Методы определения затрат на электроэнергию

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Тема объединяет физический смысл показателей и практические методы оценки систем электроснабжения.

Учёт потребления, тарифная структура и расчёт стоимости



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

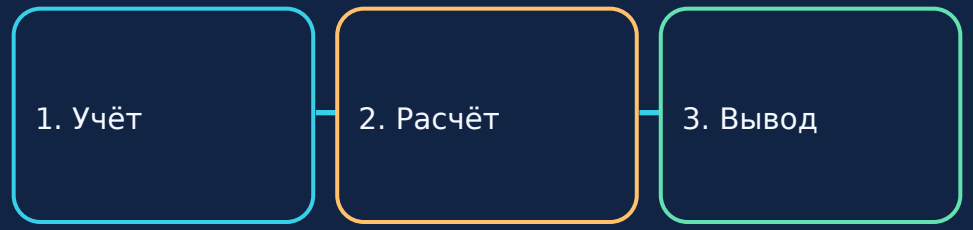
Цель лекции — перейти от определения показателей к инженерному расчёту и анализу.

Цель, задачи и ожидаемые результаты

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рассмотрим ключевые понятия, расчётные формулы и возможные источники ошибок.

Рассчитывать потребление по мощности и времени. • Различать энергию, мощность и реактивную составляющую. • Сопоставлять варианты управления нагрузкой.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

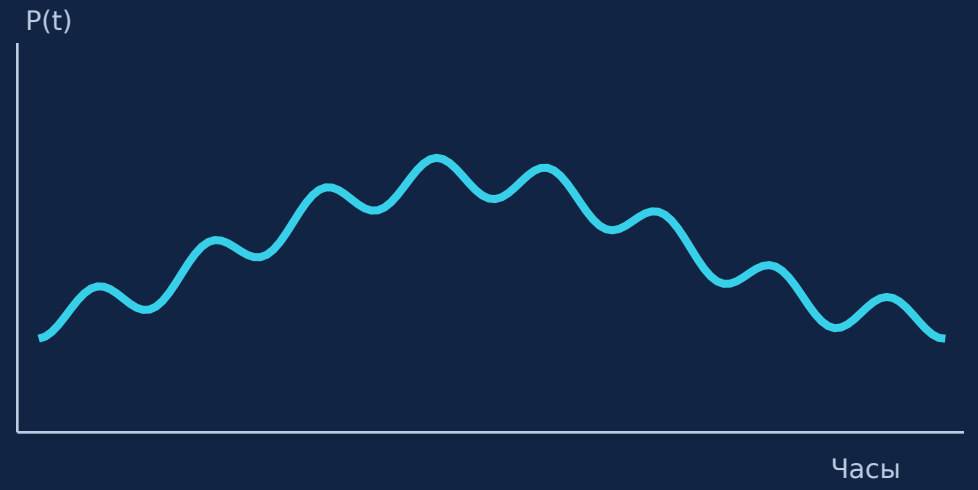
Ожидаемый результат: объяснить метод, выполнить расчёт и обосновать вывод.

От мощности к энергии

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Электроэнергия равна интегралу активной мощности по времени.

При постоянной нагрузке достаточно умножить мощность на время работы.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

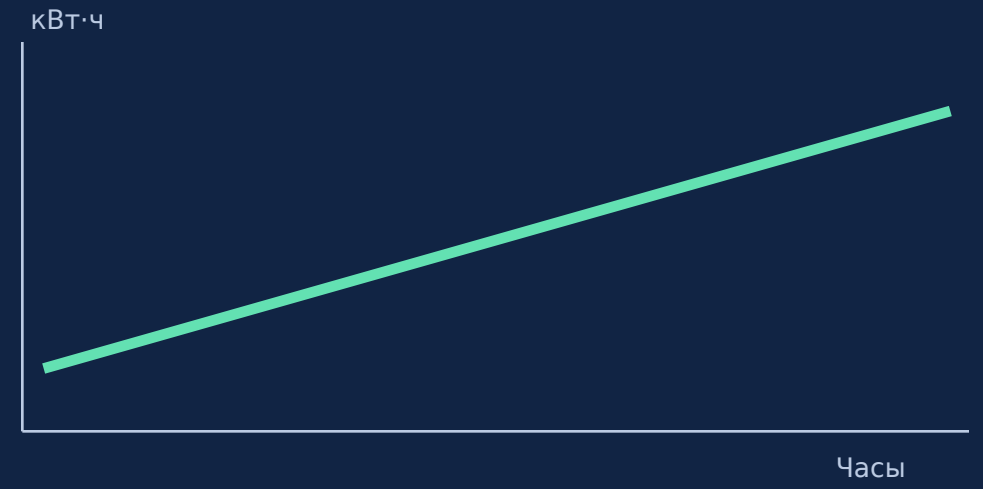
$$E = \int P(t)dt$$

Единицы измерения

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

кВт показывает мощность, а кВт·ч — накопленную энергию.

Подмена этих единиц приводит к ошибкам в сметах и отчётах.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

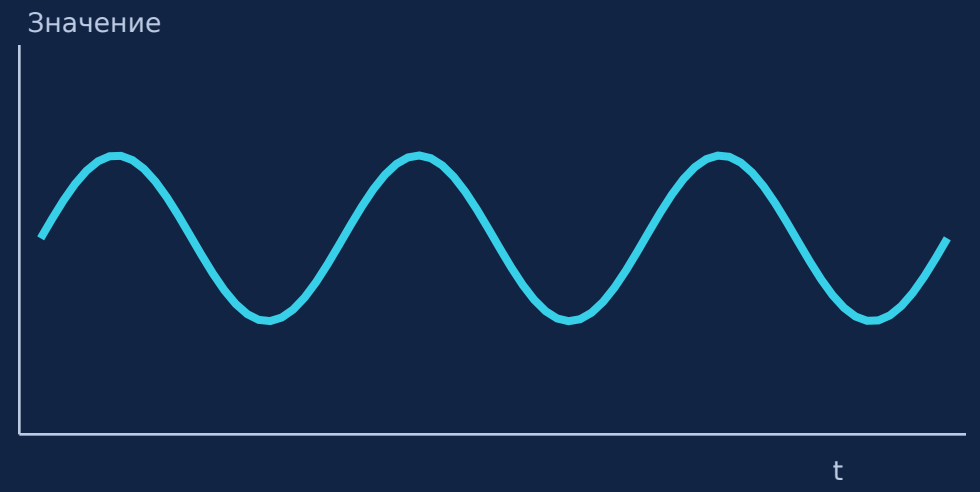
1 кВт·ч = 3,6 МДж

Показания счётчика

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Расход за период определяют разностью накопленных показаний.

Коэффициенты трансформации учитывают согласно схеме измерения.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

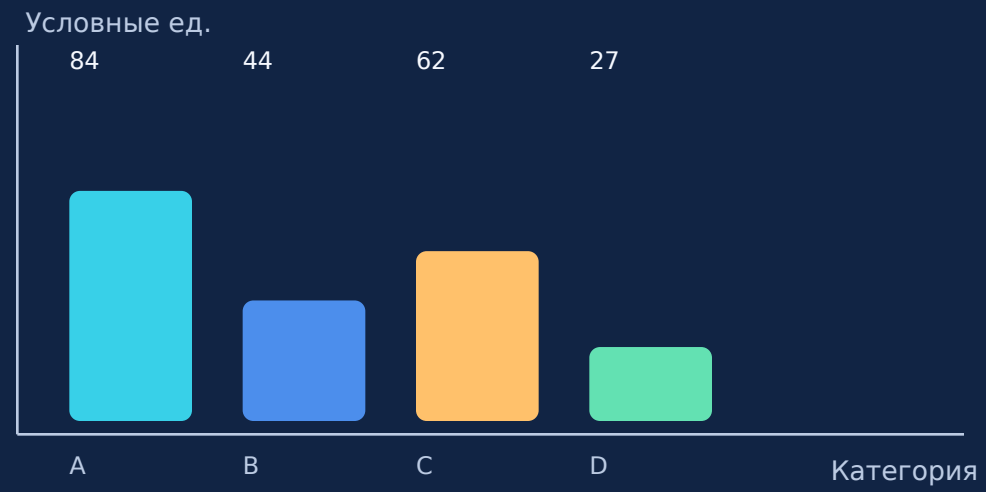
$$E = E_{кон} - E_{нач}$$

Тариф за электроэнергию

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При одноставочном тарифе стоимость зависит от объёма потреблённой энергии.

Реальные счета могут включать иные компоненты по условиям договора.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

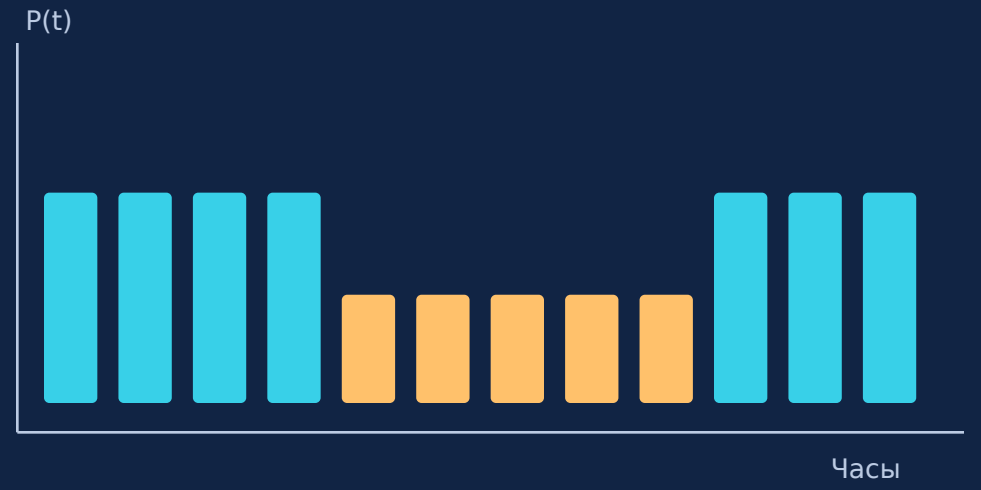
$$C_E = E \cdot c_E$$

Зонные тарифы

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При многозонном учёте учитывают энергию в каждом тарифном интервале.

Перенос части нагрузки может изменить платеж без изменения общей энергии.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

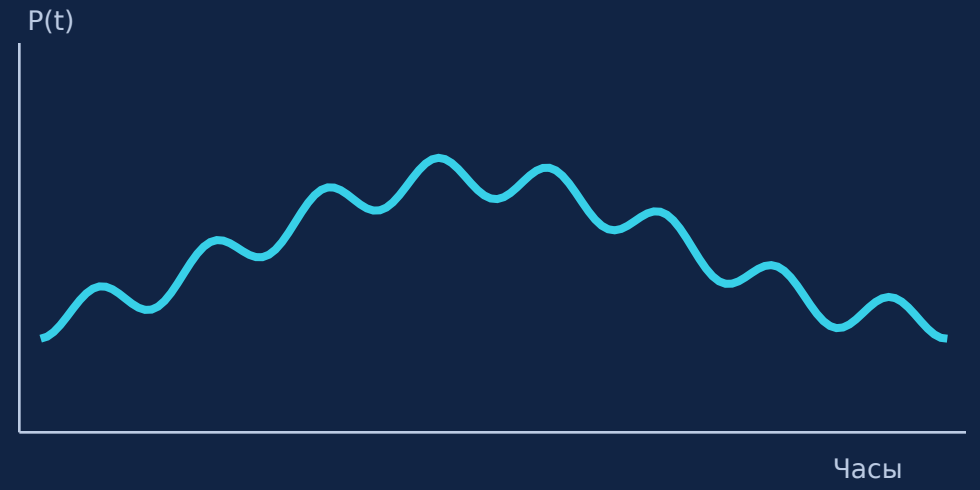
$$C = \sum E_i c_i$$

Оплата заявленной мощности

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В отдельных тарифных схемах отдельно учитывают максимум или договорную мощность.

Нельзя применять эту схему без анализа конкретного договора.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

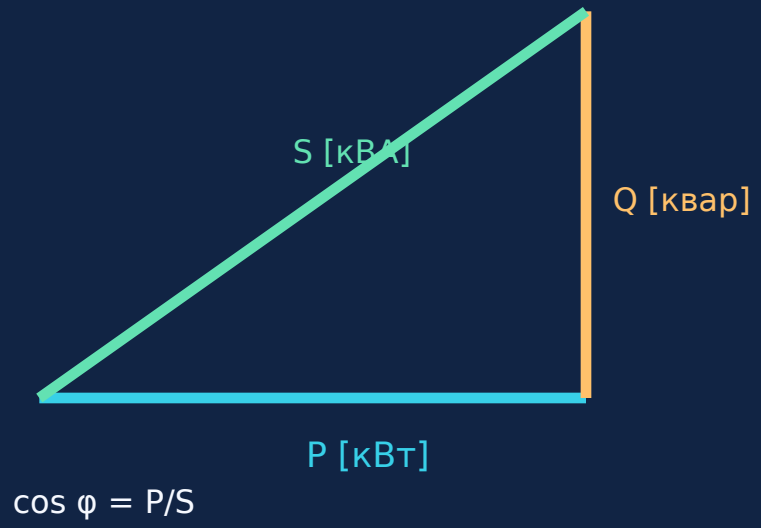
$$C = C_E + C_P$$

Коэффициент мощности

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При одинаковой активной мощности реактивная нагрузка повышает полный ток.

Штрафные или расчётные механизмы определяются условиями сети и договора.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

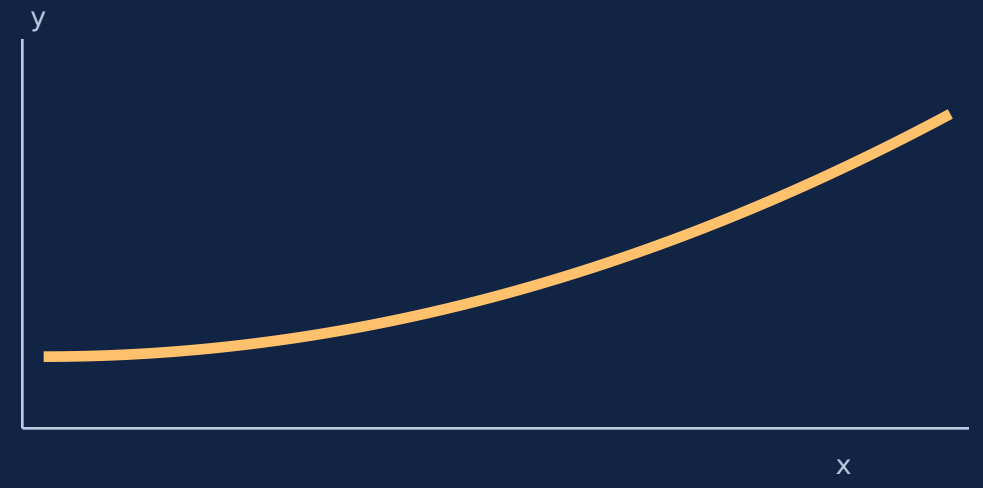
cosφ = P/S

Технические потери в линии

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Резистивные потери пропорциональны квадрату действующего тока.

Оптимизация режима уменьшает и потребление, и нагрев проводников.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

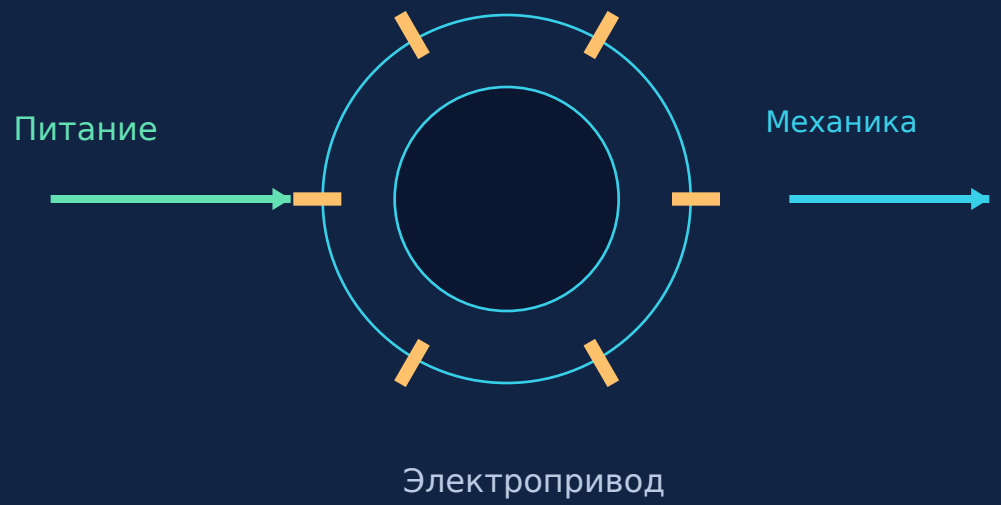
$$\Delta P = 3I^2R_ф$$

Учёт нагрузки электродвигателя

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Фактическую потребляемую мощность двигателя измеряют, а не всегда принимают по шильдику.

Номинальная механическая мощность отличается от электрической входной.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

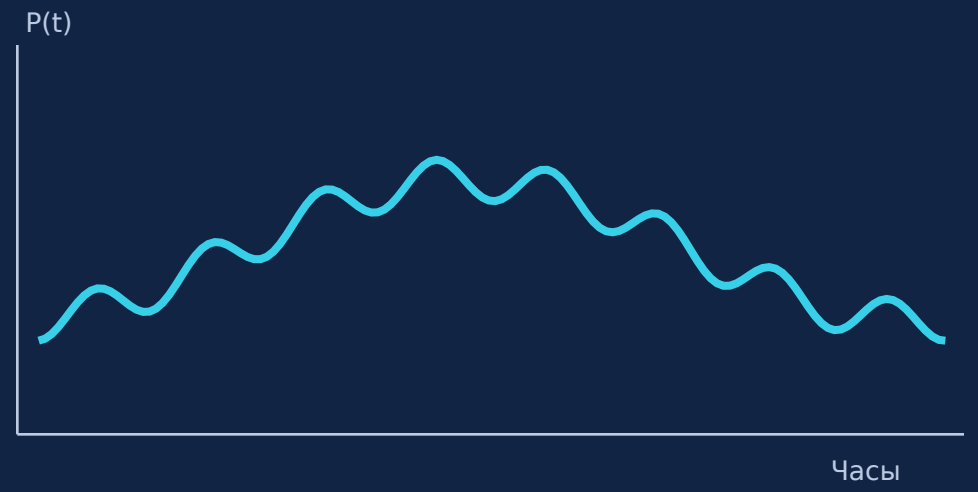
$$P_{эл} = P_{мех}/\eta$$

Профиль нагрузки предприятия

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Почасовой профиль показывает периоды максимальной и минимальной нагрузки.

График помогает оценить управление пиками потребления.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

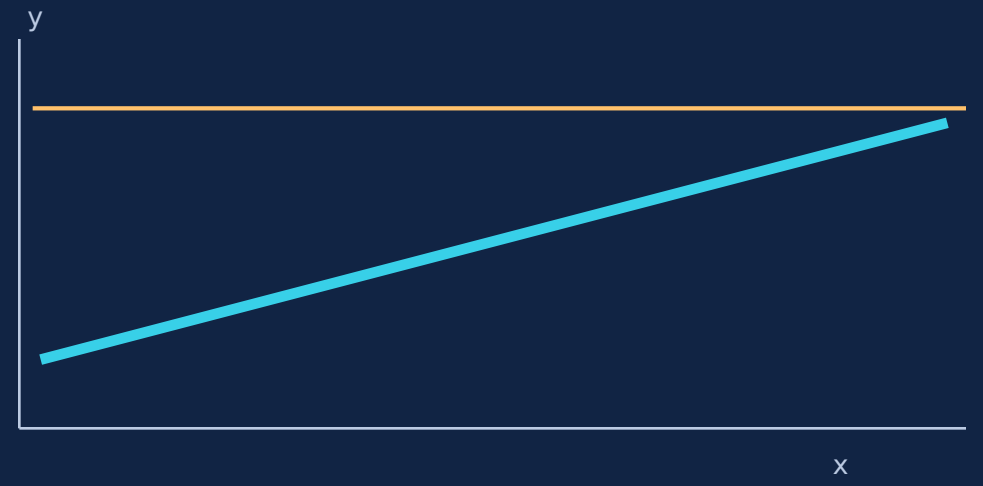
$$P_{ср} = E/T$$

Срок окупаемости

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Простой срок окупаемости сравнивает инвестиции и годовую экономию.

Он не учитывает временную стоимость денег и будущие ремонты.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

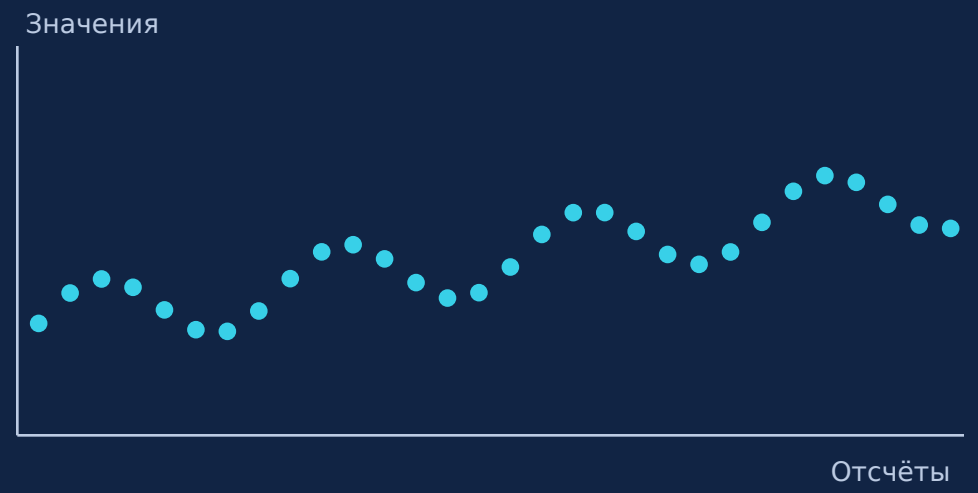
$$T_{ок} = I/S_{год}$$

Точность исходных данных

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Счётчик, интервалы съёма и схема включения определяют качество оценки затрат.

Сравнивать счета и измерения следует за один и тот же период.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

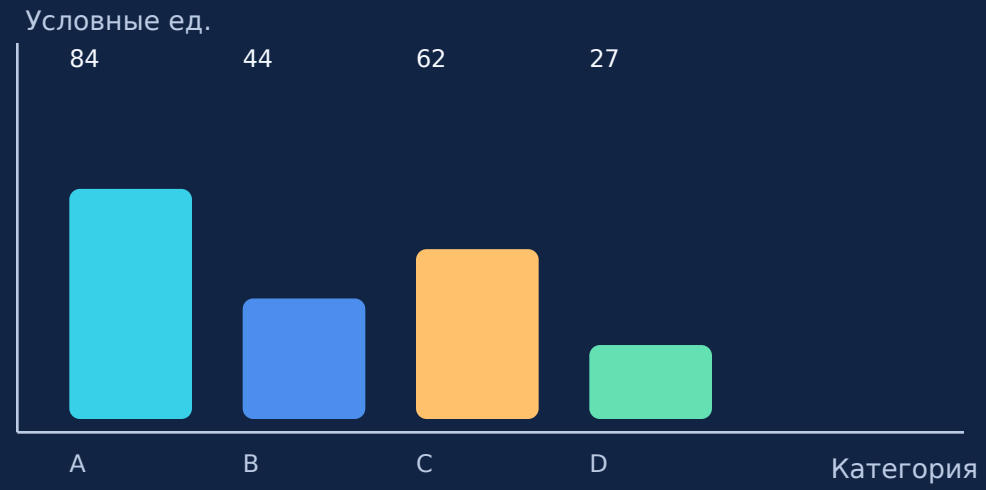
$$\delta E = \Delta E / E \cdot 100\%$$

Пример стоимости потребления

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Оборудование мощностью 12 кВт работает 150 часов в месяц.

При условном тарифе 25 тг/кВт·ч стоимость составит 45 000 тг.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

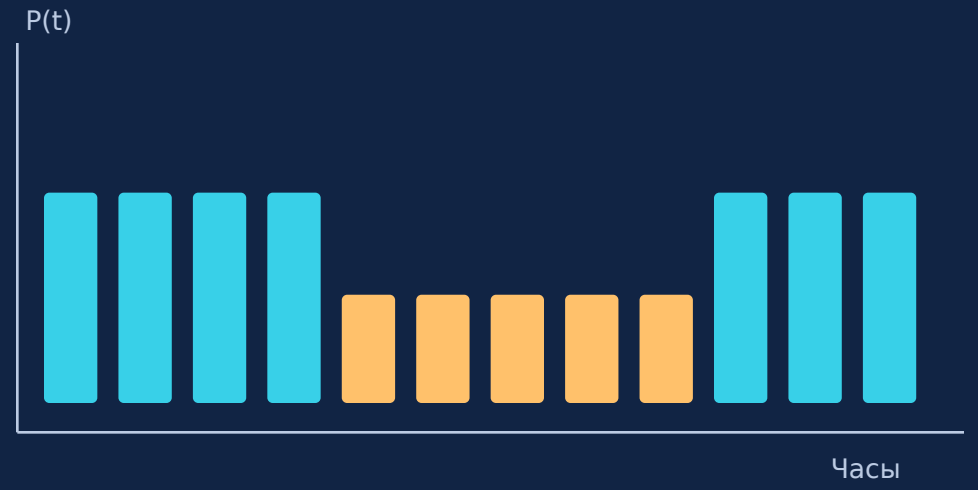
C = 12×150×25 = 45 000 тг

Кейс: перенос нагрузки

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сравнивают затраты до и после переноса части процессов на другой период.

Экономический эффект проверяют отдельно от физической экономии энергии.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

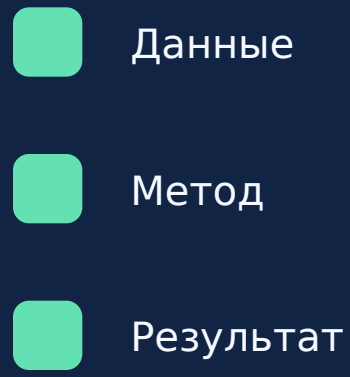
$$\Delta C = C_{до} - C_{после}$$

Ключевые выводы и ограничения

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Энергия и мощность являются разными расчётными величинами.

Тарифная модель должна соответствовать реальному договору. Достоверный расчёт опирается на измеренный профиль нагрузки.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

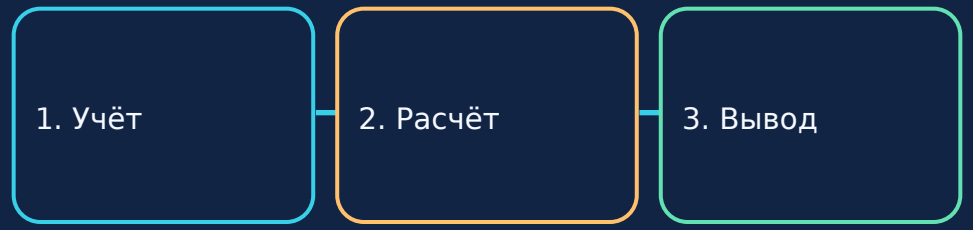
При практическом использовании всегда проверяйте допущения, единицы измерения и методику.

Контрольные вопросы и источники

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Почему кВт и кВт·ч нельзя взаимозаменять? 2. Как рассчитывается зонная стоимость энергии? 3. Какие ограничения у простого срока окупаемости?

Основные источники: ГОСТ 32144-2013; IEC 61000-4-30:2025; Закон РК № 541-IV; профильные учебники по качеству электроэнергии.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

Для проверки соответствия нормативам используйте действующие редакции документов.