Энергетический баланс предприятия и региона

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

Поступление, преобразование, потери и конечное потребление энергии



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

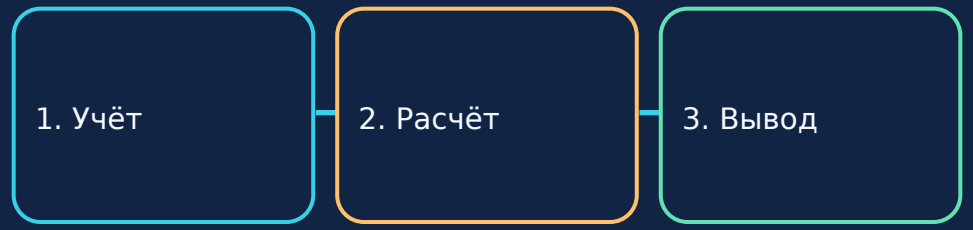
Цель лекции — перейти от определения показателей к инженерному расчёту и анализу.

Цель, задачи и ожидаемые результаты

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рассмотрим ключевые понятия, расчётные формулы и возможные источники ошибок.

Составлять простейший энергетический баланс. • Различать первичную и конечную энергию. • Находить небаланс и возможные причины потерь.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

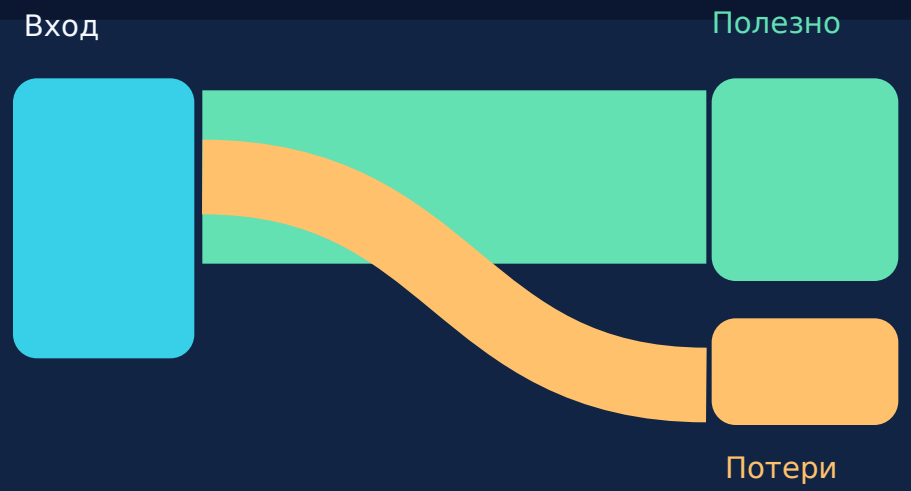
Ожидаемый результат: объяснить метод, выполнить расчёт и обосновать вывод.

Баланс как закон сохранения

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Поступающая энергия распределяется между полезным выходом, потерями и изменением запасов.

При смене временного интервала необходимо учитывать накопление энергии.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

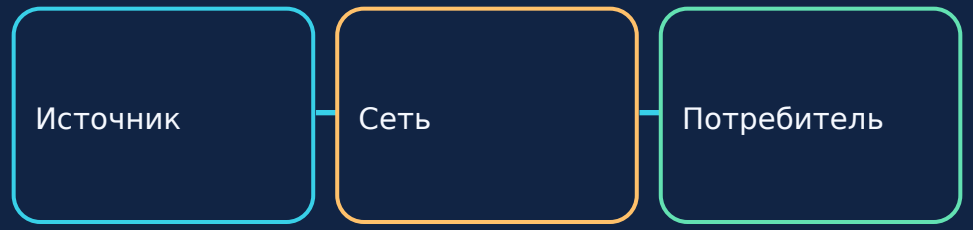
$$E_{вх} = E_{пол} + E_{пот} + \Delta E_{запас}$$

Граница баланса

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Баланс можно строить для цеха, предприятия, района или энергосистемы.

Потери и обменные потоки зависят от выбранной границы.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

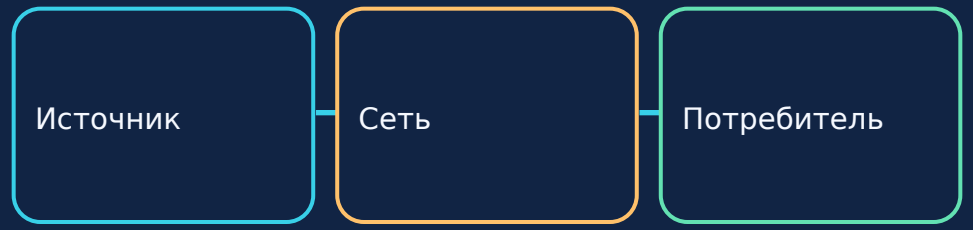
Вход | граница | выход

Первичная и конечная энергия

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Первичная энергия относится к ресурсам до преобразования.

Конечная энергия поступает потребителю после процессов производства и передачи.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

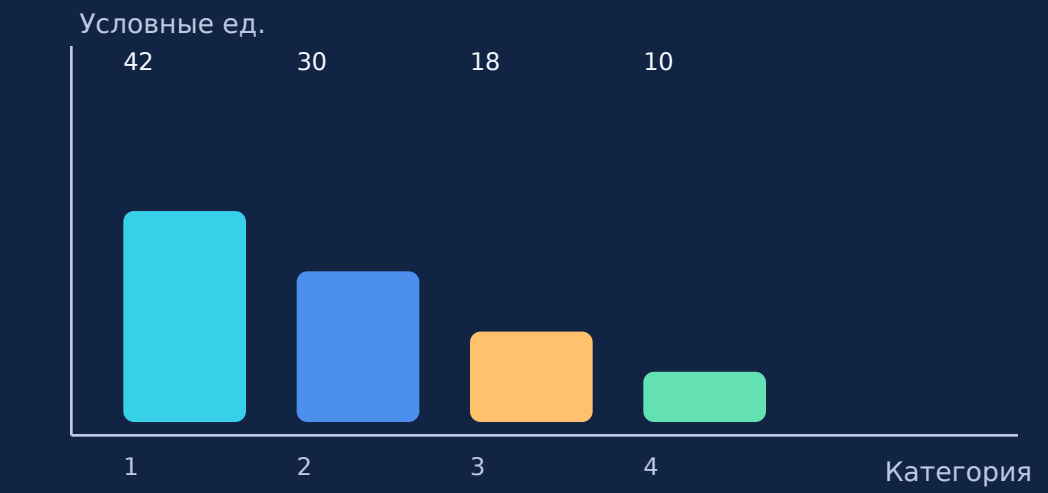
$E_{перв} \rightarrow E_{кон}$

Структура поступления

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Энергия может поступать как электричество, тепло и топливо.

Внутренние преобразования нельзя считать новым внешним приходом.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

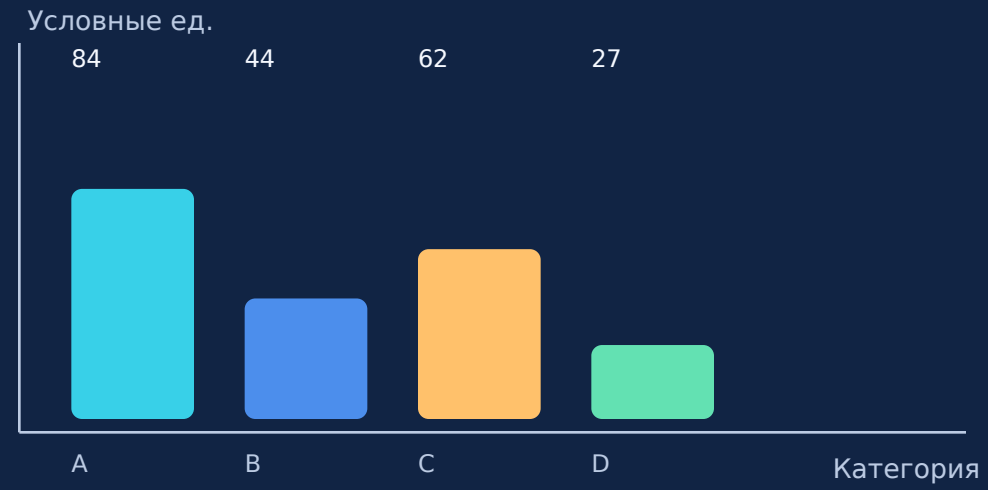
$E_{приход} = \sum E_{внеш}$

Структура полезного расхода

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

По потребителям выделяют освещение, электропривод, нагрев и технологические процессы.

Детализация помогает обнаружить основные источники потребления.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

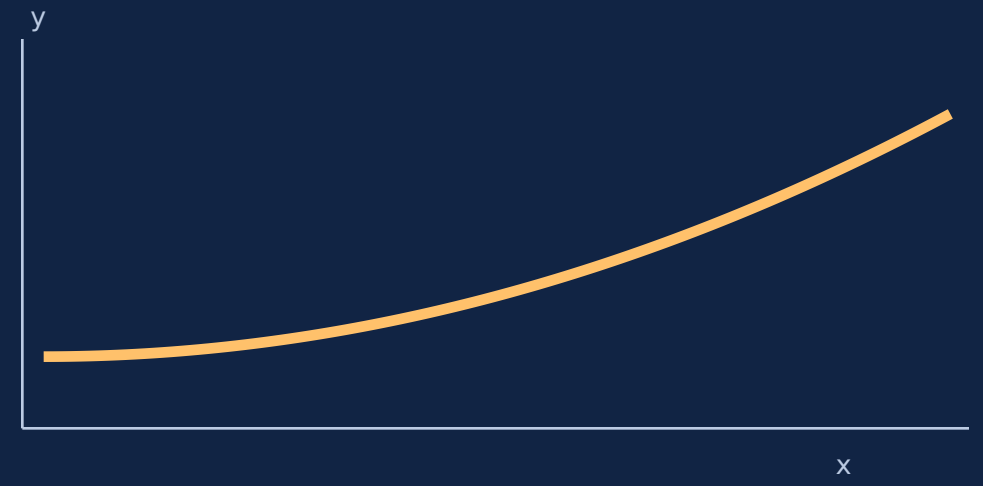
$$E_{пол} = E_{дв} + E_{свет} + E_{теп}$$

Технические потери

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Потери в трансформаторах включают составляющие холостого хода и нагрузки.

Для расчёта используют реальные режимы и длительность работы.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

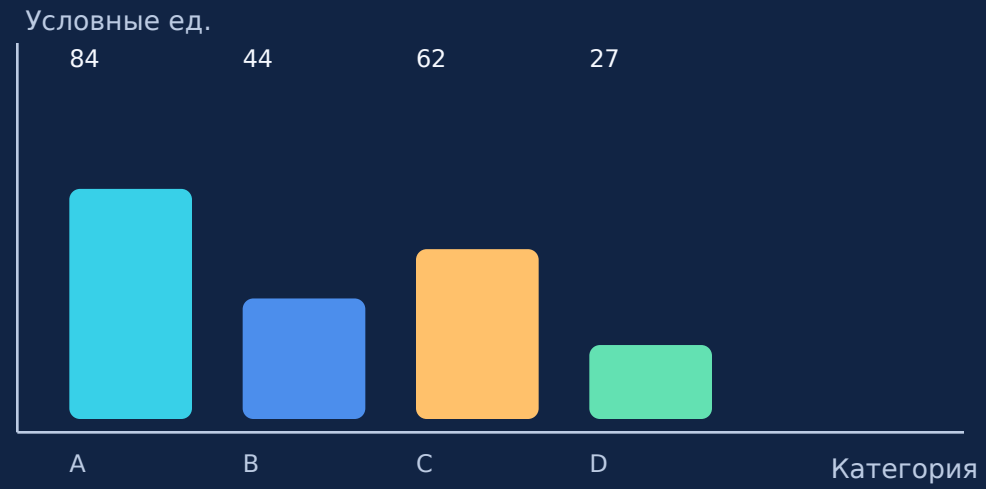
$$\Delta E = \int \Delta P(t)dt$$

Коммерческие расхождения

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Разница показаний не всегда является физической потерей.

Причиной могут быть сроки снятия показаний и ошибки учёта.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

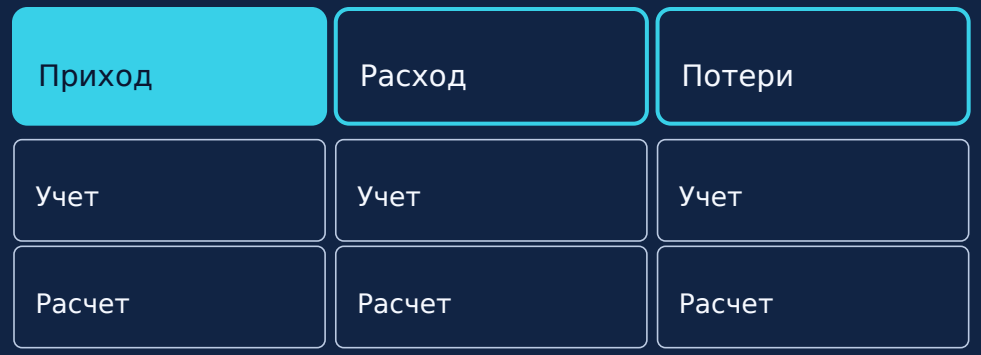
$$E_{небал} = E_{вх} - E_{учт}$$

Таблица топливно-энергетического баланса

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Таблица должна одинаково трактовать вход, внутренние передачи и выходы.

Для разнородных носителей применяют согласованные энергетические единицы.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

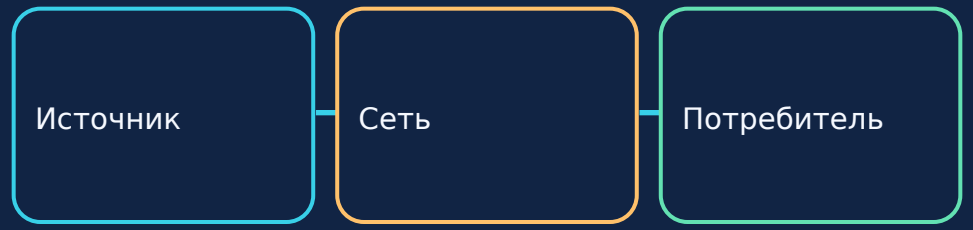
1 МВт·ч = 3,6 ГДж

Региональный баланс

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Региональный баланс включает генерацию, импорт, экспорт и конечный спрос.

При интерпретации важно не смешивать потребление энергии и мощность.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

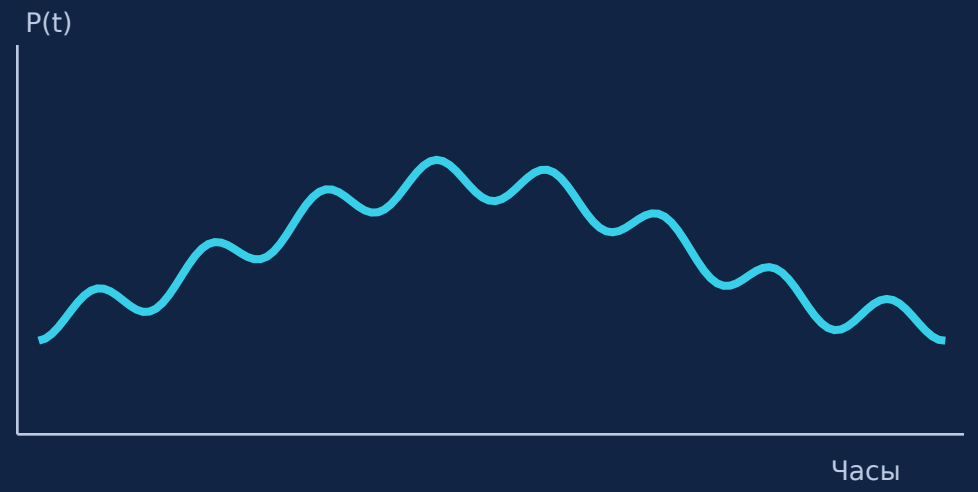
$$E_{ген} + E_{имп} = E_{спр} + E_{эксп} + E_{пот}$$

Сезонность и графики

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Помесячный баланс выявляет влияние температуры и производственного сезона.

Среднемесячные данные могут скрывать кратковременные максимумы мощности.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

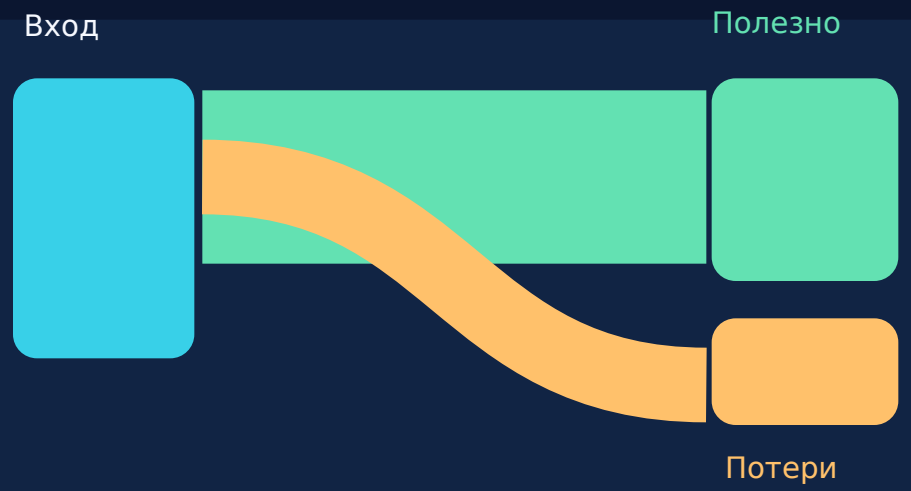
$$E_{мес} = \sum P_i \Delta t_i$$

Визуализация потоков

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Диаграмма Санки показывает направления потоков и относительную величину их долей.

Ширину ветвей выбирают пропорционально количеству энергии.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

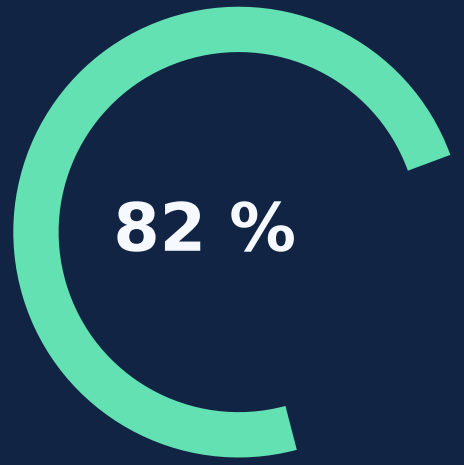
∑ долей = 100%

Проверка замыкания баланса

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Несоответствие между приходом и расходом является диагностическим сигналом.

Допуск зависит от точности измерений и полноты учёта.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

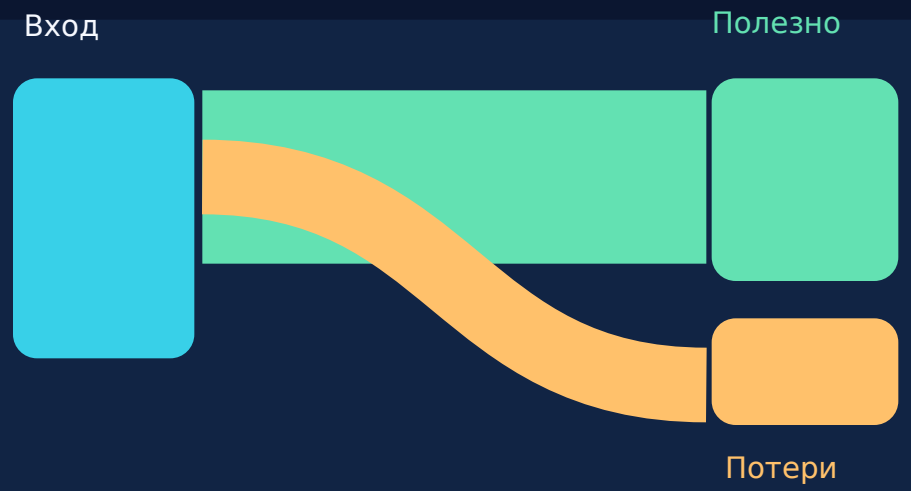
$$\varepsilon = (E_{вх} - E_{выход}) / E_{вх}$$

Пример баланса электрической энергии

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На объект поступило 100 МВт·ч, полезное потребление составило 94 МВт·ч.

Остальные 6 МВт·ч приходятся на потери или неучтённые потоки.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

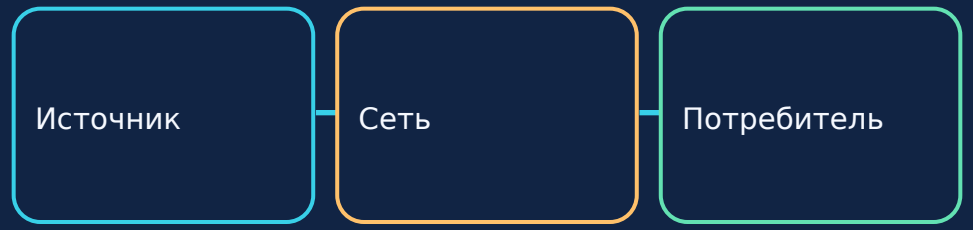
ΔE = 100 − 94 = 6 МВт·ч

Кейс: региональная энергосистема

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сопоставляют местную выработку, перетоки и распределение потребления.

По сезонам определяют дефицит энергии и максимальную нагрузку.



УЧЕБНАЯ СХЕМА / ИЛЛЮСТРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

ОСНОВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИЛИ ВЫВОД

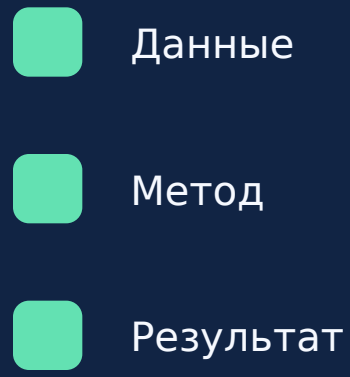
$$E_{ген} + E_{имп} - E_{эксп} = E_{потр} + E_{пот}$$

Ключевые выводы и ограничения

КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Баланс зависит от корректно заданной границы и периода.

Небаланс не следует автоматически называть техническими потерями. Балансовая диаграмма помогает выбрать приоритет энергоаудита.



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 входит в приходную и расходную части баланса? 2. Как перевести МВт·ч в ГДж? 3. Почему годовой баланс не заменяет график пиковой мощности?

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.