

Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

Кафедра теории электрических цепей и электропитания

А.П. Русу

Энергосберегающие технологии

Методические указания для самостоятельной
работы студентов и курсового проектирования

Одесса 2016

СОДЕРЖАНИЕ

1 ЗАДАНИЕ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	3
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА....	6
2.1 Методические указания к выполнению задания №1	6
2.1.1 Предисловие.....	6
2.1.2 Исходные данные.....	6
2.1.3 Анализ исходных данных	6
2.1.4 Определение количества потребленных ресурсов	7
2.1.5 Перевод потребленных ресурсов в условное топливо	8
2.1.6 Анализ затрат энергоресурсов в условном топливе	9
2.1.6 Источники информации.....	10
2.2 Методические указания к выполнению задания №2	10
2.2.1 Ключевые положения	10
2.2.2 Задача №1	16
2.2.3 Задача №2	16
2.2.4 Задача №3	17
2.2.5 Задача №4	17
2.2.6 Список источников	18
2.3 Методические указания к выполнению задания №3	18
2.3.1 Содержание работы	18
2.3.2 Рекомендации по выбору источников.....	19
2.3.3 Оформление работы.....	20
3 Оформление курсового проекта.....	21
4 СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	22
4.1 Коэффициенты пересчета в условное топливо	22
4.2 Цены и тарифы на энергоносители.....	23
4.2.1 Электроэнергия	23
4.2.2 Природный газ	23
4.2.3 Тепловая энергия	23
4.2.4 Цена на топливо в Украине по регионам	25
4.2.5 Цены на каменный уголь в Украине(сентябрь 2015)	26
4.3 Типовые коэффициенты мощности потребителей электрической энергии....	26
5 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	27

1 ЗАДАНИЕ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовой проект состоит из трех заданий: двух задач и реферата, направленных на расширение знаний студента в области энергосбережения. Исходные данные для заданий 1 и 2 берутся в соответствии с двумя последними цифрами зачетной книжки. Тематика задания №3 выбирается студентом самостоятельно из рекомендованных вариантов.

В настоящем пособии приведены варианты заданий, методические указания и примеры выполнения их выполнения.

Задание №1

До проведения реконструкции годовые расходы предприятия на энергоносители составляли (таблица 1). После проведения реконструкции годовые расходы предприятия на энергоносители составляют (таблица 2). Нужно определить:

1. Привела ли реконструкция к уменьшению затрат энергии предприятием?
2. Стоимость 1 тонны условного топлива в реконструкции и после нее.
3. Обосновать целесообразность проведения реконструкции.

Задание № 2

Определить годовые расходы средств и условного топлива на работу оборудования предприятия. Исходные данные взять из таблиц 3 и 4.

Задание № 3

Выполнить анализ рынка энергосберегающих устройств или технологий на выбор студента по одной из тем, приведенных в таблице №5.:

Таблица 1 – Исходные данные для задания №1

Энергоноситель	Предпоследняя цифра зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Электроэнергия, тыс. Грн	16	20	14	21	25	17	22	18	26	19
Природный газ, тыс. Грн	15		10		26		7		13	
Уголь, тыс. Грн		8		3		7		5		2
Бензин, тыс. Грн	10	25	27	14	21	15	18	16	28	11

Таблица 2 – Исходные данные для задания №1

Энергоноситель	Последняя цифра зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Электроэнергия, тис. Грн	10	15	23	24	30	13	12	11	28	27
Теплоснабжение, тис. Грн	12		8		10		18		11	
Природный газ, тис. Грн		11		15		16		14		22
Дизельное топливо, тис. Грн	24	15	13	25	11	16	17	12	19	20

Таблица 3 – Исходные данные для задания №2

Предпоследняя цифра зачетной книжки	Тип оборудования	Мощность единицы оборудования, ВА	Продолжительность работы за день, час
0	Светильники «Армстронг» на основе люминесцентных ламп с дроссельным пускорегулирующим устройством	100	4
1	Персональные компьютеры	200	8
2	Телекоммуникационное оборудование	500	24
3	Светильники «Армстронг» на основе люминесцентных ламп с электронным пускорегулирующим устройством	75	12
4	Светильники на основе ламп накаливания	100	5
5	Электрообогреватели	2200	3
6	Светильники на основе компактных люминесцентных ламп	20	10
7	Телекоммуникационное оборудование	15	24
8	Светильники на основе светодиодных ламп	14	20
9	Вентиляторы системы принудительной вентиляции	200	5

Таблица 4 – Исходные данные для задания №2

Последняя цифра зачетной книжки	Количество единиц оборудования	Количество рабочих дней в неделю
0	10	2
1	20	3
2	15	7
3	11	6
4	22	5
5	13	2
6	8	1
7	15	5
8	12	4
9	14	7

Таблица 5 – Тематика заданий для задания №3

№	Устройство (технология, услуга, программное обеспечение и т.п.)
1.	Энергоаудиторские компании
2.	Ветрогенераторы
3.	Солнечные коллекторы
4.	Солнечные батареи
5.	Топливные элементы
6.	Гидроэлектростанции
7.	Устройства для получения водорода
8.	Компактные люминесцентные лампы
9.	Светодиодные лампы
10.	Системы светодиодного освещения
11.	Датчики движения
12.	Датчики присутствия
13.	Диммеры
14.	Рекуператоры (системы вентиляции)
15.	Тепловые насосы
16.	Оконная энергосберегающая пленка
17.	Электромобили
18.	Гибридные автомобили
19.	Воздухомобили
20.	Устройства получения биотоплива
21.	Стабилизаторы напряжения промышленной сети
22.	Корректоры коэффициента мощности
23.	Активные фильтры гармоник
24.	Программное обеспечение для управления питанием персональных компьютеров
25.	Мониторы для персональных компьютеров
26.	Программное обеспечение для логистики
27.	GPS-устройства
28.	Источники питания радиоаппаратуры
29.	Системы для утилизации тепловых отходов
30.	Электролизеры

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1 Методические указания к выполнению задания №1

2.1.1 Предисловие

Данная задача посвящена решению одной из важнейших задач в области энергосбережения – количественной оценке энергетических затрат предприятия, технологии либо прочего процесса, связанного с потреблением энергоресурсов. Метод решения подобного класса задач будем осваивать на примере типовой задачи.

2.1.2 Исходные данные

До выполнения реконструкции годовые затраты предприятия на энергоресурсы составляли:

- Электроэнергия, $Z_{эл1} = 16000$ Грн;
- Теплоснабжение, $Z_{тс1} = 20000$ Грн;
- Дизельное топливо, $Z_{дт1} = 43000$ Грн.

После выполнения реконструкции затраты предприятия на энергоресурсы за тот же период составляют:

- Электроэнергия, $Z_{эл2} = 23000$ Грн;
- Природный газ, $Z_{пг2} = 18000$ Грн;
- Бензин $Z_{бз2} = 38000$ Грн.

Следует определить на сколько изменились затраты энергоресурсов предприятия.

2.1.3 Анализ исходных данных

Как видно из исходных данных, суммарные финансовые затраты на энергоресурсы предприятия до реконструкции составляют, $Z_{общ1}$:

$$Z_{общ1} = Z_{эл1} + Z_{тс1} + Z_{дт1} = 16000 + 20000 + 43000 = 79000 \text{ Грн},$$

после реконструкции, $Z_{общ2}$:

$$Z_{общ2} = Z_{эл2} + Z_{пг2} + Z_{бз2} = 23000 + 18000 + 38000 = 79000 \text{ Грн}.$$

Таким образом, реконструкция не привела к изменению суммарных затрат на энергоресурсы. Изменилось как количественное потребление энергоресурсов (затраты, а следовательно и потребление электроэнергии возросло), так и качественное. Можно предположить, что предприятие было отключено от городской теплоцентрали и перешло на отопление от собственной котельной, а также были заменены агрегаты (например, парк автомобилей), работающие на дизельном топливе на агрегаты, работающие на бензине.

Первоначально создается впечатление, что, поскольку реконструкция не принесла экономического эффекта, то и эффекта энергосбережения не наблюдается. Однако, на самом деле это не так. Ниже приведены возможные причины проведения подобной реконструкции.

1. Реконструкция принесла качественный эффект. При теплоснабжении от городской теплоцентрали потери тепла (и энергии) зависят от состояния данной централи, ее оборудования, и многих других факторов. При переходе на собственное отопление, работающее на природном газе, зимой температура в помещениях находится на требуемом уровне, которое можно при необходимости регулировать.

2. В исходных данных не сказано, каким образом реконструкция отразилась на себестоимости продукции. Если в результате реконструкции увеличился объем выпускаемой продукции, то доля энергоресурсов в единице продукции уменьшилась, что уже является энергосберегающей технологией.

3. Реконструкция предприятия могла привести к тому, что предприятия увеличило как производство продукции, так и потребление энергии. Поскольку суммарные затраты на энергоносители остались на прежнем уровне, то предприятие покупает более дешевые энергоносители.

При подобном наборе исходных данных решение данной задачи состоит из следующих этапов:

1. Определение количества потребленных ресурсов,
2. Перевод потребленных ресурсов в условное топливо,
3. Анализ затрат энергоресурсов в условном топливе.

2.1.4 Определение количества потребленных ресурсов

Для определения количества потребленных ресурсов необходимо знать тарифы, по которым предприятие покупает данные ресурсы. Однозначную информацию по тарифам за конкретный месяц (тарифы в течении года могут меняться – как общие, так и для конкретного предприятия) может дать только директор или главный бухгалтер предприятия, однако, в большинстве случаев данная информация представляет собой коммерческую тайну. Тем не менее, в большинстве случаев в расчетах можно взять среднее значение тарифов, доступных из открытых источников.

Пусть предприятие находится в городе Одесса.

Для Одессы основным поставщиком электроэнергии является ОАО «Одессаоблэнерго». Зайдя на официальный сайт данного предприятия на страницу с тарифами для юридических лиц [1] определяем, что отпускная цена для юридических лиц (считаем, что у нас промышленный потребитель с присоединенной мощностью до 750 кВА и входным напряжением до 35 кВ) составляет:

$$T_{эл1} = T_{эл2} = 0,9467 \text{ Грн/кВт}\cdot\text{ч}.$$

Основным поставщиком тепла в городе Одесса является КП «Теплоснабжение города Одессы». Зайдя на официальный сайт данного предприятия, определяем тариф на тепло до реконструкции предприятия $T_{тс1}$ для нужд прочих организаций с учетом НДС [2]:

$$T_{тс1} = 1,2 \cdot 836,38 = 1003,66 \text{ Грн/Гкал}.$$

Основным поставщиком природного газа в городе Одесса является Публичное акционерное общество «Одессагаз». Зайдя на официальный сайт данного предприятия, определяем тариф на природный газ. Поскольку тариф зависит от годового уровня потребления, оценим вначале уровень потребления по минимальному тарифу (будем считать, что на предприятии установлен газовый счетчик) [3]:

$$V_{пр2} = 3_{пр2} / T_{пр2} = 18000 / 0,7254 = 24814 \text{ м}^3,$$

Это меньше лимита 2500 м^3 для данного тарифа, следовательно, следует взять больший тариф. Путем последовательного перебора тарифов, определяем, что для нашего предприятия отпускная цена природного газа составляет $T_{пр} = 2,2482 \text{ Грн/м}^3$ (для объема потребления до 16000 м^3) при уровне потребления:

$$V_{\text{пг2}} = Z_{\text{пг2}} / T_{\text{пг2}} = 18000 / 2,2482 = 8000 \text{ м}^3,$$

Поставщиков бензина и дизельного топлива в городе Одесса несколько. Для определения средней цены можно воспользоваться услугами аналитических сайтов, например «Ліга.Бизнес». По информации данного сайта определим средние цены на бензин $T_{\text{бз2}}$ (считаем, что используется А-95) и дизельное топливо $T_{\text{дт1}}$ в Одесской области [4]:

$$\begin{aligned} T_{\text{дт1}} &= 9,91 \text{ Грн/л}, \\ T_{\text{бз2}} &= 11,10 \text{ Грн/л}. \end{aligned}$$

Теперь можно определить общее количество потребленных ресурсов.
До реконструкции:

$$\begin{aligned} V_{\text{эл1}} &= Z_{\text{эл1}} / T_{\text{эл1}} = 16000 / 0,9467 = 16900 \text{ кВт·ч}, \\ V_{\text{тс1}} &= Z_{\text{тс1}} / T_{\text{тс1}} = 20000 / 1003,66 = 19,93 \text{ Гкал}, \\ V_{\text{дт1}} &= Z_{\text{дт1}} / T_{\text{дт1}} = 43000 / 9,91 = 4339 \text{ л}. \end{aligned}$$

После реконструкции:

$$\begin{aligned} V_{\text{эл2}} &= Z_{\text{эл2}} / T_{\text{эл2}} = 23000 / 0,9467 = 24295 \text{ кВт·ч}, \\ V_{\text{пг2}} &= Z_{\text{пг2}} / T_{\text{пг2}} = 18000 / 2,2482 = 8000 \text{ м}^3, \\ V_{\text{бз2}} &= Z_{\text{бз2}} / T_{\text{бз2}} = 38000 / 11,1 = 3423 \text{ л}. \end{aligned}$$

2.1.5 Перевод потребленных ресурсов в условное топливо

Полученные объемы потребленных ресурсов не могут дать однозначного ответа на вопрос привела ли реконструкция к уменьшению затрат энергии, поскольку все энергоресурсы выражены в различных единицах измерения. Для решения данной задачи следует перевести все энергозатраты в условное топливо – гипотетический вид топлива, 1 тонна которого при сгорании выделит столько же тепла, что некоторое количество конкретного энергоресурса.

Согласно определению условное топливо – это единица учёта органического топлива, применяемая для сопоставления эффективности различных видов топлива и суммарного учёта их [5].

В качестве условного (базового) топлива был выбран антрацит, при сгорании 1 кг которого выделяется 7000 ккал (29,3 МДж) тепла, поэтому данные пересчеты называют пересчетами по угольному эквиваленту.

Соотношение между условным топливом и натуральным топливом выражается формулой:

$$B_y = B_n Q_n / 7000 = B_n \mathcal{E},$$

где B_y – масса эквивалентного количества условного топлива, кг,
 B_n – масса натурального топлива, кг (твёрдое и жидкое топливо) или м^3 (газообразное),
 Q_n – низшая теплота сгорания данного натурального топлива, ккал/кг или ккал/ м^3 ,
 $\mathcal{E} = Q_n / 7000$ – калорийный эквивалент.

Пересчет количества топлива данного вида в условное производится с помощью коэффициента, равного отношению теплосодержания 1 кг топлива данного вида к теплосодержанию 1 кг условного топлива. Обычно используют уже готовые

коэффициенты. В нашем случае для пересчета в условное топливо следует воспользоваться коэффициентами [6].

Определим единицы измерения натурального топлива и коэффициенты пересчета для наших энергоресурсов [7]:

$$\begin{aligned}K_{эл1} &= K_{эл2} = 0,123 \text{ для тыс кВт}\cdot\text{ч}, \\K_{тс1} &= 0,143 \text{ для Гкал}, \\K_{дт1} &= 1 \text{ для тонн}, \\K_{пг2} &= 1,151 \text{ для тыс. м}^3, \\K_{бз2} &= 1,49 \text{ для тонн}.\end{aligned}$$

Приведем объемы потраченных энергоресурсов к единицам измерения, пригодным для пересчета в условное топливо.

До реконструкции:

$$\begin{aligned}V_{эл1} &= 16,9 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч}, \\V_{тс1} &= 19,93 \text{ Гкал}.\end{aligned}$$

Вес дизельного топлива можно определить, зная его плотность ($\approx 0,86$ кг/л) [8]:

$$V_{дт1} = 4339 \cdot 0,86 = 3,71 \text{ т.}$$

После реконструкции:

$$\begin{aligned}V_{эл2} &= 24,3 \text{ тыс. кВт}\cdot\text{ч}, \\V_{пг2} &= 8 \text{ тыс м}^3.\end{aligned}$$

Аналогично дизельному топливу, массу бензина можно определить по его плотности ($\approx 0,75$ кг/л) [9]

$$V_{бз2} = 3423 \cdot 0,75 = 2,57 \text{ т.}$$

Определим затраты энергоресурсов в тоннах условного топлива
До реконструкции:

$$\begin{aligned}V_{эл1 \text{ т.у.т.}} &= V_{эл1} K_{эл1} = 16,9 \cdot 0,123 = 2,08 \text{ т.у.т.}, \\V_{тс1 \text{ т.у.т.}} &= V_{тс1} K_{тс1} = 19,93 \cdot 0,143 = 2,85 \text{ т.у.т.}, \\V_{дт1 \text{ т.у.т.}} &= V_{дт1} K_{дт1} = 3,71 \cdot 1 = 3,71 \text{ т.у.т.}\end{aligned}$$

После реконструкции:

$$\begin{aligned}V_{эл2 \text{ т.у.т.}} &= V_{эл2} K_{эл2} = 24,3 \cdot 0,123 = 3 \text{ т.у.т.}, \\V_{пг2 \text{ т.у.т.}} &= V_{пг2} K_{пг2} = 8 \cdot 1,151 = 9,2 \text{ т.у.т.}, \\V_{бз2 \text{ т.у.т.}} &= V_{бз2} K_{бз2} = 2,57 \cdot 1,49 = 3,83 \text{ т.у.т.}\end{aligned}$$

2.1.6 Анализ затрат энергоресурсов в условном топливе

Суммарные затраты предприятия до реконструкции составляли:

$$V_{общ1 \text{ т.у.т.}} = V_{эл1 \text{ т.у.т.}} + V_{тс1 \text{ т.у.т.}} + V_{дт1 \text{ т.у.т.}} = 2,08 + 2,85 + 3,71 = 8,64 \text{ т.у.т.},$$

после реконструкции:

$$V_{\text{общ2 т.у.т}} = V_{\text{эл2 т.у.т}} + V_{\text{пт2 т.у.т}} + V_{\text{бз2 т.у.т}} = 3 + 9,2 + 3,83 = 16,03 \text{ т.у.т.}$$

Таким образом, суммарное потребление энергоресурсов предприятия увеличилось практически в 2 раза, при сохранении того же уровня затрат.

2.1.6 Источники информации

1. [Официальный сайт ОАО «Одессаоблэнерго»](#)
2. [Официальный сайт КП «Теплоснабжение города Одессы»](#)
3. [Официальный сайт Публичного акционерного общества «Одессагаз»](#)
4. [Ліга.Бизнес. Цены на топливо в Украине по регионам](#)
5. [Условное топливо. Статья в Википедии](#)
6. Методика розрахунку показника енергоємності валового регіонального продукту. Наказ Держенергоефективності №63 від 21.07.2011
7. [Коэффициенты пересчета в условное топливо. Справочные данные по энергосбережению](#)
8. [Дизельное топливо. Статья в Википедии](#)
9. [Бензин. Статья в Википедии](#)

2.2 Методические указания к выполнению задания №2

2.2.1 Ключевые положения

Для определения количества электрической энергии W необходимо знать электрическую мощность P , потребляемую из сети в течении некоторого времени t . Тогда количество потребленной энергии определяется по формуле:

$$W = Pt.$$

В зависимости от единиц измерения P и t , количество электрической энергии W может быть получено в Джоулях ($1\text{Дж} = 1\text{Вт}\cdot 1\text{с}$) либо в киловатт-часах ($1\text{кВт}\cdot\text{ч} = 3600000\text{Дж} = 1\text{кВт}\cdot 1\text{ч}$).

График работы потребителя, как правило, известен. В то время как при определении мощности, потребляемой от источника, существуют некоторые особенности, которым и посвящен данный материал.

Простейшей схемой потребления электрической энергии является схема, приведенная на рисунке 1.

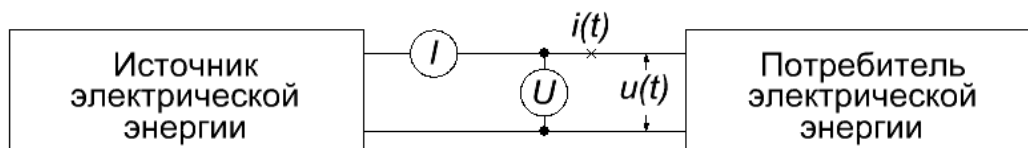


Рисунок 1 – Схема потребления электрической энергии

Источник электрической энергии предоставляет потребителю энергию с определенными параметрами, основными из которых являются:

- **род тока** (постоянный, переменный);
- **номинальное напряжение**, В.

Для источников переменного тока дополнительно указывается:

- **форма выходного напряжения** (синусоидальная, треугольная, прямоугольная) (Рисунок 2);
- **частота**, Гц;
- **количество фаз** выходного напряжения.

Основными источниками электрической энергии являются:

- **промышленная сеть переменного тока** (трехфазный переменный синусоидальный ток частотой 50 Гц и напряжением 220/380В) для электроснабжения промышленных и бытовых потребителей – основной источник электрической энергии;
- **автономные электростанции** (одно или трехфазный треугольный или синусоидальный ток частотой 50 Гц и напряжением 220В) для резервного электроснабжения в случаях аварий промышленной сети или для автономного электроснабжения в удаленных или труднодоступных районах;
- **химические источники тока** (щелочные и аккумуляторные батареи) (постоянный ток различных напряжений) для электроснабжения мобильных устройств или объектов, бортовых сетей транспортных средств;

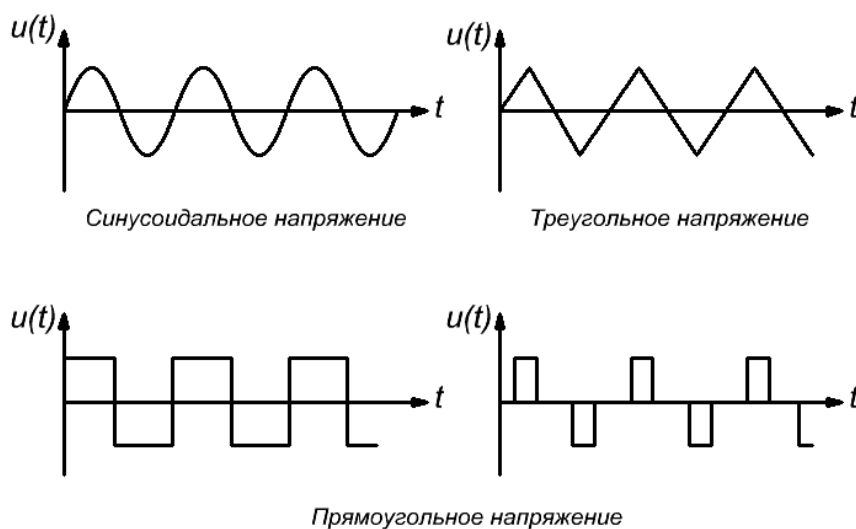


Рисунок 2 – Диаграммы выходного напряжения $u(t)$ источников переменного тока

В общем случае напряжение на выходе источника электрической энергии $u(t)$ непостоянно во времени даже для источников постоянного тока и зависит от многих факторов, в числе которых текущая нагрузка на источник, температура (для химических источников), влажность и другие.

К источнику электрической энергии подключается **потребитель электрической энергии**. Параметры источника электрической энергии должны соответствовать параметрам потребителя, в противном случае потребитель не будет работать или выйдет из строя.

При подключении потребителя к источнику в цепи начинает протекать **ток** $i(t)$, измеряемый в амперах (А). В общем случае величина тока зависит от текущих задач, которые выполняет потребитель и не является постоянной во времени как для цепей постоянного, так и для цепей переменного тока (Рисунок 3). Обычно указывается **максимальный ток** $I_{\max}$, потребляемый от источника и (или) **средний** (для потребителей постоянного тока) или **действующий** (для потребителей переменного тока) ток I .

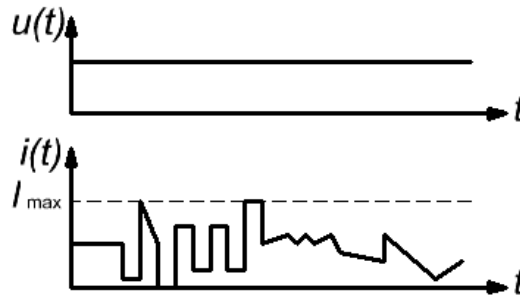


Рисунок 3 – Диаграмма потребляемого тока $i(t)$ от источника постоянного напряжения

Таким образом, величина напряжения $u(t)$ определяется источником электрической энергии, а величина тока $i(t)$ – потребителем.

При протекании электрического тока от источника потребляется **мгновенная мощность** $p(t)$ – величина, характеризующая скорость потребления электрической энергии [1], которая определяется формуле:

$$p(t) = u(t)i(t), \text{ Вт.}$$

Когда знаки напряжения и тока совпадают, мощность положительна – в этом случае электрическая энергия передается от источника к потребителю. Когда напряжения и тока противоположны, мощность отрицательна – в этом случае электрическая энергия передается (возвращается) от потребителя в источник электрической энергии (Рис. 4).

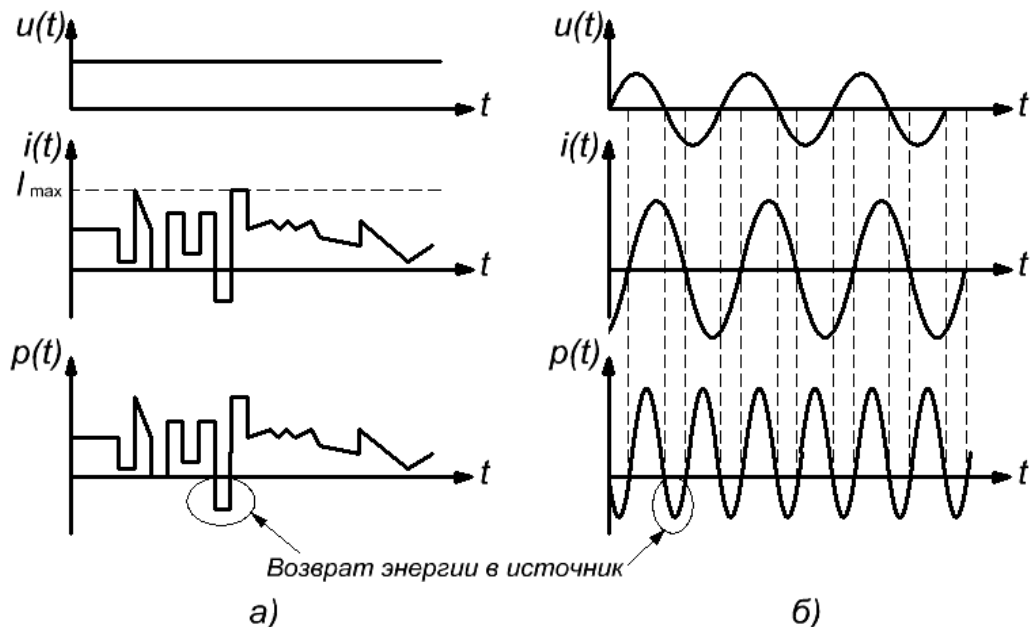


Рисунок 4 – Диаграммы потребляемого тока $i(t)$ и мощности $p(t)$ потребителей постоянного (а) и переменного (б) тока

Среднюю потребленную мощность за произвольный интервал времени $t_1 \dots t_2$ можно определить по формуле:

$$P = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} u(t)i(t)dt$$

Для цепей переменного тока, в качестве интервала времени выбирают период. В этом случае формула для определения мощности имеет следующий вид:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T u(t)i(t)dt$$

Как правило, потребители постоянного тока не используют режим, в котором возникает необходимость возврата в источник потребленной энергии, и в большинстве случаев мощность P , потребляемая от источника, составляет:

$$P = UI, \text{ Вт,}$$

где U – среднее значение напряжения, В, I – среднее значение тока, А.

Таким образом, для определения мощности, потребляемой от источника электрической энергии постоянного тока в схеме на рис. 1 достаточно измерить вольтметром значение напряжения и амперметром значение тока.

В цепях переменного тока, напряжение $u(t)$ меняется с частотой сети, что приводит к аналогичным изменениям тока $i(t)$. В идеальном случае форма потребляемого тока должна повторять форму напряжения с точностью до фазы (Рис. 6, а). Однако в реальных устройствах существуют сдвиг фазы тока по отношению к напряжению, обусловленные наличием в потребителе реактивных компонентов (Рис. 6, б), а также искажения формы тока, обусловленные наличием компонентов с нелинейными вольтамперными характеристиками (Рис 6, в).

Все это приводит к тому, что потребители переменного тока характеризуются тремя видами мощности.

Активная мощность, P (Вт) – мощность, которая характеризует величину необратимых изменений электрической энергии [1]. Активная мощность характеризует **полезную мощность**, потребленную от источника электрической энергии, которая используется потребителем на выполнение своей непосредственной функции.

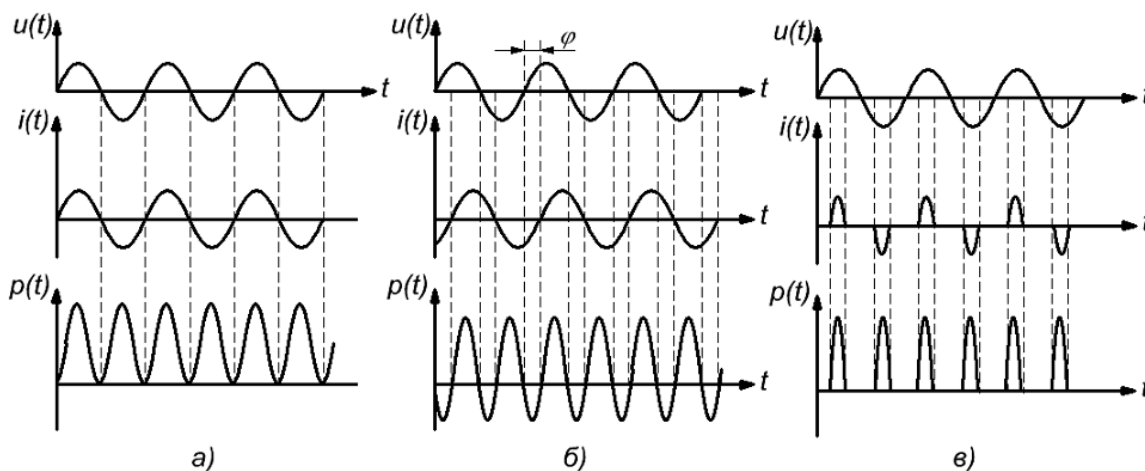


Рисунок 6 – Диаграммы потребляемого тока $i(t)$ и мощности $p(t)$ для потребителей переменного тока при активном характере нагрузки (а), при наличии реактивных элементов индуктивного характера (б), при наличии нелинейных компонентов (в)

Реактивная мощность, Q (ВАР – Вольт-Ампер Реактивные) – величина, характеризующая нагрузки, создаваемые колебаниями (перемещениями) электрической энергии между источником и потребителем. Физический смысл реактивной мощности – это энергия, перекачиваемая от источника в реактивные элементы приёмника (индуктивности, конденсаторы, обмотки двигателей), а затем возвращаемая этими элементами обратно в источник в течение одного периода колебаний [1]. Реактивная мощность приводит к дополнительным потерям энергии при перекачке (в проводах, обмотках и т.д.), и требует использования более мощных источников электрической энергии. В среднем увеличение мощности распределительных устройств (трансформаторов, кабелей, распределительных щитов) в энергетике составляет приблизительно 20%. В связи с этим, **уменьшение реактивной мощности потребителей переменного тока является важной задачей в энергосбережении.**

Полная мощность, S (ВА – Вольт-Ампер) – кажущаяся мощность, потребляемая от источника с учетом активной и реактивной мощности. Полная мощность имеет практическое значение, как величина, описывающая нагрузки, фактически налагаемые потребителем источник, так как эти нагрузки зависят от потребляемого тока, а не от фактически использованной потребителем энергии. Именно поэтому номинальная мощность трансформаторов и распределительных щитов измеряется в вольт-амперах, а не в ваттах [1].

Мощности в цепях переменного тока определяются по формулам:

$$\begin{aligned} S &= UI, \\ P &= UI \cos \varphi = S \cos \varphi, \\ Q &= UI \sin \varphi = S \sin \varphi, \end{aligned}$$

где U – действующее значение напряжения, I – действующее значение тока, φ – угол сдвига между напряжением и током.

Полная мощность связана с активной и реактивной мощностью следующим соотношением:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Таким образом, аналогично цепям постоянного тока, в цепях переменного тока, измерив действующее напряжение U и действующий ток I мы сможем определить только полную мощность S . При этом фактическая потребленная мощность может оказаться значительно меньше (из-за колебаний энергии между источником и потребителем).

При синусоидальной форме тока (Рис. 6, б) для определения реальной потребляемой мощности следует знать угол сдвига фазы между напряжением и током φ . При несинусоидальной форме (Рис. 6, в) тока активная мощность равна сумме соответствующих средних мощностей отдельных гармоник [1].

На практике, для определения активной мощности используется **коэффициент мощности** (англ. Power factor) – параметр потребителя переменного тока, показывающий степень содержания активной потребляемой мощности в полной [2].

По величине коэффициента мощности можно судить о **качестве** потребления электрической энергии. Чем он выше, тем меньше потерь энергии возникает при электроснабжении данного потребителя, тем, соответственно, выше его качество. Существуют следующие градации качества потребления электрической энергии по коэффициенту мощности:

- 0,95...1 – высокое;
- 0,85...0,95 – хорошее;
- 0,65...0,85 – удовлетворительное;

- 0,5...0,65 – низкое;
- 0...0,5 – неудовлетворительное.

Максимальная величина коэффициента мощности для различных типов потребителей регламентирована соответствующими нормативными документами [3, 4].

Для повышения коэффициента мощности в оборудование устанавливают специальные устройства – **корректоры коэффициента мощности**. Установка корректоров приводит к удорожанию оборудования, поэтому зачастую производители умалчивают реальное значение коэффициента мощности, не указывая его в списке параметров.

Параметры потребителей электрической энергии приведены в таблице 1. Для различных типов устройств приводится разное количество параметров. В спецификации, как правило, присутствует:

- род тока;
- частота источника (для потребителей переменного тока);
- номинальное напряжение или диапазон рабочих напряжений;
- максимальный ток или номинальный ток или активная мощность или полная мощность;
- коэффициент мощности (для потребителей переменного тока).

Если в спецификации оборудования значение коэффициента мощности отсутствует в расчетах можно использовать типовое значение для данного вида оборудования [5].

Таблица 1. – Параметры потребителей электрической энергии

Параметр	Об.	Ед. изм.	Потребители		Описание
			Пост. тока	Перем. тока	
Род тока			+	+	Род (форма) тока, при котором обеспечивается нормальная работа потребителя
Номинальное напряжение	U	В	+	+	Номинальное напряжение, необходимое для работы потребителя
Диапазон рабочих напряжений	$U_{\min}, U_{\max}$	В	+	+	Диапазон напряжений источника, при котором обеспечивается нормальная работа потребителя
Частота	f	Гц		+	Частота напряжения источника
Номинальный ток	I	А	+	+	Действующее значение номинального тока, потребляемого от источника
Максимальный ток	$I_{\max}$	А	+	+	Максимальное значение тока, потребляемого от источника
Мощность	P	Вт	+	+	Активная мощность (номинальная или максимальная), потребляемая от источника
Полная мощность	S	ВА		+	Полная мощность (номинальная или максимальная), потребляемая от источника
Коэффициент мощности	$\lambda, \cos\varphi$			+	Коэффициент мощности (доля активной мощности в полной)

2.2.2 Задача №1

Определить полную, активную и реактивную мощности лампы накаливания, имеющую следующие параметры:

- Номинальное напряжение – 230 В;
- Мощность – 100 Вт.

Решение:

Мощность в исходных данных приведена в Ваттах, следовательно, это активная мощность:

$$P = 100 \text{ Вт.}$$

Поскольку коэффициент мощности в исходных данных не приведен, выбираем типовой коэффициент мощности для ламп накаливания [5]:

$$\cos\varphi = 1$$

Полная мощность:

$$S = P / \cos\varphi = 100 / 1 = 100 \text{ ВА.}$$

Реактивная мощность:

$$Q = \sqrt{(S^2 - P^2)} = \sqrt{(100^2 - 100^2)} = 0 \text{ ВАР.}$$

Ответ: $S = 100 \text{ ВА}$, $P = 100 \text{ Вт}$, $Q = 0 \text{ ВАР}$

2.2.3 Задача №2

Определить полную, активную и реактивную мощности светильника "Армстронг" в состав которого входит 4 люминесцентные лампы мощностью 18 Вт с дроссельным пускорегулирующим устройством.

Решение:

Общая активная мощность, потребляемая лампами без учета потерь в пускорегулирующем устройстве:

$$P = N_{\text{л}} P_{\text{л}} = 4 \cdot 18 = 72 \text{ Вт,}$$

где $N_{\text{л}}$ – количество ламп в светильнике, $P_{\text{л}}$ – мощность 1 лампы.

Поскольку коэффициент мощности в исходных данных не приведен, выбираем типовой коэффициент мощности для люминесцентных ламп с дроссельным пускорегулирующим устройством [5]:

$$\cos\varphi = 0,7.$$

Полная мощность:

$$S = P / \cos\varphi = 72 / 0,7 = 103 \text{ ВА.}$$

Реактивная мощность:

$$Q = \sqrt{(S^2 - P^2)} = \sqrt{(103^2 - 72^2)} = 74 \text{ ВАР.}$$

Ответ: $S = 103 \text{ ВА}$, $P = 72 \text{ Вт}$, $Q = 74 \text{ ВАР}$.

2.2.4 Задача №3

Определить полную, активную и реактивную мощности LCD монитора Asus VN192, имеющего следующие параметры:

- диапазон рабочих напряжений – 100...240 В;
- максимальный потребляемый ток – 1,2 А.

Решение:

В состав монитора входит импульсный источник питания, который потребляет от источника требуемую мощность при любом напряжении источника. Следовательно, максимальный ток $I_{\max} = 1,2 \text{ А}$ будет потребляться от источника будет при минимальном напряжении $U_{\min} = 100 \text{ В}$.

Полная мощность, потребляемая монитором:

$$S = U_{\min} I_{\max} = 100 \cdot 1,2 = 120 \text{ ВА}$$

Поскольку коэффициент мощности в исходных данных не приведен, выбираем типовой коэффициент мощности для мониторов [5]:

$$\cos\varphi = 0,67.$$

Активная мощность:

$$P = S \cos\varphi = 120 \cdot 0,67 = 80 \text{ Вт.}$$

Реактивная мощность:

$$Q = \sqrt{(S^2 - P^2)} = \sqrt{(120^2 - 80^2)} = 89 \text{ ВАР.}$$

Ответ: $S = 120 \text{ ВА}$, $P = 80 \text{ Вт}$, $Q = 89 \text{ ВАР}$.

2.2.5 Задача №4

Определить готовые затраты электрической энергии компьютерного класса из 15 компьютеров, работающего по 4 часа 5 дней в неделю.

Решение:

Рабочее место в компьютерном классе содержит системный блок и монитор. Поскольку модели системного блока и монитора не указаны, примем типовые значения потребляемой мощности и коэффициента мощности для данных устройств [5].

Системный блок:

- потребляемая мощность $P_{\text{сб}} = 200 \text{ Вт}$;
- коэффициент мощности $\cos\varphi_{\text{сб}} = 0,67$.

Монитор:

- потребляемая мощность $P_{\text{мон}} = 75 \text{ Вт}$;
- коэффициент мощности $\cos\varphi_{\text{мон}} = 0,67$.

Активная мощность, потребляемая компьютерным классом:

$$P = N(P_{\text{сб}} + P_{\text{мон}}) = 15 \cdot (200 + 75) = 4125 \text{ Вт} = 4,13 \text{ кВт},$$

где $N = 15$ – количество рабочих мест в компьютерном классе.
Полная мощность, потребляемая компьютерным классом:

$$P = N(P_{\text{сб}} / \cos\varphi_{\text{сб}} + P_{\text{мон}} / \cos\varphi_{\text{мон}}) = 15 \cdot (200 / 0,67 + 75 / 0,67) = 6,16 \text{ кВА.}$$

Реактивная мощность компьютерного класса:

$$Q = \sqrt{(S^2 - P^2)} = \sqrt{(6,16^2 - 4,13^2)} = 4,57 \text{ ВАР.}$$

Общее количество часов работы компьютерного класса в году t_p :

$$t_p = t_{\text{дн}} N_{\text{дн}} N_{\text{нед}} = 4 \cdot 5 \cdot 52 = 1040 \text{ ч,}$$

где $t_{\text{дн}} = 4$ – количество часов работы компьютерного класса в день, $N_{\text{дн}} = 5$ – количество дней работы компьютерного класса в неделю, $N_{\text{нед}} = 365 / 7 \approx 52$ – количество недель в году.

Количество потребляемой электрической энергии в год:

$$W_P = P t_p = 4,13 \cdot 1040 = 4295 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Годовые затраты реактивной энергии:

$$W_Q = Q t_p = 4,57 \cdot 1040 = 4753 \text{ кВАР}\cdot\text{ч}$$

Ответ: $W_P = 4295 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$, $W_Q = 4753 \text{ кВАР}\cdot\text{ч}$.

2.2.6 Список источников

[1. Электрическая мощность. Статья в Википедии](#)

[2. Коэффициент мощности. Статья в Википедии](#)

3. European Committee for Electrotechnical Standardization. Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits Limits for harmonic current emissions (equipment input current $\leq 16 \text{ A}$ per phase). EN 61000-3-2: 2005.

4. Електромагнітна сумісність. Частина 3-2. Норми. Норми на емісію гармонік струму (для сили вхідного струму обладнання не більше 16 А на фазу) (IEC 61000-3-2:2005, IDT)

5. Типовые коэффициенты мощности потребителей электрической энергии. Справочные данные по энергосбережению

2.3 Методические указания к выполнению задания №3

2.3.1 Содержание работы

В процессе работы над заданием студент должен привести ответы на 3 основные вопроса.

Вопрос №1 Почему использование данного устройства (технологии, программного обеспечения и т.п.) является энергосберегающей технологией?

При ответе следует, по возможности отразить:

- каким образом задача (действие, услуга и т.п.), которую выполняет анализируемое устройство, решается на сегодняшний день;
- на смену каким устройствам приходят анализируемые устройства;

- на сколько анализируемые устройства позволят уменьшить расход энергии по сравнению с существующими устройствами;
- почему возникла необходимость в использовании данных устройств.

Вопрос №2 Благодаря чему данное устройство (технология, программа и т.п.) является энергосберегающим?

В этой части следует кратко описать принцип действия анализируемого устройства (технологии, программного обеспечения), в частности той его части, которая относится к энергосбережению.

При ответе следует обратить внимание на следующие вопросы:

- какие существуют типы данных устройств (технологий, программного обеспечения и т.п.) по принципу работы, внутреннему устройству и т.п.;
- по каким параметрам выполняется классификация данных устройств (технологий, программного обеспечения и т.п.);
- какие существуют достижения и проблемы при производстве данных устройств, перспективы их решения.

Вопрос №3 Анализ современного рынка данных устройств (технологии, программного обеспечения и т.п.). В данной части следует отразить:

- кто является ведущими отечественными и мировыми производителями данных устройств (технологий, программного обеспечения и т.п.);
- кто является ведущими отечественными и мировыми дистрибьюторами данных устройств (технологий, программного обеспечения и т.п.);
- таблицы, в которых приведены модели данных устройств с их основными характеристиками (описанными во второй части) и ценами (при наличии такой информации).

Результаты анализа рынка необходимо привести в виде систематизированной таблицы

Модель	Производитель	Дистрибьютор	Параметр 1	Параметр 2	...	Цена

2.3.2 Рекомендации по выбору источников

Для самостоятельной работы следует использовать современные актуальные источники информации (не старше 5 лет), в качестве которых могут выступать:

- книги;
- статьи в различных периодических (научных, научно-популярных, рекламных и т.п.) журналах;
- сайты фирм производителей и (или) поставщиков электронных компонентов, оборудования, услуг и т.п.;
- официальные материалы с выставок, конкурсов (статьи, буклеты, презентации).

При анализе следует критически анализировать качество информации. Не рекомендуется использовать в качестве источников информации материалы с сайтов блогеров, форумов, конференций и т.п., поскольку достоверность и качество полученной информации может вызвать сомнение. С большой осторожностью следует относиться к материалам, написанным наукообразным полутехническим языком с использованием жаргона, сленга, ненормативной лексики. На некоторых сайтах ряд авторов выкладывает собственные статьи, которые могут представлять собой «сырой материал», содержащий

некоторое количество неточностей, опечаток или заблуждений автора. Не следует доверять также материалам неизвестных сайтов или электронных журналов.

2.3.3 Оформление работы

Объем задания должен быть достаточен для ответа на поставленные вопросы. Увеличение объема путем копирования несущественной информации для создания иллюзии работы приведет к снижению оценки. Рекомендованный объем данного задания не более 5 страниц.

В конце задания обязательно необходимо привести список использованных источников, на которых в тексте должны быть ссылки. Без списка источников или ссылок на них задание не засчитывается.

3 ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Оформление должно быть аккуратным, соответствовать требованиям к оформлению работ и не создавать ощущения небрежности. Небрежное оформление может существенно снизить оценку. Рекомендуется обратить внимание на следующие моменты:

- работа должна содержать титульную страницу (Форма № Н-6.01) на которой указано тема, фамилия и группа студента и преподавателя;
- страницы должны быть пронумерованы все кроме титульной, рекомендуется размещать номер в правом нижнем углу страницы;
- поля должны быть одинаковы для всех страниц, рекомендуется слева 30, справа 10, сверху и внизу 20 мм;
- шрифт должен быть одинаков для всего текста, рекомендуется Times New Roman 12 ... 14 пт, при оформлении таблиц 10 пт;
- абзацный отступ должен быть одинаков для всего текста, рекомендуется 1,25 см;
- текст должен быть выровнен по ширине страницы;
- межстрочный интервал должен быть одинаков для всего документа, рекомендуется 1,0...1,2;
- заголовки должны быть отделены от основного текста сверху и снизу 1 пустой строкой, рекомендуется выделять заголовки полужирным шрифтом, нельзя оставлять заголовки внизу страницы менее чем с 3 строками текста, в этом случае заголовков необходимо перенести на следующую страницу.

4 СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1 Коэффициенты пересчета в условное топливо

Вид топлива	Коэффициент пересчета в тонны условного топлива	Единица измерения
Уголь каменный	0,720	тонн
Брикеты, окатыши и аналогичные виды твердого топлива из каменного угля	0,561	->-
Вугілля буре (лигнит)	0,247	->-
Брикети, окатиші та аналогічні види твердого палива з вугілля бурого (лигніта)	0,558	->-
Торф неагломерированный топливный	0,300	->-
Брикеты и полубрикеты торфяные	0,566	->-
Нефть сырая	1,430	->-
Газовый конденсат	1,430	->-
Газ природный	1,151	тис. м ³
Сланцы горючие	0,333	тонн
Дрова для отопления	0,263	тис. щільн. м ³
Промпродукт и шлам обогатительных предприятий черной металлургии	0,572	тонн
Кокс и полукокс из угля каменного, угля бурого и торфа	0,976	->-
Авиационный бензин	1,4	->-
Бензин моторный	1,49	->-
Топливо бензиновое реактивное	1,449	->-
Другие легкие фракции	1	->-
Топливо реактивное типа керосин	1	->-
Керосин для технических целей	1,468	->-
Керосин для освещения	1,421	->-
Газойли (дизельное топливо)	1	->-
Другие средние фракции	1,45	->-
Мазуты топочные тяжелые	1,358	->-
Пропан и бутан сжиженные	1	->-
Этилен, пропилен, бутилен, бутадиин и газы нефтяные прочие или углеводы газообразные, кроме газа природ.	1	->-
Кокс нефтяной и сланцевый	1	->-
Масла отработанные	1	->-
Присадки к маслам и топливу	1	->-
Каменноугольный газ, полученный путем перегонки в коксовых печах	0,571	тис. м ³
Газ другой, не включен в перечисленные группы	1	тис. м ³
Электрическая энергия	0,123	тис. кВт·год
Тепловая энергия	0,143	Гкал

Порядок пересчета в условное топливо

1 тонна у.т.. = 1 единица измерения топлива · Коэффициент пересчета из таблицы

4.2 Цены и тарифы на энергоносители

4.2.1 Электроэнергия

З 1 вересня 2016 року розрахунки із споживачами I групи за відпущену електричну енергію здійснюються по єдиним роздрібним тарифам на електричну енергію, що відпускається для кожного класу споживачів, крім населення, населених пунктів та зовнішнього освітлення, на території України, затверджених Постановою НКРЕКП України № 1442 від 19.08.2016 р.

Тарифы на электроэнергию (сентябрь 2016 г.) за отпускаемую потребителям I группы электроэнергию (коп. за 1 кВт*ч)

Категорії споживачів	Тарифи без ПДВ (коп. за 1 кВт*год)	
	1 клас 35 кВ і вище	2 клас до 35 кВ
Промислові та прирівняні до них споживачі з приєднаною потужністю 750 кВА і більше	143,14	179,78
Промислові та прирівняні до них споживачі з приєднаною потужністю до 750 кВА	143,14	179,78
Електрифікований залізничний транспорт	143,14	
Електрифікований міський транспорт	107,5	107,5
Непромислові споживачі	143,14	179,78
Сільськогосподарські споживачі-виробники	143,14	179,78

Розрахунки за електричну енергію, яка відпускається на потреби зовнішнього освітлення, здійснюються, згідно з Постановою НКРЕ України від 22.10.2004р. № 1030 (із змінами внесеними постановою НКРЕ України від 28.12.2015 № 3141) за єдиним роздрібним тарифом відповідного класу напруги із застосуванням коефіцієнта 0,6 у межах зон доби, у вересні – з 20.00 до 5.00. В інші години доби застосовується єдиний роздрібний тариф відповідного класу напруги.

Для електротранспорту застосовуються тарифи згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 881 від 26.06.07 р. "Про тарифи на електричну енергію для міського електротранспорту".

4.2.2 Природный газ

Ціна 1 м³ газу (вересень 2016) - 6,879 грн.

4.2.3 Тепловая энергия

В связи с внесением изменений в Постановление Национальной комиссии, которая осуществляет государственное регулирование в сферах энергетики и коммунальных услуг от 30.04.2015 №1386 Об установлении тарифов на тепловую энергию, ее производство, транспортировку, поставку для нужд бюджетных учреждений, религиозных организаций и прочих потребителей (кроме населения) КП «Теплоснабжение города Одессы» согласно Постановления НКРЭКУ от 30.06.2016г. №1210 «О внесении изменений к некоторым постановлениям НКРЭКУ»

№	Вид тарифа, категория потребителей	Единицы измерения	Величина тарифов	
			(без учета НДС)	(с учетом НДС)
1	Тариф на тепловую энергию для нужд бюджетных учреждений по составляющим:	<i>грн. за 1 Гкал</i>	1137,19	1364,628
	тариф на производство тепловой энергии	<i>грн. за 1 Гкал</i>	1077,10	1292,520
	тариф на транспортировку тепловой энергии	<i>грн. за 1 Гкал</i>	59,20	71,400
	тариф на поставку тепловой энергии	<i>грн. за 1 Гкал</i>	0,59	0,708
2				
	Тариф на тепловую энергию для нужд прочих потребителей:	<i>грн. за 1 Гкал</i>	1137,19	1364,628
	тариф на производство тепловой энергии	<i>грн. за 1 Гкал</i>	1077,10	1292,520
	тариф на транспортировку тепловой энергии	<i>грн. за 1 Гкал</i>	59,20	71,400
	тариф на поставку тепловой энергии	<i>грн. за 1 Гкал</i>	0,59	0,708
3				
	Тариф на тепловую энергию для нужд религиозных организаций (кроме объемов, которые используются для осуществления производственно-коммерческой деятельности) по составляющим:	<i>грн. за 1 Гкал</i>	726,02	871,224
	тариф на производство тепловой энергии	<i>грн. за 1 Гкал</i>	665,93	799,166
	тариф на транспортировку тепловой энергии	<i>грн. за 1 Гкал</i>	59,50	71,400
	тариф на поставку тепловой энергии	<i>грн. за 1 Гкал</i>	0,59	0,708

4.2.4 Цена на топливо в Украине по регионам

Цены приведены по состоянию на сентябрь 2016г.

Область	А-92 грн./л	А-95 грн./л	ДТ грн./л	А-95+ грн./л
Винницкая	21,93	22,69	17,72	23,43
Волынская	21,73	22,41	19,42	23,85
Днепропетровская	21,36	21,96	19,08	22,43
Донецкая	22,48	23,12	20,47	23,96
Житомирская	21,48	22,09	19,14	23,64
Закарпатская	21,69	22,39	19,65	23,31
Запорожская	21,47	22,08	19,12	22,57
Ивано-Франковская	21,99	22,76	19,81	23,49
Киевская	21,91	22,61	19,71	23,52
Кировоградская	21,63	22,25	19,52	23,59
Луганская	22,46	23,35	20,35	24,18
Львовская	21,96	22,72	19,81	23,71
Николаевская	21,77	22,49	19,72	23,47
Одесская	21,66	22,31	19,41	23,02
Полтавская	21,41	21,99	19,13	23,32
Ровенская	21,59	22,26	19,28	23,72
Сумская	21,08	21,68	18,76	22,85
Тернопольская	21,91	22,61	19,68	23,37
Харьковская	21,48	22,17	19,22	23,40
Херсонская	21,52	22,21	19,33	23,40
Хмельницкая	21,69	22,37	19,48	23,46
Черкасская	21,62	22,27	19,28	24,08
Черниговская	21,33	21,90	18,94	22,26
Черновицкая	21,75	22,43	19,48	23,44

1л бензина = 0,75 кг.

1л дизельного топлива = 0,86 кг.

4.2.5 Цены на каменный уголь в Украине(сентябрь 2015)

Марка сорт	Фракция, мм	Массовая доля, процент %			ТеплотаСгорания		Стоимость грн	
		Зола А	Влага(W)	Сера(S)	Летучие	низшая	В вагоне	С места
АКО	40-100	8-12	6	1,4	5	7500	2250	2000
АО	25-50	8-10	6	1.1	5	7300	2250	2050
АМ	13-25	13-15	6	1,4	5	7200	2150	1950
АС	6-13	8-10	6	1,4	5	6900	1850	1700
АШ	0-6	18-20	8	1,5	5	6000	1100	1000
АШ	0-6	28-33	6-8	1,2	5	4700	1000	900
АКО, АК	25-100	6-8,5	4,5	1,2-1,5	2-3,2	8000	2300	2100
АМ	13-25	7-10,5	4,5	1,2-1,5	2,2-3,5	7800	2300	2100
АС	6-13	9-11	4,5	1,2-1,5	2,5-4,5	7300	2000	1800

4.3 Типовые коэффициенты мощности потребителей электрической энергии

Обладнання		cosφ
Светильники на основе ламп накаливания или галогенных ламп		1
Светильники на основе компактных люминесцентных ламп		0,65...0,67
Светильники на основе люминесцентных лам с дроссельным пускорегулирующим устройством		0,4...0,6
Светильники на основе люминесцентных лам с электронным пускорегулирующим устройством		0,65...0,67
Факсимильные аппараты, принтеры, многофункциональные устройства с лазерной или светодиодной технологии	В режиме ожидания	0,65...0,67
	В режиме печати	1
Вентиляторы, электродвигатели, кондиционеры, холодильники		0,6...0,8
Обогреватели без вентиляторов, конвекторы, электроплиты, водонагреватели, бойлеры		1
Обогреватели с вентиляторами	В режиме обогрева	1
	В режиме вентиляции	0,6...0,8
Радиоэлектронное оборудование	Мощностью менее 300 Вт	0,65...0,67
	Мощностью более 300 Вт	0,85...0,99

5 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основная

1. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. – М.: Машиностроение. 2006. 256 с.
2. Геращенко М.А., Первак В.Л., Хоменко О.І., Коробко В.В. Концепція, основні принципи та заходи енергозбереження в зв'язку. – Київ – «Знання». – 1997. – 39 с.
3. Багала К. Екологічний аудит. - К., 1996.
4. Дикий М.О. Поновлювальні джерела енергії. – К.: Вища школа, 1993. – 416с.
5. А. П.Морозов. Энергосбережение при освещении. – Магнитогорск. 2009. – 147 с.
6. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / М.П. Ковалко, С.П. Денисюк; відпов. ред. А.К. Шидловський. – К.: УЕЗ 1998. – 506с.
7. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2006. – 632 с.

Дополнительная

8. Закон України “Про енергозбереження” №74/94-ВР (Відомості Верховної Ради (ВВР), 1994, №30, ст.283). (Вводиться в дію Постановою ВР №75/94-ВР від 01.07.94, ВВР, 1994, №30, ст.284). (Із змінами, внесеними згідно із Законом № 783-14 від 30.06.99, ВВР, 1999, №34, ст.274).
9. Головкин П.И. Энергосистема и потребители электрической энергии.– М.: Энергия, 1993.
10. Энергосберегающая технология электроснабжения народного хозяйства / Под ред. В.А. Веникова. – М.: Высш. шк., кн. 1, 1989 – 124с; кн. 5, 1990 – 143с.
11. А.Архипов. Проектирование и разработка энергосберегающих светодиодных систем освещения. – ж.: «Полупроводниковая светотехника». №2/2009, с.42-45.
12. Энергосбережение в освещении / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Знак, 1999. – 264 с.
13. Від виробництва до ефективного споживання енергії: Посібник для вчителів / О.І. Соловей, А.В. Праховник, Є.М. Ішенков та інші -К., 1999 - 400с.
14. Енергетична безпека України. Чинники впливу, тенденції розвитку / За ред. М.П. Ковалка, А.К. Шидловського, В.Г. Кухаря, К.: ІЕЗ, 1998. – 160с.
15. Енергозбереження – досвід, проблеми, перспективи / Ковалко М.П.- К., 1997- 152с.
16. Украина: энергетика и экономика / Йенс Камаструп, А.Клитко, Т. Корнилова и др. – К.,1996. – 124с.
17. Щербак В. До концепції розв'язання ресурсно-екологічної проблеми в Україні // Економіка України. – 2000. – №1. – с.14-18.
18. Кадацкий А.Ф. Многофазные импульсные преобразователи постоянного напряжения с последовательным подключением нагрузки и элементов резонансных контуров в силовых каналах // Электротехника.1996. – № 1. – С. 23-28.
19. Кадацкий А.Ф. Импульсные преобразователи постоянного напряжения. - УГАС им. А.С. Попова. – Одесса. – 1999. – 138 с.
20. А.Ф. Кадацкий А.Ф.,Русу О.П. Лабораторний практикум для модульного навчання по дисципліні «Електроживлення систем зв'язку»- Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова 2009.-324с.
21. Хантер П. Улучшение характеристик импульсных источников питания путем коррекции коэффициента мощности // Электроника. – 1992.– №11-12.

Электронные ресурсы

22. www.naer.gov.ua – Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України
23. www.e-audit.ru – Сайт, посвященный общим вопросам по энергосбережению
24. www.techno-solar.com.ua – Энергоэффективные системы дневного освещения
25. www.energominimum.com.ua – Энергосбережение в системах отопления
26. www.eneco.com.ua – Комитет энергосбережения и экологии
27. www.max-energy-saving.info – Каталог энергосберегающих технологий
28. www.ekonomenergo.com – Энергосберегающее оборудование