j} d\vec{S} \quad (3)$$

Эта характеристика называется плотностью тока. Она численно равна заряду, проходящему за единицу времени через поверхность с единичной площадью.

Ток, в котором  $\vec{j}$  не меняется со временем называется постоянным. Для него справедливо:

$$I = \frac{q}{t} \quad (4)$$

Возьмем внутри проводника замкнутую поверхность  $S$ , изнутри которой вытекает заряд. По закону сохранения заряда скорость убывания заряда равна заряду, пересекающему  $S$  в единицу времени:

$$\frac{-dq}{dt} = \oint_S \vec{j} d\vec{S} \quad (5)$$

Выразив заряд через его плотность, получим:

$$\oint_S \vec{j} d\vec{S} = -\frac{d}{dt} \int_V \rho dV = -\int_V \frac{\partial \rho}{\partial t} dV \quad (6)$$

По теореме Остроградского-Гаусса:

$$\int_V (\vec{\nabla}; \vec{j}) dV = -\int_V \frac{\partial \rho}{\partial t} dV \quad (7)$$

Отсюда:

$$(\vec{\nabla}; \vec{j}) = -\frac{\partial \rho}{\partial t} \quad (8)$$

Это соотношение называется уравнением непрерывности.

В случае стационарного тока плотность заряда не зависит от времени, поэтому  $(\vec{\nabla}; \vec{j}) = 0$ .