Энергетическое обследование и энергетический паспорт

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

Энергоаудит, инструментальные измерения, оформление результатов

Энергия	Мощность
120 МВт·ч	**85 кВт**
THD	Частота
3,7%	**50 Гц**

УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

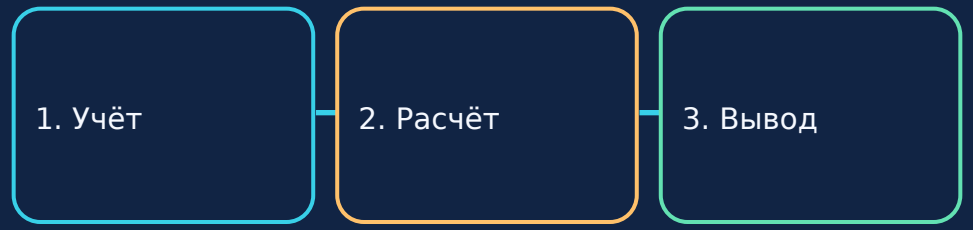
Цель лекции — перейти от определения показателей к инженерному расчёту и анализу.

Цель, задачи и ожидаемые результаты

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рассмотрим ключевые понятия, расчётные формулы и возможные источники ошибок.

Описывать этапы энергетического обследования. • Выбирать измеряемые параметры и приборы. • Формировать обоснованные рекомендации по экономии.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

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

Назначение энергоаудита

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Энергетическое обследование выявляет структуру потребления и потенциал снижения затрат.

Результат должен опираться на данные и проверяемые допущения.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

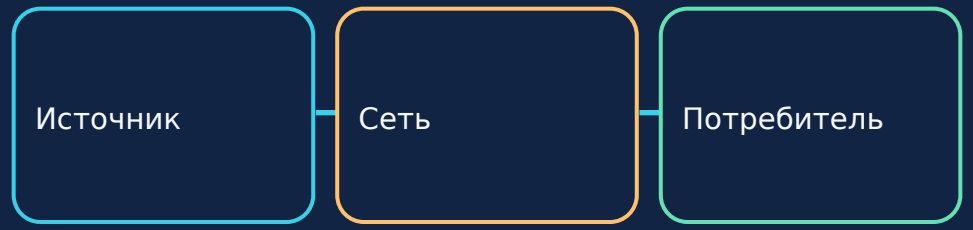
Данные → оценка → меры

Область обследования

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Устанавливают границы предприятия, состав оборудования и сроки анализа.

От этих границ зависят показатели и результат расчёта.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

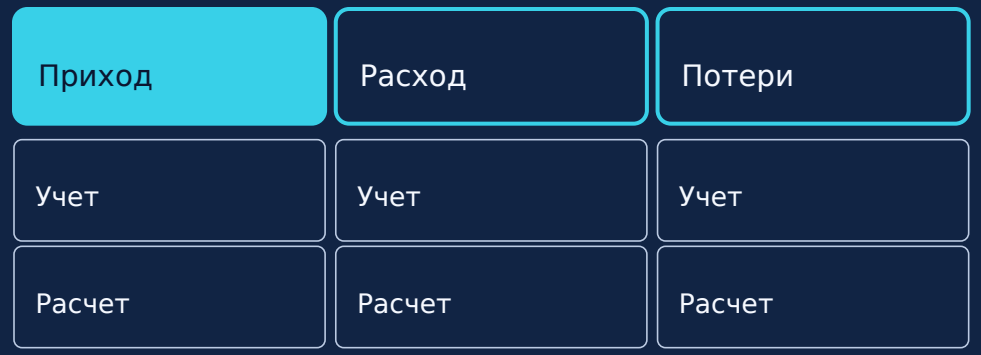
Объект + период + режим

Сбор исходной информации

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Изучают счета, схемы электроснабжения, паспорта оборудования и графики работы.

Пропуски данных фиксируют как ограничения анализа.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

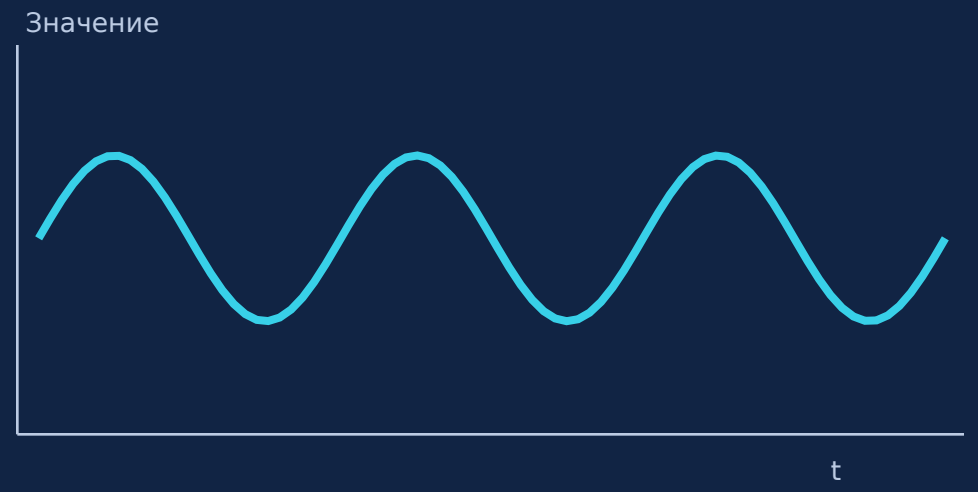
$$E_{год} = \sum E_{мес}$$

Инструментальные измерения

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Измеряют активную и реактивную мощность, ток, напряжение и коэффициент мощности.

Для искажённых режимов нужен прибор с подходящей полосой и алгоритмом.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

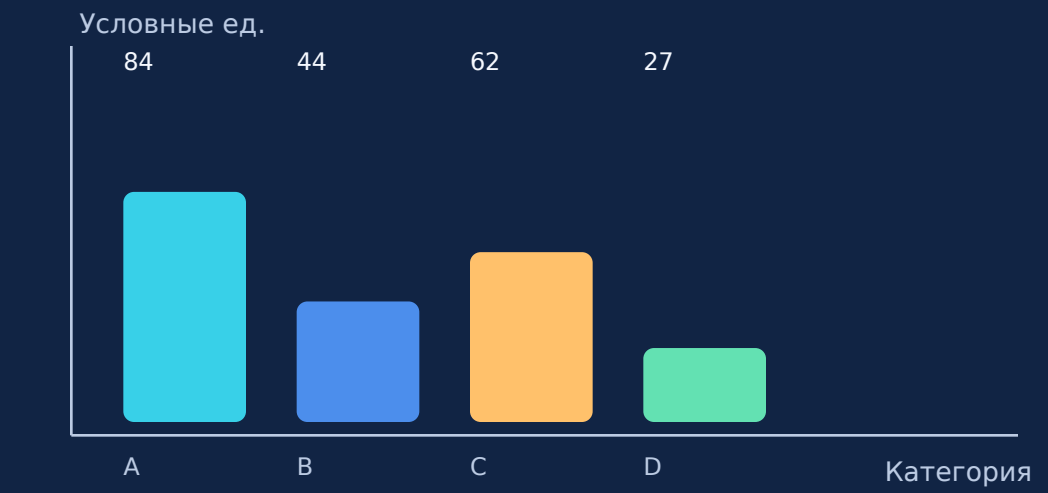
$$P = (1/T)\int u(t)i(t)dt$$

Энергетическое картирование

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Потребителей ранжируют по доле годового энергопотребления.

Часто несколько установок формируют большую часть нагрузки.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

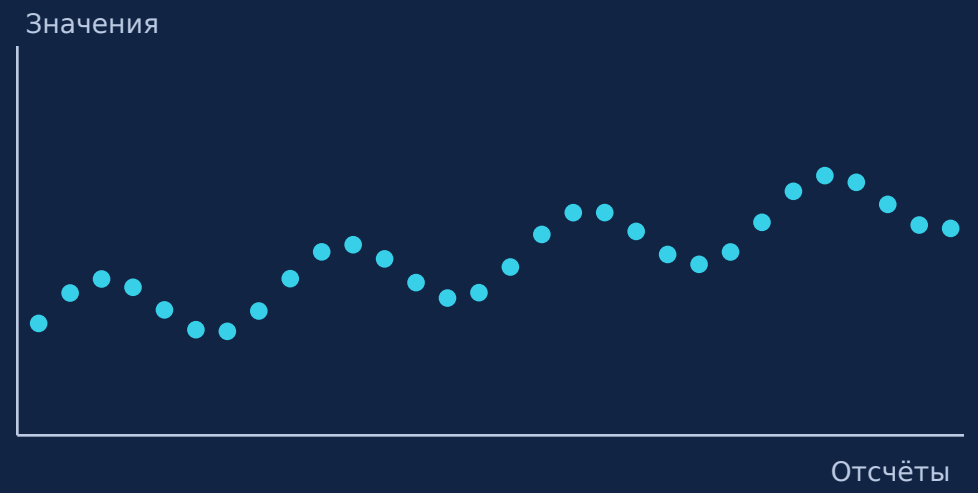
доля_i = E_i/E_Σ

Эталонная или базовая линия

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Базовую модель строят для одинаковых условий производства.

Выделяют сезонные и технологические факторы расхода энергии.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

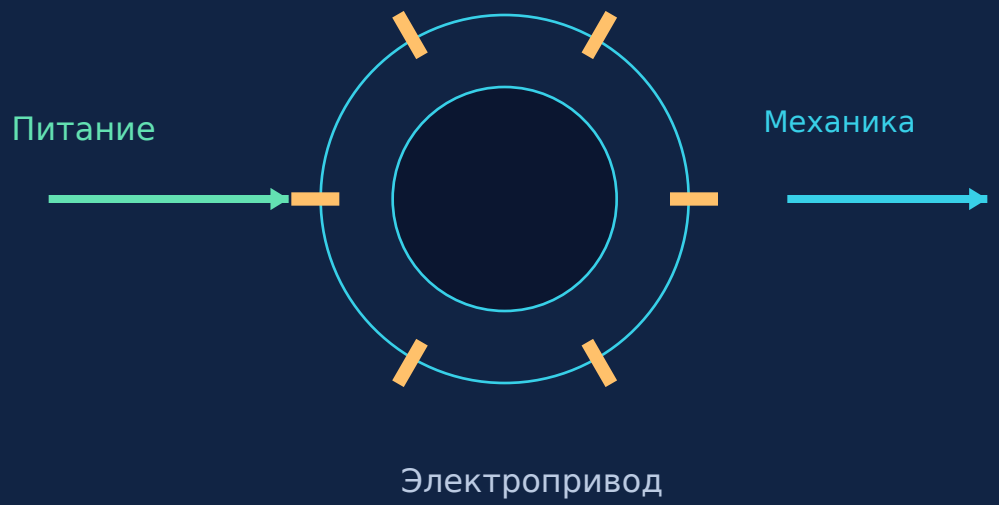
$$E_{база} = f(Q,T,\ldots)$$

Проверка режимов электродвигателей

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Анализируют загрузку, длительность холостого хода и состояние приводов.

Низкая загрузка не означает автоматически высокий потенциал экономии.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

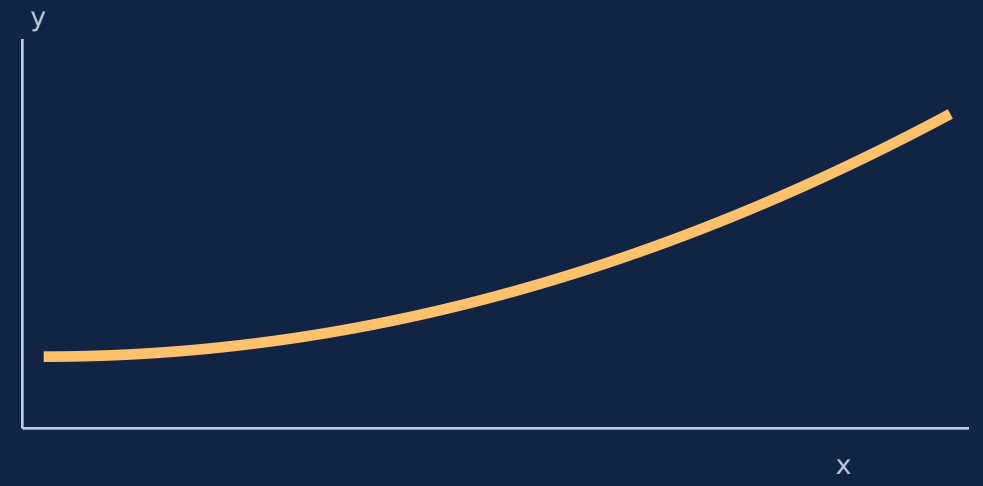
$k_н = P_{факт}/P_{ном}$

Оценка потерь сетевого участка

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Потери рассчитывают по измеренному току и сопротивлению сети.

Трёхфазная формула предполагает симметричное сопротивление фаз.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

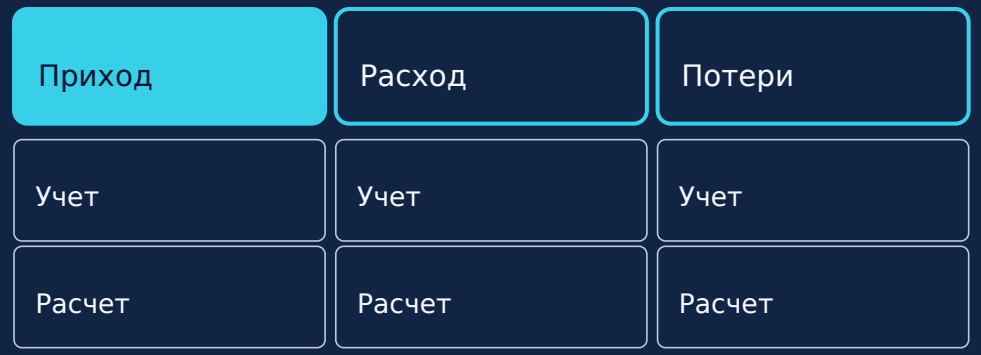
$$\Delta P = 3I^2R_ф$$

Энергетический паспорт

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Паспорт систематизирует объект, ресурсы, потребление и основные характеристики.

Точная форма и обязательность зависят от действующих нормативных требований.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

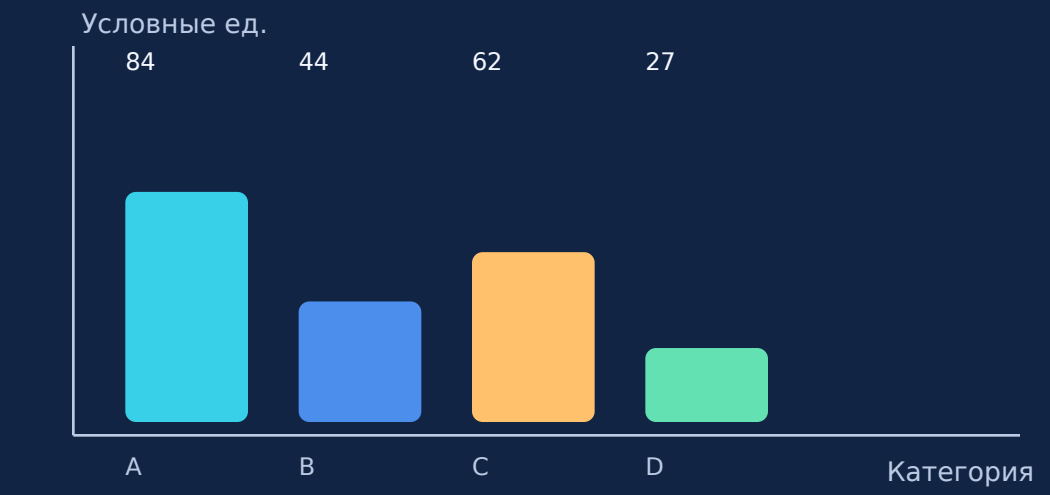
Учёт → показатели → меры

Реестр энергосберегающих мер

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В реестре фиксируют затраты, технический эффект, экономию и сроки.

Приоритеты формируют с учётом рисков и сложности внедрения.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

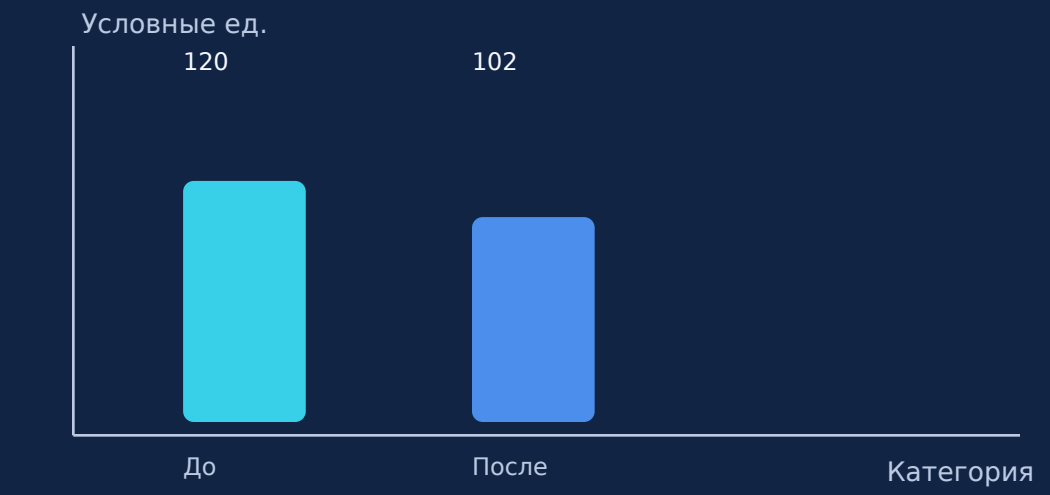
$$S_{год} = \Delta E \cdot c_E$$

Верификация результата

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

После внедрения сравнивают нормализованное базовое и фактическое потребление.

При наличии систематической ошибки измерения нельзя утверждать точный эффект.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

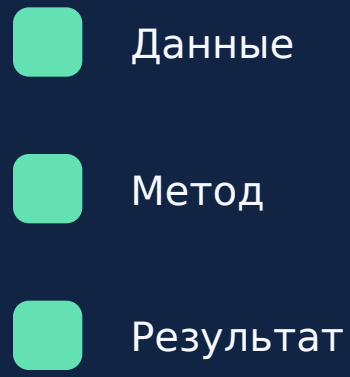
$$S_E = E_{база,норм} - E_{факт}$$

Отчётность и рекомендации

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Отчёт включает исходные данные, методику, расчёты и область неопределённости.

Каждая рекомендация должна быть воспроизводимой и проверяемой.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

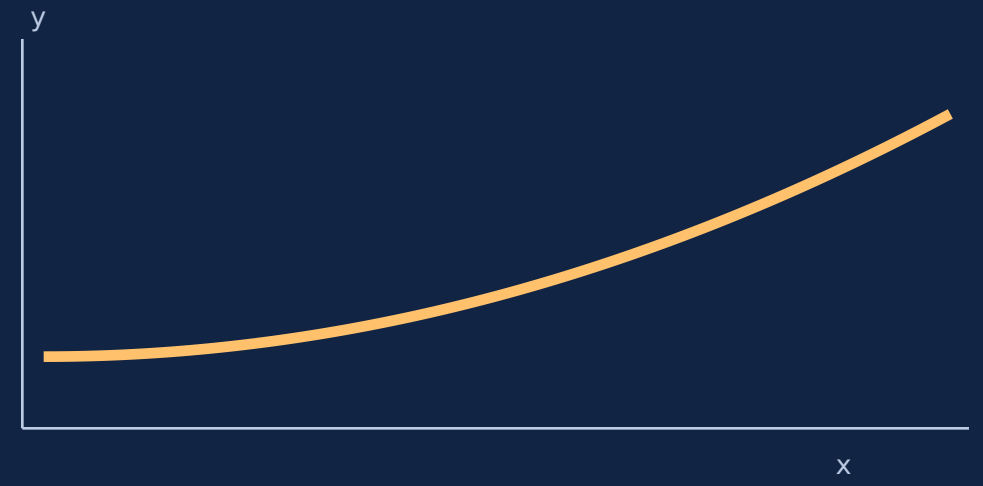
Факт → расчёт → вывод

Пример потерь в линии

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Трёхфазная линия несёт ток 100 А, активное сопротивление одной фазы 0,08 Ом.

В симметричном режиме потери мощности составляют 2,4 кВт.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

$$\Delta P = 3 \times 100^2 \times 0{,}08 = 2400 \text{ Вт}$$

Кейс: аудит учебного корпуса

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Составляют перечень систем освещения, вентиляции и электроприводов.

Замеры выполняют в типовые рабочие и нерабочие часы.

Энергия	Мощность
120 МВт·ч	85 кВт
THD	Частота
3,7%	50 Гц

УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

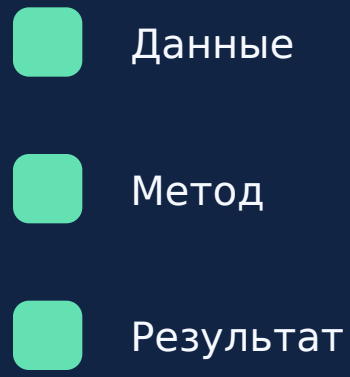
$$E = \sum P_j t_j$$

Ключевые выводы и ограничения

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Границы и условия измерений определяют достоверность энергоаудита.

Оценка экономии требует нормализованной базовой линии. Форма энергетического паспорта зависит от действующих правил.



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. Что необходимо включить в программу измерений? 2. Как проверяют экономию после модернизации? 3. Чем отличается измеренный эффект от расчётного?

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.