ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Лекция 1. Основные понятия электрических цепей. Закон Ома

1.1. Электрический ток, напряжение, сопротивление

Электрический ток — это направленное (упорядоченное) движение электрических зарядов в проводнике. В металлах носителями заряда являются свободные электроны. За направление тока условно принимают направление движения положительных зарядов (от «плюса» к «минусу» источника).

Сила тока (I) — количество электричества, проходящего через поперечное сечение проводника за единицу времени. Единица измерения — ампер (А).

$$I = Q / t \quad [А], \text{ где } Q \text{ — заряд [Кл]}, t \text{ — время [с]}$$

Электрическое напряжение (U) — работа, которую совершает электрическое поле по перемещению единичного заряда между двумя точками. Единица — вольт (В).

$$U = A / Q \quad [В], \text{ где } A \text{ — работа [Дж]}$$

Электрическое сопротивление (R) — способность проводника препятствовать прохождению тока. Зависит от материала, длины и сечения проводника. Единица — ом (Ом).

$$R = \rho \times \ell / S \quad [Ом], \text{ где } \rho \text{ — удельное сопротивление [Ом·мм}^2\text{/м]}, \ell \text{ — длина [м]}, S \text{ — сечение [мм}^2\text{]}$$

1.2. Источники и потребители. ЭДС

Источник электрической энергии (генератор, батарея, аккумулятор) преобразует другие виды энергии в электрическую. Электродвижущая сила (ЭДС, E) — работа сторонних сил по перемещению единичного заряда внутри источника. Единица — вольт (В).

Потребитель — устройство, преобразующее электрическую энергию в другие виды (лампа — в свет и тепло, двигатель — в механическую работу, нагреватель — в тепло).

Внутреннее сопротивление источника (r_0) — сопротивление, которым обладает сам источник. При прохождении тока через источник на внутреннем сопротивлении возникает падение напряжения $I \times r_0$.

1.3. Закон Ома для участка цепи и для полной цепи

Закон Ома для участка цепи (без ЭДС):

Сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению на его концах и обратно пропорциональна сопротивлению участка.

$$I = U / R$$

Закон Ома для полной цепи (с источником):

Сила тока в замкнутой цепи прямо пропорциональна ЭДС источника и обратно пропорциональна сумме внешнего и внутреннего сопротивлений.

$$I = E / (R + r_0)$$

⚠ Если $R >> r_0$, то напряжение на зажимах источника почти равно ЭДС. Если $R = 0$ — режим короткого замыкания, ток ограничивается только r_0.

1.4. Режимы работы электрической цепи

Режим	Условие	Ток	Напряжение
Номинальный	R = R_ном	I = I_ном	U = U_ном
Холостой ход	R → ∞ (разрыв)	I = 0	U = E
Короткое замыкание	R = 0	I = E/r₀ (max)	U = 0
Согласованный	R = r₀	I = E/(2r₀)	U = E/2 (max мощность)

1.5. Работа и мощность электрического тока

Работа тока — электрическая энергия, затраченная в цепи за время t:

$$A = U \times I \times t \quad [Дж]$$

Мощность — работа за единицу времени:

$$P = U \times I = I^2 \times R = U^2 / R \quad [Вт]$$

Закон Джоуля–Ленца: количество теплоты, выделяемой током в проводнике:

$$Q = I^2 \times R \times t \quad [Дж]$$

1.6. КПД источника

КПД источника — отношение мощности, отдаваемой во внешнюю цепь, к полной мощности источника:

$$\eta = R / (R + r_0) \times 100\%$$

1.7. Практика электромонтёра

- Проверка сопротивления изоляции мегаомметром — сопротивление должно быть не ниже нормы (обычно 0,5 МОм для сетей до 1 кВ).
- Измерение тока клещевым амперметром без разрыва цепи.
- При КЗ ток резко возрастает — срабатывает защита (автомат, предохранитель).
- Падение напряжения на длинной линии: ΔU = I × R_линии. При больших ΔU нужно увеличить сечение провода.