



Урок 52. Преобразования энергии

Листы ученика. Ответы и примечания учителю — в отдельной части.

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 52 из 64 · 45 минут · Модуль «Объединяем науки: баланс устройства»

Уровень: базовый исследовательский. 8 класс - работа с формулами и опорами; 9 класс - самостоятельная проверка модели и ограничений.

Вся программа курса

Устройство получило 120 Дж электрической энергии, но поднятый груз приобрёл только 36 Дж. Куда делась разница?

Проверяемый результат:

Составить энергетический баланс устройства и цепочки преобразований, рассчитать КПД и отличить полезную энергию от общей переданной энергии.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

Модель подъёмника работает при $U=6$ В, $I=0,50$ А в течение 40 с. Груз 3 кг поднят на 1,20 м. Ученик говорит: «Если энергия сохранилась, КПД обязан быть 100%».

1 минута - определите, что считаем полезным; 2 - предложите два возможных направления остальных потоков; 2 - запишите, какой баланс должен выполняться. Числа учебные.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

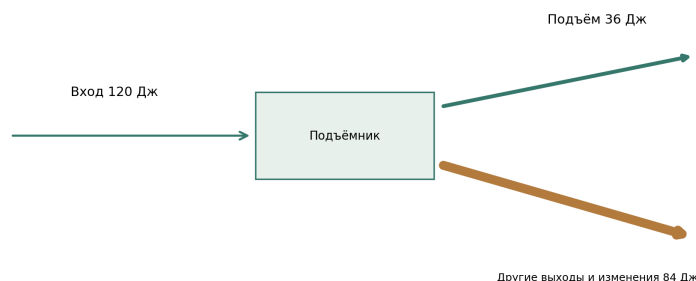
Энергия передаётся и преобразуется. «Полезная» - часть, выбранная по цели устройства, а не отдельный физический вид энергии. Для подъёмника полезно увеличение потенциальной энергии груза; нагрев мотора может быть реальным результатом, но не целью подъёма.

Разобранный пример: $E_{вх}=UIt=6 \cdot 0,50 \cdot 40=120$ Дж. $E_{пол}=mgh=3 \cdot 10 \cdot 1,20=36$ Дж. КПД $\eta=E_{пол}/E_{вх}=0,30=30\%$. Разница 84 Дж передана другим телам или изменила энергию деталей: нагрев, движение и звук. Без дополнительных измерений нельзя разделить эти вклады. Если состояние самого устройства в начале и конце различается, его запас энергии тоже входит в баланс.

Для последовательной цепочки при согласованных границах КПД перемножают, а не складывают. Если генератор передал 40% входной энергии электрической цепи, а мотор превратил 50% этой энергии в полезную работу, итог $0,40 \cdot 0,50=0,20=20\%$. Оставшиеся потоки учитываются на каждом этапе.

За 9 минут: 3 - выбор границы и цели, 3 - расчёт примера, 2 - цепочка, 1 - проверка единиц. Ватт - мощность, джоуль - энергия; одинаковая мощность за разное время даёт разную энергию.

Баланс подъёмника: $120 = 36 + 84$ Дж



Энергетическая схема разобранный примера: вход 120 Дж, подъём груза 36 Дж, остальные изменения и выходы 84 Дж. Толщины двух выходящих стрелок пропорциональны энергии.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Учебная серия двух устройств, каждое поднимает один и тот же груз 2 кг на 1 м. Источник имеет постоянные $U=5$ В, $I=0,40$ А. В начале и конце устройства неподвижны, запас энергии деталей принят одинаковым.

Устройство	Время, с	Найти $E_{\text{вх}}$, η
А	20	
Б	25	

2 минуты - выберите полезную энергию; 4 - посчитайте вход, КПД и остаток; 3 - сравните устройства; 2 - обоснуйте вывод. 8 класс получает $E_{\text{пол}}=mgh$; 9 класс сравнивает среднюю полезную мощность. Продукт: два баланса и критерий сравнения. Не путайте одинаковую входную мощность с одинаковым КПД.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Перенос: на вход генератора поступило 200 Дж механической энергии. Его КПД передачи в электрическую цепь 40%. Мотор цепи отдаёт полезному подъёму 50% полученной электрической энергии.

1 минута - нарисуйте границы этапов; 3 - найдите энергию каждого выхода; 2 - проверьте общий баланс; 2 - оцените утверждение «общий КПД 90%». 8 класс подписывает карточки в Дж; 9 класс выводит произведение КПД. Продукт: схема из двух этапов с тремя выходными потоками.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

2 минуты: сравните оценки «устройство с малым КПД нарушает сохранение энергии» и «сохранение относится ко всем потокам». 3 минуты: приведите баланс и обсудите, меняется ли полезный выход, если целью сделать нагрев. 2 минуты: сформулируйте условие корректного сравнения двух КПД.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

Вход 150 Дж, полезный выход 45 Дж, запас энергии устройства вырос на 15 Дж. Найдите КПД и энергию прочих выходов. Назовите выбранную границу системы. 3 минуты - решение, 2 - сверка.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Калькулятор, бумажные карточки потоков энергии, данные и схема. Предпосылки: работа mgh , электрическая энергия Ult , проценты. $g=10 \text{ м/с}^2$. Только расчётная модель; не подключать мотор к сети, не нагревать и не разбирать батареи. 8 класс заполняет баланс по готовым величинам; 9 класс определяет КПД цепочки и границы системы.

Минуты	Работа	Проверяемый продукт
0-5	Проблемная ситуация	Вопрос и проверяемое предположение
5-14	Понятия и разобранный пример	Пояснение величин и метода
14-25	Практика 1	Расчёт, схема или протокол по данным
25-33	Практика 2	Решение на новых условиях
33-40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива и вывод
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и исправление

Все тексты, рисунки и данные включены. Без регистрации: распечатайте ученическую часть PDF или используйте доску. Ответы показывайте после самостоятельной попытки. Минуты включают чтение, записи и переходы. В конце соберите индивидуальную работу. 0-1 балл: разобрать пример повторно; 2-3: уточнить пропущенное звено; 4: объяснить ограничение модели. Это критерии обратной связи, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

Полезная энергия по 20 Дж. А: вход 40 Дж, остаток 20 Дж, $\eta=50\%$, средняя полезная мощность 1 Вт. Б: вход 50 Дж, остаток 30 Дж, $\eta=40\%$, мощность 0,8 Вт. У А в модели выше КПД и меньше время при одинаковой полезной работе.

Ответ и объяснение практики 2

После генератора 80 Дж электрической энергии и 120 Дж других выходов. Мотор даёт 40 Дж полезной энергии и 40 Дж прочих выходов. Общий баланс $200=120+40+40$, $\eta=20\%$, не 90%. Складывать 40% и 50% нельзя: проценты относятся к разным входам.

Опора для обсуждения

Сохранение выполняется и при малом КПД: надо учесть энергию среды и деталей. При изменении цели состав полезного результата меняется. КПД сравнимы при одинаковом определении цели, входа и границы системы; нельзя напрямую сравнивать нагреватель и подъёмник только по числу процентов.

Ключ и критерии индивидуальной работы

$\eta=45/150=30\%$; прочие выходы $150-45-15=90$ Дж. Четыре балла: отношение энергий, 30%, остаток 90 Дж, граница с учётом устройства и его накопления. 105 Дж неверно, если игнорируется накопление 15 Дж.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Энергия - двигатель жизни. Преобразование энергии	Строит баланс преобразователя	Различает полезную энергию и все выходы
Практическое занятие №3: электрическая и механическая энергия	Сравнивает устройства и цепочку	Вычисляет общий КПД без сложения процентов

Опора - раздел «Объединяем науки» опубликованной программы на 64 часа. Это самостоятельный урок на 45 минут. Учебные данные, подробный сценарий и распределение времени - методическая разработка. Анализ подготовленных серий и бумажных моделей не выдаётся за проведение опыта на занятии.

Исходная программа

Источники и права на изображения

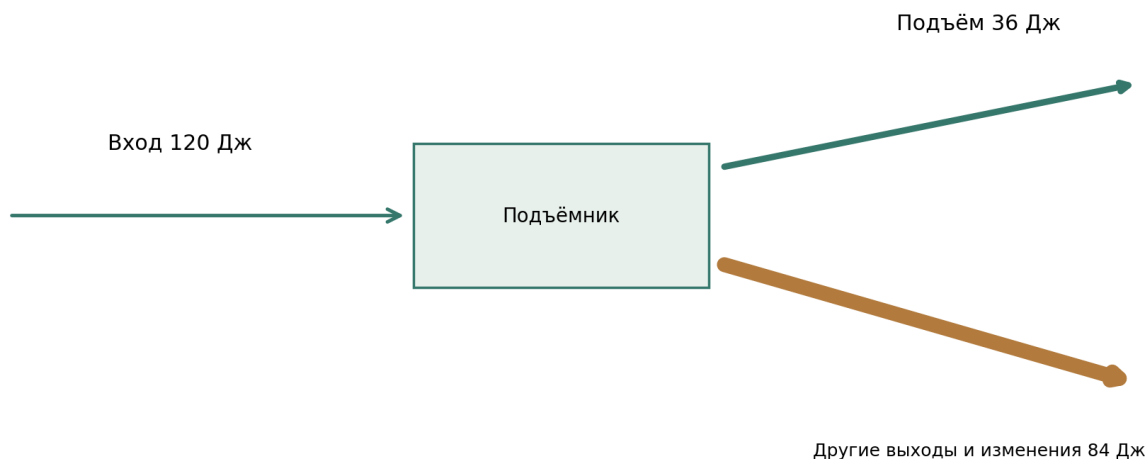
OpenStax: теорема о работе и энергии

OpenStax: мощность и КПД

Источники проверены 15.10.2026. Все числовые наборы - учебные модели, не результаты проведённых авторами опытов. Оригинальные схемы и графики подготовлены порталом «Школы России» для этого урока. Они не являются фотографиями. Ответы и примечания учителю в PDF выделены отдельно.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати

Баланс подъёмника: $120 = 36 + 84$ Дж



Энергетическая схема разобранного примера: вход 120 Дж, подъём груза 36 Дж, остальные изменения и выходы 84 Дж. Толщины двух выходящих стрелок пропорциональны энергии.