

## 7. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

*Сила постоянного электрического тока* определяется отношением

$$I = \frac{q}{t},$$

где  $q$  — заряд, проходящий через поперечное сечение проводника за время  $t$ .

*Плотность электрического тока:*

$$j = I / S,$$

где  $I$  — сила тока;  $S$  — площадь поперечного сечения проводника.

*Закон Ома для участка цепи, не содержащего ЭДС* имеет вид

$$I = U / R,$$

где  $I$  — сила тока;  $U$  — напряжение на этом участке;  $R$  — сопротивление.

*При последовательном соединении проводников* рассчитывают:

*общее сопротивление  $R$ :*

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n,$$

где  $R_1, R_2, \dots, R_n$  — сопротивления отдельных проводников; если  $R_1 = R_2 = \dots = R_n$ , то  $R = nR_1$ ;

*напряжение на концах всей цепи:*

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n,$$

где  $U_1, U_2, \dots, U_n$  — напряжение на отдельных проводниках.

*При параллельном соединении проводников* определяют:  
*общее сопротивление  $R$ :*

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n};$$

если  $R_1 = R_2 = \dots = R_n$ , то  $R = \frac{R_1}{n}$ ;

силу тока  $I$  до разветвления:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n,$$

где  $I_1, I_2, \dots, I_n$  — сила тока в параллельных ветвях.

**Закон Ома для замкнутой цепи:**

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r},$$

где  $I$  — сила тока в цепи;  $\varepsilon$  — ЭДС источника;  $R$  — сопротивление внешнего участка цепи;  $r$  — внутреннее сопротивление источника.

**Напряжение на зажимах источника электрической энергии:**

$$U = IR = \varepsilon - Ir,$$

если внутри источника ток направлен от отрицательного полюса к положительному; при противоположном направлении тока:

$$U = \varepsilon + Ir.$$

**Сила тока при коротком замыкании источника энергии** равна отношению ЭДС источника к его внутреннему сопротивлению:

$$I_0 = \frac{\varepsilon}{r}.$$

**Сила тока в цепи при последовательном соединении источников с различными ЭДС** выражается уравнением

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n}{R + r_1 + r_2 + \dots + r_n}.$$

где  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$  — ЭДС источников;  $r_1, r_2, \dots, r_n$  — внутренние сопротивления источников.

**Сила тока при последовательном соединении  $n$  одинаковых источников с ЭДС  $\varepsilon$  и внутренним сопротивлением  $r$**  равна

$$I = \frac{n\varepsilon}{R + nr}.$$

Сила тока в цепи при параллельном соединении  $n$  одинаковых источников с ЭДС  $\varepsilon$  равна

$$I = \frac{\varepsilon}{R + \frac{r}{n}}$$

**Правила Кирхгофа:**

1. Алгебраическая сумма сил токов, сходящихся в любом узле (т. е. в точке разветвления проводников) равна нулю:

$$I_1 + I_2 + \dots + I_n = 0,$$

где  $n$  — число проводников, сходящихся в узле.

2. В любом замкнутом контуре алгебраическая сумма падений напряжения (т. е. произведений сил токов  $I_i$  на соответствующие сопротивления  $R_i$ ) равна алгебраической сумме ЭДС, имеющих в этом контуре:

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + \dots + I_n R_n = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n.$$

**Работа постоянного электрического тока** при прохождении через проводник выражается соотношениями

$$A = qU = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t,$$

где  $q$  — заряд, прошедший через проводник;  $U$  — напряжение на концах проводника;  $I$  — сила тока в проводнике;  $t$  — время прохождения тока;  $R$  — сопротивление проводника.

**Мощность постоянного тока** выражается соотношениями

$$P = \frac{qU}{t} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

**Закон Джоуля—Ленца:** количество теплоты, выделяемое проводником сопротивлением  $R$  при прохождении через него тока силой  $I$  равно

$$Q = I^2 R t,$$

где  $t$  — время прохождения тока.

**Полная мощность, развиваемая источником тока** выражается уравнениями

$$P = I\varepsilon = I^2 (R + r) = \frac{\varepsilon^2}{R + r},$$

где  $\mathcal{E}$  — ЭДС источника с внутренним сопротивлением  $r$ , замкнутого на внешнее сопротивление  $R$ .

**Полезная мощность** — это мощность, выделяемая на внешнем участке цепи, сопротивление которого равно  $R$  выражается соотношениями

$$P_1 = IU = \frac{U^2}{R} = I\mathcal{E} - I^2r = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R+r)^2}.$$

**Коэффициент полезного действия (КПД) источника тока** определяется соотношениями

$$\eta = \frac{P_1}{P} = \frac{U}{\mathcal{E}} = \frac{R}{R+r}.$$