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

Лекция 10. Электрические измерения и приборы

10.1. Классификация электроизмерительных приборов

Электроизмерительные приборы — устройства для измерения электрических величин: тока, напряжения, сопротивления, мощности, частоты, cos φ и др.

Признак	**Типы**
По роду тока	Постоянного, переменного, постоянного и переменного
По принципу действия	Магнитоэлектрические, электромагнитные, электродинамические, индукционные, цифровые
По классу точности	0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 (меньше — точнее)
По способу включения	Амперметр — последовательно, вольтметр — параллельно, ваттметр — и так, и так

10.2. Системы приборов

Магнитоэлектрическая система:

Неподвижный постоянный магнит + подвижная катушка с током. Рамка с током поворачивается в поле магнита. Высокая точность, равномерная шкала, но только для постоянного тока. Аналоговые вольтметры и амперметры.

Электромагнитная система:

Неподвижная катушка втягивает ферромагнитный сердечник. Проста, надёжна, работает на постоянном и переменном токе. Но шкала неравномерная, точность ниже. Щитовые приборы на щитах управления.

Электродинамическая система:

Две катушки (неподвижная и подвижная). Высокая точность на переменном токе, но чувствительна к внешним полям и дорогая. Лабораторные ваттметры.

Индукционная система:

Вихревые токи в алюминиевом диске взаимодействуют с магнитными потоками. Счётчики электрической энергии (кВт·ч).

Цифровые приборы:

АЦП преобразует измеряемую величину в цифру, которая отображается на дисплее. Мультиметры — универсальные приборы для измерения тока, напряжения, сопротивления, прозвонки цепей, проверки диодов и транзисторов.

10.3. Включение приборов

- Амперметр включается последовательно с нагрузкой. Имеет малое внутреннее сопротивление, чтобы не влиять на ток. Для расширения предела — шунт (параллельно прибору).
- Вольтметр включается параллельно участку. Имеет большое внутреннее сопротивление. Для расширения предела — добавочное сопротивление (последовательно).
- Ваттметр имеет две цепи: токовую (последовательно с нагрузкой, как амперметр) и напряжения (параллельно нагрузке, как вольтметр).
- Измерение тока клещами (токовые клещи) — без разрыва цепи, по принципу трансформатора тока.

10.4. Измерение сопротивления

- Омметр — для измерения сопротивлений от долей ома до МОм. Простейший — по схеме: батарея + измерительный механизм + неизвестное сопротивление.
- Мегаомметр — для измерения больших сопротивлений изоляции (от 0,1 до 1000 МОм). Встроенный генератор на 100, 500, 1000 или 2500 В.
- Измерение методом амперметра и вольтметра — R = U/I, применяется в лабораторных условиях.
- Мост постоянного тока — для точного измерения малых сопротивлений.

10.5. Измерение мощности и энергии

Активная мощность в однофазной цепи — ваттметром. В трёхфазной:

- При симметричной нагрузке — один ваттметр, показание × 3.
- При несимметричной — метод двух ваттметров (схема Арона).

Учёт электрической энергии — счётчиками (индукционными или электронными), показывающими расход в кВт·ч. Электронные счётчики позволяют учитывать активную и реактивную энергию, многотарифный учёт.

10.6. Погрешности измерений

Абсолютная погрешность: $\Delta A = A_{изм} - A_{ист}$

Относительная погрешность: $\delta = (\Delta A / A_{ист}) \times 100\%$

Приведённая погрешность (определяет класс точности): $\gamma = (\Delta A / A_{max}) \times 100\%$

⚠ Класс точности прибора — максимальная приведённая погрешность в процентах. Например, класс 1,5 означает, что максимальная погрешность измерения равна ±1,5% от верхнего предела шкалы.

10.7. Практика электромонтёра

- Мультиметр — основной прибор в работе электромонтёра. Перед измерением выбрать предел, род тока, тип измерения.

- Прозвонка цепи — режим звуковой сигнализации низкого сопротивления; проверка целостности проводов, предохранителей, контактов.
- Мегаомметр — перед измерением отключить напряжение и разрядить ёмкость кабеля. Измерять при отключенных потребителях.
- Токовые клещи — быстрое измерение тока без отключения линии. Особо удобны для проверки нагрузки по фазам.
- Проверка чередования фаз — фазоуказателем перед включением двигателя.
- Калибровка и поверка приборов — по графику, в специализированной лаборатории.
- Снятие показаний счётчиков — для учёта энергопотребления и контроля потерь.