

Шадров К.Н.¹

ЗАДАЧНИК
для семинаров по курсу
«Энергетическое обеспечение средств платежа»

¹ Константин Николаевич Шадров, выпускник кафедры менеджмента Международного университета природы, общества и человека «Дубна», член Научной школы устойчивого развития.

Введение

Методической особенностью данного задачника является сложное представление данных. Таким образом, учащийся попадает в «условия, максимально приближенные к боевым». Дело в том, что в жизни многие данные имеют разрозненный характер и необходимо уметь с такими данными работать.

Другой методической особенностью, тесно связанной с вышеназванной, является то, что данные для решения задачи, как правило, не даются в готовом к употреблению виде. Необходимо провести содержательный анализ данных, учитывать реальные взаимосвязи тех или иных явлений. Слепое следование предложенным формулам без учёта смысла, за ними стоящего, обычно приводит к ошибкам.

Каждая следующая задача учитывает всё больше параметров и, соответственно, позволяет получить более точные результаты. Так, например, в задаче 1.1 по умолчанию принято, что всё добываемое топливо и вырабатываемая электроэнергия идут на внутреннее потребление, однако уже в следующих задачах 1.2 и 1.3 вносятся значимые уточнения, связанные со структурой использования добытого сырья и экспортно-импортными операциями. Таким образом, задачи выстроены от простых к сложным, делая удобным освоение практических навыков по расчёту энергетического/мощностного обеспечения средств платежа.

Более того, в решении каждой следующей задачи используются исходные данные предыдущей задачи и результаты, полученные при её решении. Такая взаимозависимость задач дисциплинирует учащегося, заставляет быть внимательным на каждом шаге решения, иначе ошибка на одном этапе приведёт к ошибке на всех последующих.

С целью сокращения записи и удобства восприятия материала принято вводить условные обозначения. В предлагаемом Задачнике используется около трёх десятков различных параметров. Введение условных обозначений для каждого из них (в объёме большем, чем весь латинский алфавит) скорее помешало бы удобству восприятия. Поэтому предлагается табличная форма изложения хода решения задач с полными названиями каждого параметра.

Следует заметить, что в данном задачнике приняты некоторые условности и допущения. Например, нет деления угля на бурый и каменный, при том, что они обладают различной удельной теплотой сгорания. Более того, сами эти виды угля можно разделить ещё на несколько подвидов и для каждого подвида делать свой расчёт. Вместо этого принимается некое условное значение теплоты сгорания для всего угля. Нет деления

ПРИЛОЖЕНИЕ

нефти и нефтепродуктов, которые сведены в одну категорию «нефть» и также рассчитываются на основе одной условной удельной теплоты сгорания. Также приняты некие ориентировочные значения КПД для каждого вида топлива, независимо от типа энергетического преобразователя, износа и режимов эксплуатации техники и т.д., а также потерь при передаче энергии. Внимательный читатель найдёт и некоторые другие условности и допущения.

Несмотря на указанные условности, задачник даёт достаточно чёткое представление о методологии расчёта энергетического обеспечения валюты. При наличии более точных и детальных статистических данных можно и получить более точные результаты, которые не отрицают, а лишь уточняют ранее сделанные оценки, как и должно быть в науке.

По итогам освоения курса «Энергетическое обеспечение средств платежа» учащиеся будут способны самостоятельно рассчитывать в энергетических единицах такие параметры как обеспеченность средств платежа, уровень жизни, эквивалентность международных обменов, а также грамотно оперировать информацией, необходимой для этих расчётов.

Задачи**Задача 1.***Дано:*

В России в 2007 году было добыто 314,5 млн. тонн угля, 490,7 млн. тонн нефти, 651 млрд. куб.м. газа, произведено 1020 млрд.кВт-ч электроэнергии.

Задание:

Рассчитать полную и полезную энергии, полную и полезную мощности, потери и обобщённый КПД экономической машины.

Примечание:

КПД использования топлива принять за 25%, электроэнергии — 100%. Удельная теплота сгорания различных видов топлива дана в приложении.

Решение:

№ п/п	Параметр	Значение	Величина	Формула для расчёта	Результат расчёта	Единица измерения
1	Уголь, производство	314,5*106	тонны	дано		
2	Нефть, производство	490,7*106	тонны	дано		
3	Газ, производство	651*109	куб.м.	дано		
4	Электродэнергия, производство	1020*109	кВт-ч	дано		
5	Уголь, удельная теплота сгорания		Дж/т	дано		
6	Нефть, удельная теплота сгорания		Дж/т	дано		
7	Газ, удельная теплота сгорания		Дж/куб.м.	дано		
8	Переводной коэффициент кВт-ч в Дж	3,6 *106	Дж/кВт-ч	дано		
9	КПД для топлива	0,25	безразмерн.	дано		
10	КПД для электроэнергии	1	безразмерн.	дано		
11	1 Ватт	31 557 600	Дж/год	дано		
12	Уголь, полная энергия			[1]*[5]*10-9	9 218,00	ПДж
13	Нефть, полная энергия			[2]*[6] *10-9	21 365,08	ПДж
14	Газ, полная энергия			[3]*[7] *10-15	30 173,85	ПДж
15	Электродэнергия, полная энергия			[4]*[8] *10-15	3 672,00	ПДж
16	Полная энергия			[12]+[13]+[14]+[15]	64 428,92	ПДж
17	Полная мощность			[16]/[11]*106	2 041,63	ГВт
18	Уголь, полезная энергия			[12]*[9]	2 304,50	ПДж

ПРИЛОЖЕНИЕ

19	Нефть, полезная энергия			$[13]*[9]$	5 341,27	ПДж
20	Газ, полезная энергия			$[14]*[9]$	7 543,46	ПДж
21	Электроэнергия, полезная энергия			$[15]*[10]$	3 672,00	ПДж
22	Полезная энергия			$[18]+[19]+[20]+[21]$	18 861,23	ПДж
23	Полезная мощность			$[22]/[11]*106$	597,68	ГВт
24	Потери			$[16]-[22]$	45 567,69	ПДж
25	Потери			$[17]-[23]$	1 443,95	ГВт
26	Обобщённый КПД			$[22]/[16] = [23]/[17]$	0,2927	безразмерн.

Ответы выделены жирным шрифтом.

Задача 2.

Дано (дополнительно к условиям и результатам предыдущих задач):

22,05 млн. тонн угля, 2,11 млн. тонн нефти, 37,63 млрд. куб. м. газа из добытого объёма потрачено на производство электроэнергии.

Задание:

Рассчитать полную и полезную энергии, полную и полезную мощности и обобщённый КПД экономической машины.

Решение:

№ п/п	Параметр	Значение	Величина	Формула для расчёта	Результат расчёта	Единица измерения
1	Полная энергия	64 428,92	ПДж	зад.1, стр.16		
2	Полная мощность	2 041,63	ГВт	1.17		
3	Полезная энергия	18 861,23	ПДж	1.22		
4	Полезная мощность	597,68	ГВт	1.23		
5	Уголь на пр-во электроэнергии	22,05*106	тонны	дано		
6	Нефть на пр-во электроэнергии	2,11*106	тонны	дано		
7	Газ на пр-во электроэнергии	37,63*109	куб.м.	дано		
8	Уголь, удельная теплота сгорания		Дж/т	дано		
9	Нефть, удельная теплота сгорания		Дж/т	дано		
10	Газ, удельная теплота сгорания		Дж/куб.м.	дано		
11	КПД для топлива	0,25	безразмерн.	дано		
12	1 Ватт	31 557 600	Дж/год	дано		
13	Уголь на пр-во электроэнергии, полная энергия			$[5]*[8]*10^{-9}$	646,29	ПДж

ПРИЛОЖЕНИЕ

14	Нефть на пр-во электроэнергии, полная энергия			$[6]*[9] * 10^{-9}$	91,87	ПДж
15	Газ на пр-во электроэнергии, полная энергия			$[7]*[10] * 10^{-15}$	1,74	ПДж
16	Топливо на пр-во электроэнергии, полная энергия			$[13]+[14]+[15]$	739,90	ПДж
17	Топливо на пр-во электроэнергии, полная мощность			$[16]/[12]*10^6$	23,45	ГВт
18	Топливо на пр-во электроэнергии, полезная энергия			$[16]*[11]$	184,97	ПДж
19	Топливо на пр-во электроэнергии, полезная мощность			$[17]*[11]$	5,86	ГВт
20	Полная энергия (с учётом топлива на пр-во электроэнергии)			[1] – [16]	63 689,02	ПДж
21	Полная мощность (с учётом топлива на пр-во электроэнергии)			[2] – [17]	2 018,18	ГВт
22	ВВП России (полезная энергия с учётом топлива на пр-во электроэнергии)			[3] – [18]	18 676,26	ПДж
23	ВВП России (полезная мощность с учётом топлива на пр-во электроэнергии)			[4] – [19]	591,81	ГВт
24	Обобщённый КПД			$[22]/[20] = [23]/[21]$	0,2932	безразмерн.

Ответы выделены жирным шрифтом.

Задача 3.

Дано (дополнительно к условиям и результатам предыдущих задач):

98 млн. тонн угля, 369,6 млн. тонн нефти, 184 млрд.куб.м газа и 16 млрд. кВт-ч электроэнергии идут на экспорт. Импортируется 23 млн. тонн угля.

Задание:

Рассчитать полную и полезную энергии, полную и полезную мощности и обобщённый КПД экономической машины.

Решение:

№ п/п	Параметр	Значение	Величина	Формула для расчёта	Результат расчёта	Единица измерения
1	Полная энергия	63 689,02	ПДж	2.20		
2	Полная мощность	2 018,18	ГВт	2.21		
3	Полезная энергия (ВВП России)	18 676,26	ПДж	2.22		
4	Полезная мощность (ВВП России)	591,81	ГВт	2.23		
5	Уголь, экспорт	98*106	тонны	дано		
6	Уголь, импорт	23*106	тонны	дано		
7	Нефть, баланс экспорта-импорта	369,6*106	тонны	дано		
8	Газ, баланс экспорта-импорта	184*109	куб.м.	дано		
9	Электроэнергия, баланс экспорта-импорта	16*109	кВт-ч	дано		
10	Уголь, удельная теплота сгорания		Дж/т	дано		
11	Нефть, удельная теплота сгорания		Дж/т	дано		
12	Газ, удельная теплота сгорания		Дж/куб.м.	дано		
13	Переводной коэффициент кВт-ч в Дж	3,6 *106	Дж/кВт-ч	дано		
14	КПД для топлива	0,25	безразмерн.	дано		
15	КПД для электроэнергии	1	Безразмер.	дано		
16	1 Ватт	31 557 600	Дж/год	дано		
17	Уголь, баланс экспорта-импорта			$([98] - [23]) * 106$	75	Тонны
18	Уголь, баланс экспорта-импорта, полная энергия			$[17] * [10] * 10^{-9}$	2 198,25	ПДж
19	Нефть, баланс экспорта-импорта, полная энергия			$[7] * [11] * 10^{-9}$	16 092,38	ПДж
20	Газ, баланс экспорта-импорта, полная энергия			$[8] * [12] * 10^{-15}$	8 528,40	ПДж
21	Электроэнергия, баланс экспорта-импорта, полная энергия			$[9] * [13] * 10^{-15}$	57,60	ПДж
22	Уголь, баланс экспорта-импорта, полезная энергия			$[18] * [14]$	549,56	ПДж
23	Нефть, баланс экспорта-импорта, полезная энергия			$[19] * [14]$	4 023,10	ПДж
24	Газ, баланс экспорта-импорта, полезная энергия			$[20] * [14]$	2 132,10	ПДж

ПРИЛОЖЕНИЕ

25	Электроэнергия, баланс экспорта-импорта, полезная энергия			[21]*[15]	57,6	ПДж
26	Баланс экспорта-импорта, полная энергия			[18]+[19]+[20]+[21]	26 876,63	ПДж
27	Баланс экспорта-импорта, полная мощность			[26]/[16]*106	851,67	ГВт
28	Баланс экспорта-импорта, полезная энергия			[22]+[23]+[24]+[25]	6 762,36	ПДж
29	Баланс экспорта-импорта, полезная мощность			[28]/[16]*106	214,29	ГВт
30	Полная энергия, с учётом экспорта-импорта угля, нефти, газа и электроэнергии			[1] – [26]	36 812,39	ПДж
31	Полная мощность, с учётом экспорта-импорта угля, нефти, газа и электроэнергии			[2] – [27]	1 166,51	ГВт
32	Полезная энергия, с учётом экспорта-импорта угля, нефти, газа и электроэнергии			[3] – [28]	11 913,90	ПДж
33	Полезная мощность, с учётом экспорта-импорта угля, нефти, газа и электроэнергии			[4] – [29]	377,53	ГВт
34	Обобщённый КПД			[32]/[30] = [33]/[31]	0,3236	безразмерн.

Ответы выделены жирным шрифтом.

Примечание:

По сравнению с результатами предыдущих расчётов ($\approx 0,29$) в данной задаче получено значение обобщённого КПД экономической машины ($\approx 0,32$). Это обусловлено ростом удельной доли электроэнергии в общем объёме энергопотребления, поскольку КПД её использования принимается за 100% и положительно влияет на итоговое значение.

Задача 4.

Дано (дополнительно к условиям и результатам предыдущих задач):

ВВП России в 2007 году составил 33247,5 млрд. руб.

Задание:

Рассчитать обеспечение одной платёжной единицы полезной мощностью и полезной

энергией.

Решение:

№ п/п	Параметр	Значение	Величина	Формула для расчёта	Результат расчёта	Единица измерения
1	ВВП России (полезная энергия)	11 913,90	ПДж	3.32		
2	ВВП России (полезная мощность)	377,53	ГВт	3.33		
3	ВВП России	$33247,5 \cdot 10^9$	руб.	дано		
4	Обеспеченность рубля полезной энергией			[1]/[3]	$358,34 \cdot 10^3$	Дж/руб.
5	Обеспеченность рубля полезной мощностью			[2]/[3]	$11,36 \cdot 10^{-3}$	Вт/руб.

Ответы выделены жирным шрифтом.

Задача 5.

Дано (дополнительно к условиям и результатам предыдущих задач):

Полезная энергия США в 2007-м году составила 40740,86 ПДж, полезная мощность — 1291 ГВт, ВВП США — 13 811 млрд. долларов.

Задание:

Рассчитать эквивалентный обменный курс рубль/долл. (курс на основе обеспечения валют полезной энергией и полезной мощностью).

Решение:

№ п/п	Параметр	Значение	Величина	Формула для расчёта	Результат расчёта	Единица измерения
1	Обеспеченность рубля полезной энергией	$358,34 \cdot 10^3$	Дж/руб.	4.4.		
2	Обеспеченность рубля полезной мощностью	$11,36 \cdot 10^{-3}$	Вт/руб.	4.5		
3	ВВП США, полезная энергия	40 740,86	ПДж	дано		
4	ВВП США, полезная мощность	1291	ГВт	дано		
5	ВВП США, долл.	$13811 \cdot 10^9$	долл.	дано		
6	Обеспеченность доллара полезной энергией			[3]/[5]	$2 949,88 \cdot 10^3$	Дж/долл.
7	Обеспеченность доллара полезной мощностью			[4]/[5]	$93,48 \cdot 10^{-3}$	Вт/долл.
8	Обменный курс на основе обеспечения валют полезной энергией			[6]/[1]	8,2321	руб./долл.
9	Обменный курс на основе обеспечения валют полезной мощностью			[7]/[1]	8,2321	руб./долл.

Ответы выделены жирным шрифтом.

Методическое примечание к задаче 5.

Из результатов задачи следует вывод: обменный курс по обеспеченности валют полезной энергией и по обеспеченности валют полезной мощностью, одинаковый. Это свидетельствует о равноценности методик расчёта курса по любому выбранному основанию. Для более точного расчёта следует учитывать не ВВП США, а ВВП долларовой зоны, в которую входят, помимо США, ещё более 10 стран мира. Доллар США официально является государственной валютой в следующих странах: Бермуды, Британские Виргинские острова, Восточный Тимор, Зимбабве, Маршалловы острова, Мьянма, Палау, Панама, Сальвадор, Тёркс и Кайкос, Федеративные Штаты Микронезии, Эквадор.

Чтобы не перегружать учащихся однотипными расчётами, а также ввиду малого влияния этих стран на получаемые оценки, они исключены из расчёта. Тем не менее, важно помнить, что для более точной оценки следует учитывать экономику и этих стран.

Задача 6.

Дано (дополнительно к условиям и результатам предыдущих задач):

Среднегодовой обменный курс ЦБ РФ составил 25,55 руб./долл. Объём экспорта России за доллары составил 354 млрд. долл. Объём импорта за доллары составил 223,5 млрд. долл.

Задание:

На основе эквивалентного обменного курса определите баланс экспорта-импорта России, выразите его в полезной энергии и полезной мощности.

Решение:

№ п/п	Параметр	Значение	Величина	Формула для расчёта	Результат расчёта	Единица измерения
1	Обменный курс на основе обеспечения валют полезной энергией	8,2321	руб./долл.	5.8		
2	Обеспеченность рубля полезной энергией	$358,34 \cdot 10^3$	Дж/руб.	4.4		
3	Обеспеченность доллара полезной энергией	$2\,949,88 \cdot 10^3$	Дж/долл.	5.6		
4	Среднегодовой обменный курс ЦБ РФ	25,55	руб./долл.	дано		
5	Экспорт России	$354 \cdot 10^9$	долл.	дано		
6	Импорт России	$223,5 \cdot 10^9$	долл.	дано		
7	1 Ватт	31 557 600	Дж/год	дано		
8	Экспорт России			$[4] \cdot [5]$	$9\,044,70 \cdot 10^9$	руб.
9	Экспорт России, полезная энергия			$[2] \cdot [8] \cdot 10^{-6}$	3 241,07	ПДж

ПРИЛОЖЕНИЕ

10	Импорт России, полезная энергия			$[3]*[6]*10^{-6}$	659,30	ПДж
11	Баланс экспорта-импорта, полезная энергия			$[9] - [10]$	2 581,78	ПДж
12	Баланс экспорта-импорта, полезная энергия			$[11]/[7]*10^6$	81,81	ГВт

Ответ выделен жирным шрифтом.

Методическое примечание к задаче 6:

Часть торговли Россия осуществляет в других валютах, в т.ч. в рублях. Расчёты в других валютах ведутся по такому же методу. Чтобы не перегружать учащих одноптичными расчётами делается допущение, что вся внешняя торговля осуществляется в долларах.

Задача 7.

Дано (дополнительно к условиям и результатам предыдущих задач):

В 2007-м году объём экспортных поставок из России составил: газа — 184 млрд. куб. м., нефти (и нефтепродуктов) — 369,6 млн. тонн, угля — 98 млн. тонн, электроэнергии — 18,5 млрд. кВт-ч. Объём импорта угля в Россию составил 23 млн. тонн.

Задание:

Рассчитайте баланс экспорта-импорта полезной энергии и полезной мощности.

Решение:

№ п/п	Параметр	Значение	Величина	Формула для расчёта	Результат расчёта	Единица измерения
1	Уголь, экспорт	98*106	тонны	дано		
2	Нефть, экспорт	369,6*106	тонны	дано		
3	Газ, экспорт	184*109	куб.м.	дано		
4	Электричество, экспорт	18,5*109	кВт-ч	дано		
5	Уголь, импорт	23*106	тонны	дано		
6	Уголь, удельная теплота сгорания		Дж/т	дано		
7	Нефть, удельная теплота сгорания		Дж/т	дано		
8	Газ, удельная теплота сгорания		Дж/куб.м.	дано		
9	Переводной коэффициент кВт-ч в Дж	3,6 *106	Дж/кВт-ч	дано		
10	КПД для топлива	0,25	безразмерн.	дано		
11	КПД для электричества	1	безразмерн.	дано		
12	1 Ватт	31 557 600	Дж/год	дано		
13	Уголь, баланс экспорта-импорта			$[1] - [5]$	75*106	тонны
14	Уголь, баланс экспорта-импорта, полная			$[13]*[6]*10^{-9}$	2 198,25	ПДж

ПРИЛОЖЕНИЕ

	энергия					
15	Нефть, баланс экспорта-импорта, полная энергия			$[2]*[7] *10^{-9}$	16 092,38	ПДж
16	Газ, баланс экспорта-импорта, полная энергия			$[3]*[8] *10^{-15}$	8 528,40	ПДж
17	Электроэнергия, баланс экспорта-импорта, полная энергия			$[4]*[9] *10^{-15}$	66,60	ПДж
18	Баланс экспорта-импорта, полная энергия			$[14]+[15]+[16]+[17]$	26 885,63	ПДж
20	Уголь, баланс экспорта-импорта, полезная энергия			$[14]* [10]$	549,56	ПДж
21	Нефть, баланс экспорта-импорта, полезная энергия			$[15]* [10]$	4 023,10	ПДж
22	Газ, баланс экспорта-импорта, полезная энергия			$[16]* [10]$	2 132,10	ПДж
23	Электроэнергия, баланс экспорта-импорта, полезная энергия			$[17]* [11]$	66,60	ПДж
24	Баланс энергетического экспорта-импорта, полезная энергия			$[20]+[21]+[22]+[23]$	6 771,36	ПДж
25	Баланс экспорта-импорта, полная мощность			$[18]/[12]*10^*$	851,95	ГВт
26	Баланс энергетического экспорта-импорта, полезная мощность			$[24]/[12]*10^6$	214,57	ГВт

Ответы выделены жирным шрифтом.

Методическое пояснение к задачам 6, 7 и последующим задачам

Если сравнить потери России, оцененные на основе обеспеченности валют полезной энергией (мощностью) с прямым измерением полезной энергии, извлекаемой из топлива и электроэнергии, то имеет место противоречие:

- задача 6 — потери в 2007 году 2 581,78 ПДж (81,81 ГВт полезной мощности);

ПРИЛОЖЕНИЕ

- задача 7 — потери в 2007 году 6 771,36 ПДж (214,57 ГВт полезной мощности).

Т.е. расчёт одного и того же параметра двумя разными методами даёт два разных результата, причём отличающиеся друг от друга в 2,5 раза.

Причиной расхождения результатов является целенаправленное и первоприоритетное перенаправление энергетических потоков из нашей страны в пользу создателей доллара США. Таким образом экономический потенциал России в существенной степени переоформляется в экономический (энергетический, мощный) потенциал других стран. Выявленный в задачах 6 и 7 парадокс разрешается разделением экспортно-импортных операций на энергетические и неэнергетические. Таким образом, энергетические поставки (нефть, уголь и т.д.) должны быть измерены по полезной энергии (мощности), рассчитываемой с учётом КПД, а остальной объём экспортно-импортных операций — по обеспеченности валют оставшейся полезной мощностью (энергией).

Задача 8.

Дано (дополнительно к условиям и результатам предыдущих задач):

Общая стоимость энергетического экспорта-импорта составила 231,44 млрд. долл. США, импорта — 0,39 млрд. долл. США.

Задание:

Рассчитайте внешнеторговый баланс полезной энергии и полезной мощности, а также ВВП России с учётом разделения экспорта и импорта на «энергетический» и «неэнергетический», а также ВВП США с учётом внешней торговли России в долларах.

Решение:

№ п/п	Параметр	Значение	Величина	Формула для расчёта	Результат расчёта	Единица измерения
1	Экспорт	354*109	долл.	6.5		
2	Импорт	223,5*109	долл.	6.6		
3	Энергетический экспорт	231,44*109	долл.	дано		
4	Энергетический импорт	0,39*109	долл.	дано		
5	Курс ЦБ	25,55	руб./долл.	6.4		
6	Баланс энергетического экспорта-импорта, полезная энергия	6 771,36	ПДж	7.24		
7	Баланс энергетического экспорта-импорта, полезная мощность	214,57	ГВт	7.26		
8	ВВП России без учёта внешней торговли	18 676,26	ПДж	2.22		
9	ВВП России без учёта внешней торговли	591,81	ГВт	2.23		

ПРИЛОЖЕНИЕ

10	ВВП США без учёта внешней торговли	40 740,86	ПДж	5.3		
11	ВВП США без учёта внешней торговли	1291	ГВт	5.4		
12	Обеспеченность рубля полезной энергией	358,34*10 ³	Дж/руб.	4.4		
13	Обеспеченность рубля полезной мощностью	11,36*10 ⁻³	Вт/руб.	4.5		
14	Обеспеченность доллара полезной энергией	2 949,88*10 ³	Дж/долл.	5.6		
15	Обеспеченность доллара полезной мощностью	93,48*10 ⁻³	Вт/долл.	5.7		
16	Неэнергетический экспорт			[1] – [3]	122,56	долл.
17	Неэнергетический экспорт			[16]*[5]	3 131,41*10 ⁹	руб.
18	Неэнергетический экспорт, полезная энергия			[17]*[12]	1 122,11	ПДж
20	Неэнергетический экспорт, полезная мощность			[17]*[13]	35,56	ГВт
21	Неэнергетический импорт			[2] – [4]	223,11*10 ⁹	долл.
22	Неэнергетический импорт, полезная энергия			[21]*[14]	658,15	ПДж
23	Неэнергетический импорт, полезная мощность			[21]*[15]	20,86	ГВт
24	Баланс неэнергетического экспорта-импорта, полезная энергия			[18] – [21]	463,96	ПДж
25	Баланс неэнергетического экспорта-импорта, полезная мощность			[20] – [23]	14,70	ГВт
26	ВВП России с учётом внешней торговли, полезная энергия			[8] – [6] – [24]	11 440,94	ПДж
27	ВВП России с учётом внешней торговли, полезная мощность			[9] – [7] – [25]	362,54	ГВт
28	ВВП США с учётом внешней торговли, полезная энергия			[10] + [6] + [24]	47 976,18	ПДж
29	ВВП США с учётом внешней торговли, полезная мощность			[11] + [7] + [25]	1 520,27	ГВт

Методическое пояснение к задаче 8.

Для более точного расчёта обеспеченности валют необходимо знать распределение всех энергетических потоков мира с достаточной точностью. Так, например, в валютную зону доллара США перераспределяются энергетические потоки не только России, но и других стран, например Казахстана, Саудовской Аравии и т.д. Без учёта этих потоков расчёты для США имеют приблизительный характер.

Задача 9.

Дано (дополнительно к условиям и результатам предыдущих задач):

В 2007 году население России — 142,1 млн. чел., США — 301,6 млн. чел.

Задание:

Рассчитать уровень жизни на 2007-й год в каждой стране без учёта и с учётом внешней торговли России.

Решение:

№ п/п	Параметр	Значение	Величина	Формула для расчёта	Результат расчёта	Единица измерения
1	Население России, 2007 год	142,1*106	чел.	дано		
2	Население США, 2007 год	301,6*106	чел.	дано		
3	ВВП России	18 676,26	ПДж	2.22		
4	ВВП России	591,81	ГВт	2.23		
5	ВВП США	40 740,86	ПДж	5.3		
6	ВВП США	1291	ГВт	5.4		
7	ВВП России с учётом внешней торговли	11 440,94	ПДж	8.26		
8	ВВП России с учётом внешней торговли	362,54	ГВт	8.27		
9	ВВП США с учётом внешней торговли	47 976,18	ПДж	8.28		
10	ВВП США с учётом внешней торговли	1 520,27	ГВт	8.29		
11	Уровень жизни в России без учёта внешней торговли			[3]/[1]	131,43*109	Дж/чел.
12	Уровень жизни в России без учёта внешней торговли			[4]/[1]	4,16*103	Вт/чел.
13	Уровень жизни в США без учёта внешней торговли России			[5]/[2]	135,08*109	Дж/чел.
14	Уровень жизни в США без учёта внешней торговли России			[6]/[2]	4,28*103	Вт/чел.
15	Уровень жизни в России с учётом внешней торговли			[7]/[1]	80,51*109	Дж/чел.
16	Уровень жизни в России с учётом внешней торговли			[8]/[1]	2,55*103	Вт/чел.
17	Уровень жизни в США с учётом внешней торговли России			[9]/[2]	159,07*109	Дж/чел.
18	Уровень жизни в США с учётом внешней торговли России			[10]/[2]	5,04*103	Вт/чел.

Дополнительные задачи для освоения соотношений величин**Доп. задача 1.**

Дано:

Единицы мощности:

1 ватт (1 Вт) — мощность, при которой за время 1 с совершается работа, равная 1 джоулю;

1 лошадиная сила (1 л.с.) = 735,49875 Вт (точно).

Единицы энергии:

1 кал = 4,1868 Дж

1 Вт·ч = $3,6 \cdot 10^3$ Дж

Задание:

А) Рассчитайте переводной коэффициент калорий в ватт-часы и обратный коэффициент.

Б) Выразите 2500 ккалорий в кВт·ч.

В) Рассчитайте переводной коэффициент ватт в лошадиные силы и обратный коэффициент.

Г) Переведите 102 л.с. в ватты и киловатты.

Д) Рассчитайте мощность при расходе 2 калорий в час, выразите в ваттах и лошадиных силах.

Е) Рассчитайте расход энергии за 3 суток при установленной мощности энергоустановки 5 МВт и среднесуточной нагрузке в 78%, выразите в джоулях и ватт-часах.

Доп. задача 2.

Дано:

1 ватт (1 Вт) — мощность, при которой за время 1 с совершается работа, равная 1 джоулю;

Задание:

Рассчитайте количество работы, которую необходимо совершить для достижения средней мощности в 1 Вт за период:

- 1 сутки;
- 2 месяца;
- 1 год;
- 25 лет.

Доп. задача 3.

Электрический чайник мощностью 2000 Вт нагревает 2 литра воды с 0 до 100 градусов Цельсия за 10 минут. Рассчитайте полезную мощность, полную и полезную энергию, а также потери мощности и энергии. Удельную теплоёмкость воды примите 4,187 кДж/(кг·К).

Справочная информация*Числовые приставки:*

- кило (к) — тысяча (напр., 1 кДж = 1 тысяче джоулей, 1 кВт·ч = 1 тысяче ватт-часов);
- мега (М) — миллион;
- гига (Г) — миллиард.

Наиболее употребимые единицы энергии²:

- джоуль — работа, совершаемая при мощности в 1 Вт в течение 1 с;
- ватт-час, 1 Вт·ч = $3,6 \cdot 10^3$ Дж.

Наиболее употребимые единицы мощности:

- 1 ватт (1 Вт) — мощность, при которой за время 1 с совершается работа, равная 1 Дж;

Также для измерения мощности широко употребляется лошадиная сила (л.с.), 1 л.с. = 735,49875 Вт (точно), но в данном Задачнике она не встречается и не используется.

Удельная теплота сгорания принимается:

- для 1 т угля — $29310 \cdot 10^6$ Дж;
- для 1 т нефти и нефтепродуктов — $43540 \cdot 10^6$ Дж;
- для 1 м³ газа — 46,35 кДж.

Средние значения КПД использования топлива (приблизительно):

- топливо — 0,25 (25%);
- электроэнергия — 100%.

Примечание:

Для всех расчётов год принимается равным 365 дням, под рублём и долларом подразумеваются рубль России и доллар США.

² В Задачнике не используется также часто встречающаяся величина калория (1 кал = 4,1868 Дж)