



Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»**

Кафедра «Экономика и управление в отраслях»

Г. А. Прокопчик, О. А. Полозова

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по одноименной дисциплине
для студентов специальностей
1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»
и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация
энергооборудования организаций»
дневной и заочной форм обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2014

УДК 658(075.8)
ББК 65.291.8я73
П80

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
гуманитарно-экономического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 10 от 28.06.2013 г.)*

Рецензент: доц. каф. «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *Т. В. Алферова*

Прокопчик, Г. А.

П80 Организация производства и управление предприятием : учеб.-метод. пособие по од-
ноим. дисциплине для студентов специальностей 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергети-
ка» и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» днев. и заоч.
форм обучения / Г. А. Прокопчик, О. А. Полозова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. –
50 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место
на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа:
<http://library.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-535-228-1.

Изложены требования к выполнению курсовой работы по дисциплине «Организация произ-
водства и управление предприятием». Приведены нормативно-справочные материалы, необходимые
для выполнения курсовой работы.

Для студентов специальностей 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1-43 01 07
«Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной и заочной форм обучения.

**УДК 658(075.8)
ББК 65.291.8я73**

ISBN 978-985-535-228-1

© Прокопчик Г. А., Полозова О. А., 2014
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2014

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании и эксплуатации систем промышленного энергоснабжения возникает ряд проблем, для решения которых необходимо проведение технико-экономических и плановых расчетов. К таким вопросам относятся: определение плановой потребности предприятия в энергетических ресурсах, себестоимости энергетической продукции, уровня энергозатрат, целесообразности проведения организационно-технических мероприятий и ряд других.

Данное пособие содержит краткие методические указания по решению вышеперечисленных вопросов и имеет целью закрепление теоретических знаний по курсу «Организация производства и управление предприятием» и оказание помощи при выполнении организационно-экономической части дипломного проекта.

Курсовая работа выполняется на стандартных листах объемом 30–35 страниц. В расчетно-пояснительной записке необходимо представить таблицу исходных данных в соответствии с заданным вариантом, климатологические данные региона, расчетные формулы с примерами расчета, с указанием единиц измерения полученных результатов. Результаты расчетов для наглядности приводить в табличной форме. Все таблицы и графики должны быть подписаны и пронумерованы. В тексте должны быть ссылки на используемую учебную литературу и справочно-нормативные источники, перечень которых должен быть приведен в работе в соответствии с действующими стандартами по оформлению технической документации. По каждому разделу и по работе в целом должны быть приведены выводы.

1. Определение потребности предприятия в тепловой энергии

1.1. Расход тепла на отопление и вентиляцию

Расчет показателей ведется по нормативному методу с использованием данных по тепловым характеристикам зданий и климатологическим данным заданного региона по выражениям 1–4.

Годовой расход тепла на отопление и вентиляцию, Гкал/год:

$$Q_{o_i} = q_{o_i} V_i (t_{вн_i} - t_{н.ср}) n_o \cdot 24 \cdot 10^{-3}; \quad (1.1)$$

$$Q_{в_i} = q_{в_i} V_i (t_{вн_i} - t_{н.ср}) n_b T_{в_i} \cdot 10^{-3}, \quad (1.2)$$

где $q_{o_i}, q_{в_i}$ – удельные отопительная и вентиляционная характеристики здания, ккал/м³ · ч · °С (табл. П.1.3 приложения); V_i – объем по наружному обмеру, тыс. м³; $t_{вн_i}$ – внутренняя температура отапливаемых помещений, °С [2]; $t_{н.ср}$ – наружная средняя температура за отопительный период, °С [2]; n_o – продолжительность отопительного периода, сут./год [2]; n_b – продолжительность работы системы вентиляции за отопительный период, сут./год (зависит от режима работы цехов); $T_{в_i}$ – продолжительность работы системы вентиляции в сутки, ч/сут. Для основных цехов принимается в соответствии с режимом работы, для вспомогательных – до 8 ч/сут.

Часовой расход тепла на отопление и вентиляцию, Гкал/ч:

$$Q_{ч.o_i} = q_{o_i} V_i (t_{вн_i} - t_{н.о}) 10^{-3}; \quad (1.3)$$

$$Q_{ч.в_i} = q_{в_i} V_i (t_{вн_i} - t_{н.в}) 10^{-3}, \quad (1.4)$$

где $t_{н.о}, t_{н.в}$ – расчетное значение наружной температуры воздуха для проектирования систем отопления и вентиляции, °С [2].

Результаты расчета представить в виде табл. 1.1.

Таблица 1.1

Расход тепла на отопление и вентиляцию

Наименование цехов	Объем помещений, тыс. м ³	Тепловые характеристики зданий, ккал		Температура внутри помещений, °С	Режим работы вентиляции		Годовой расход тепла, тыс. Гкал		Часовой расход тепла, Гкал	
		$\frac{\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot \text{°С}}$			ч сут.	сут. год	год		ч	
		q_o	q_v				t_o	t_v	n_v	Q_o
	V			$t_{вн}$						
<i>Итого</i>										

1.2. Расход тепла на горячее водоснабжение

Расход тепловой энергии на нужды горячего водоснабжения определяется по формуле, Гкал /период:

$$Q_{г.вс} = G_{г.вс} c (t_{г} - t_{х}) 10^{-3}, \quad (1.5)$$

где $G_{г.вс}$ – расход воды на горячее водоснабжение, т; c – теплоемкость воды, $c = 1$, ккал/кг · °С; $t_{г}$ – температура горячей воды, °С (55 °С); $t_{х}$ – температура холодной воды, °С (летом – 15 °С, зимой – 5 °С).

Расход горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд предприятия в общем случае складывается из расходов на умывальники, душевые сетки, приготовление пищи и уборку помещений:

$$G_{г.вс} = g_{ум} + G_{д} + G_{ст}. \quad (1.6)$$

Все расчеты по расходу горячей воды и тепловой энергии на ГВС проводить в квартальном разрезе на предстоящий календарный год.

Расход горячей воды на умывальники:

$$g_{ум} = \sum g_{y_i} \cdot Ч_i N_{i_{р.п}} \cdot 10^{-3}, \text{ т/пер.}, \quad (1.7)$$

где g_{y_i} – нормативный расход горячей воды на одного человека соответствующей группы персонала; $Ч_i$ – численность соответствующей группы персонала, чел.; $N_{i_{р.п}}$ – количество рабочих дней по балансу рабочего времени расчетного периода (квартала) с учетом режима работы предприятия и категорий работающих.

Нормативный расход горячей воды на одного рабочего и служащего в день составляет – 11 и 5 л, соответственно.

Расход горячей воды на душевые сетки:

$$G_d = g_d n_d N_{p.п} t_d \cdot 10^{-3}, \text{ т/пер.}, \quad (1.8)$$

где g_d – нормативный расход горячей воды на одну душевую сетку в час наибольшего потребления, $g_d = 230$ л/ч; n_d – количество душевых сеток, шт. Принимать из расчета 1 шт. на 10 чел.; $N_{p.п}$ – продолжительность рабочего периода; t_d – продолжительность работы душевых сеток, $t_d = 0,75$ ч.

Расход воды на приготовление пищи в столовой:

$$G_{ст} = g_{y.б} n_{y.б} N_{p.п} \cdot 10^{-3}, \text{ т/пер.}, \quad (1.9)$$

где $g_{y.б}$ – норма расхода воды на условное блюдо, л/у. б., $g_{y.б} = 4$; $n_{y.б}$ – количество условных блюд:

$$n_{y.б} = 3Ч_{п.п.п} v_{ст}, \text{ шт.}, \quad (1.10)$$

где $Ч_{п.п.п}$ – численность персонала предприятия, чел.; $v_{ст}$ – доля персонала, пользующаяся услугами столовой, принимается по согласованию с консультантом.

Результаты расчетов представить в форме табл. 1.2.

Таблица 1.2

Расход воды и тепловой энергии на ГВС

Период времени	Расход воды на ГВС, т				Расход тепловой энергии, Гкал/пер.
	Умывальники	Душевые	Столовая	Итого	
Кварталы	I				
	II				
	III				
	IV				
<i>Итого за год</i>					

1.3. Расход тепла на технологические нужды

Расход тепла на технологические нужды, ГДж/год (Гкал/год):

$$Q_T = \left((D^{13}(h_{п}^{13} - h_{п.в}) - \frac{D^{13} v h_k}{100}) + (D^8(h_{п}^8 - h_{п.в}) - \frac{D^8 v h_k}{100}) \right) T_T k_H \cdot 10^{-3}, \quad (1.11)$$

где D^{13}, D^8 – расход пара на технологические нужды из отборов 13 и 8 ата, т/ч; $h_{п}^{13}, h_{п}^8$ – энтальпия (теплосодержание) пара, отпускаемого потребителям на технологические нужды из отборов 13 и 8 ата, соответственно, $h_{п}^{13} = 2900$ кДж/кг, $h_{п}^8 = 2800$ кДж/кг; $h_{п.в}$ – энтальпия питательной воды, $i_{п.в} = 437$ кДж/кг; v – возврат конденсата потребителями, $v = 60$ %; h_k – энтальпия конденсата, возвращаемого потребителями, $h_k = 336$ кДж/кг; T_T – годовое число часов использования потребителями технологической нагрузки с учетом режима работы предприятия, ч/год. В условиях курсовой работы принять: при двухсменном режиме – 4080, трехсменном – 6120, непрерывном – 8760 ч; k_H – коэффициент неравномерности суточного графика по пару, $k_H = 0,8$.

1.4. Расчет годового объема потребления и выработки тепла

Годовой расход тепла по всем видам потребителей составит, ГДж/год (Гкал/год):

$$Q_{\text{потр}} = Q_o + Q_v + Q_{\text{г.вс}} + Q_T. \quad (1.12)$$

Количество тепла, отпущенного из котельной:

$$Q_{\text{отп}} = Q_{\text{потр}} / (1 - k_{\text{пот. т.с}}), \quad (1.13)$$

где $k_{\text{пот. т.с}}$ – коэффициент потерь тепла в тепловых сетях.

Потери тепла в тепловых сетях:

$$Q_{\text{пот. т.с}} = Q_{\text{отп}} - Q_{\text{потр}}. \quad (1.14)$$

Количество тепла, выработанного котельной:

$$Q_{\text{выр}} = Q_{\text{отп}} / (1 - k_{\text{с.н}}), \quad (1.15)$$

где $k_{\text{с.н}}$ – коэффициент, учитывающий расход тепла на собственные нужды и потери в котельной.

Расход тепла на собственные нужды и потери в котельной:

$$Q_{с.н} = Q_{выр} - Q_{отп}. \quad (1.16)$$

В расчетах значения показателей принять: $k_{пот. т.с}$ – 2 %; $k_{с.н}$ в пределах 2–3 % в зависимости от состава оборудования.

Результаты расчетов представить в форме табл. 1.3.

Таблица 1.3

Потребление и выработка тепла на предприятии

Теплопотребление и выработка, Гкал/год									
Q_o	Q_b	$Q_{г.вс}$	$\sum Q_{г.в}$	$Q_{т} = Q_{пар}$	$Q_{потр}$	$Q_{пот. т.с}$	$Q_{отп.}$	$Q_{с.н}$	$Q_{выр}$

1.5. Расчетные тепловые нагрузки

Расчетные тепловые нагрузки котельной определяются по видам потребителей и теплоносителей, ГДж/ч, Гкал/ч:

- на отопление и вентиляцию согласно данных расчета табл. 1.1;
- на ГВС по выражению

$$Q_{р.г.вс} = Q_{г.вс} / T_{г.вс}, \quad (1.17)$$

где $T_{г.вс}$ – число часов использования максимальной нагрузки ГВС, ч/год.

В расчетах принимать в зависимости от режима работы предприятия: 3-сменный – 2800–3000, непрерывный – 3800–4000 ч/год;

- на технологию – принимаются согласно исходным данным.

Расчетная тепловая нагрузка предприятия с учетом собственных нужд котельной и потерь в котельной и сетях:

- по горячей воде:

$$Q_{р.г.в} = (Q_{р.о} + Q_{р.в} + Q_{р.г.вс}) / (1 - k_{пот. т.с})(1 - k_{с.н}); \quad (1.18)$$

- по пару:

$$Q_{р.п} = Q_{р.т} / (1 - k_{пот. т.с})(1 - k_{с.н}). \quad (1.19)$$

Результаты расчета представить по форме табл. 1.4.

Расчетные тепловые нагрузки предприятия

Вид нагрузки	Обозначение	Единицы измерения			
		ГДж/ч	Гкал/ч	МВт	т/ч
Отопление	$Q_{p.o}$				
Вентиляция	$Q_{p.в}$				
ГВС	$Q_{p.г.вс}$				
Итого в горячей воде с учетом потерь и собственных нужд	$Q_{p.г.в}$				
Итого в паре с учетом потерь и собственных нужд	$Q_{p.п}$				
<i>Всего</i>	$Q_{p.пр}$				

2. Определение норм расхода тепловой энергии на обогрев зданий и ГВС

Норма расхода тепловой энергии на отопление:

$$H_o = \frac{(Q_o + Q_v)10^3}{Vn_o(t_{вн.ср} - t_{н.ср})}, \frac{\text{Мкал}}{\text{тыс. м}^3 \cdot \text{сут.} \cdot \text{°C}}, \quad (2.1)$$

где V – суммарный объем цехов, тыс. м³; $t_{вн.ср}$ – температура средняя внутриотапливаемых помещений:

$$t_{вн.ср} = \frac{\sum(t_{вн_i} V_i)}{\sum V_i}, \text{°C}. \quad (2.2)$$

Норма расхода тепловой энергии на ГВС (рассчитывается по-квартально):

$$H_{г.вс}^i = \frac{Q_{г.вс}^i \cdot 10^3}{\text{Ч}_{п.п.п}}, \frac{\text{Мкал}}{\text{чел.}}. \quad (2.3)$$

Нормы расхода тепловой энергии

Вид нормы	Единица измерения	Нормы расхода тепловой энергии				
		годовая	по кварталам			
			I	II	III	IV
Обогрев зданий	$\frac{\text{Мкал}}{\text{тыс. м}^3 \cdot \text{сут.} \cdot ^\circ\text{C}}$					
ГВС	$\frac{\text{Мкал}}{\text{чел.}}$					

3. Выбор типа и количества устанавливаемых котельных агрегатов и расчет технологических показателей котельной

3.1. Выбор типа и количества устанавливаемых котельных агрегатов

Состав основного оборудования (водогрейные и паровые котлы) и его установленная мощность выбираются исходя из расчетных тепловых нагрузок в паре и горячей воде.

При выборе тепло- и паропроизводительности котлоагрегатов рекомендуется соблюдать следующие условия [6]:

1. Не должно быть меньше двух и больше четырех-шести агрегатов (последнее количество относится к чугунным котлам).

2. Как правило, должны устанавливаться однотипные котельные агрегаты с одинаковой производительностью.

3. В отопительно-производственной котельной резервные котельные агрегаты устанавливаются лишь в тех случаях, когда по условиям технологии производства перерывы в снабжении теплом допускать нельзя.

С целью реализации энергосберегающей политики, с учетом сезонного и неравномерного характера отопительной нагрузки рекомендуется выбирать водогрейные котлы с небольшой единичной мощностью. Кроме того, при выборе данного типа котлов необходимо учитывать структуру нагрузки (отопительная и ГВС). В случае незначительной доли ГВС можно предусмотреть для ее покрытия установку котла малой мощности или обеспечение данной нагрузки в межотопительный период за счет установки пароводяного теплообменного аппарата, работающего от парового котла.

3.2. Установленная мощность котельной

Установленная мощность котельной, Гкал/ч (МВт):

$$Q_y = Q_{y.в.к} + Q_{y.п.к}, \quad (3.1)$$

где $Q_{y.в.к}$, $Q_{y.п.к}$ – установленная мощность водогрейных и паровых котлов, соответственно.

$$Q_{y.в.к} = Q_{НОМ}^{в.к} n; \quad (3.2)$$

$$Q_{y.п.к} = (D_{НОМ}^{п.к} (h_{п} - h_{п.в}) + D_{пр} (h_{к.в} - h_{п.в})) n \cdot 10^{-3}, \quad (3.3)$$

где $Q_{н.в.к}$ – номинальная мощность водогрейных котлов; $D_{НОМ}^{п.к}$ – номинальная паропроизводительность котлов; n – число установленных котлов; $D_{пр}$ – непрерывная продувка котла.

$$D_{пр} = 0,01 p_{пр} D_{НОМ}^{п.к}, \quad (3.4)$$

где $p_{пр}$ – процент продувки котла, в расчетах принять 3 %.

Коэффициенты загрузки котельного оборудования:

$$k_{з.в.к} = \frac{Q_{р.г.в}}{Q_{y.в.к}}, \quad \%; \quad (3.5)$$

$$k_{з.п.к} = \frac{D_{р.п}}{D_{y.п.к}}, \quad \%. \quad (3.6)$$

Данные по выбранному оборудованию котельной представить в виде табл. 3.1.

Таблица 3.1

Технические показатели агрегатов котельной

Тип котельных агрегатов	Количество	Номинальная мощность			Установленная мощность		КПД %	$k_{загр}$ о. е.
		т/ч	Гкал/ч	МВт	Гкал/ч	МВт		
ДКВР-4-13								
КВГМ-6,5								
КВ-0,12								
Всего по котельной								

3.3. Годовое число часов использования установленной мощности

Годовое число часов использования установленной мощности:

$$h_y = \frac{Q_{\text{выр}}}{Q_y}, \text{ ч/год.} \quad (3.7)$$

3.4. Годовой расход топлива котельной

Годовой расход топлива котельной определяется по выражениям:

– условного, т у. т./год по выражениям (3.8) или (3.9):

$$B_{y.t} = Q_{\text{выр}} b_{\text{выр}}^{\text{ср}} \cdot 10^{-3}; \quad (3.8)$$

$$B_{y.t} = Q_{\text{отп}} b_{\text{отп}}^{\text{ср}} \cdot 10^{-3}; \quad (3.9)$$

– натурального, тыс. м³/год:

$$B_{н.т} = B_{y.t} (Q_{y.t} / Q_n^p), \quad (3.10)$$

где $b_{\text{выр}}^{\text{ср}}$, $b_{\text{отп}}^{\text{ср}}$ – средневзвешенный удельный расход условного топлива на выработку и отпуск единицы тепла, соответственно, кг у. т./Гкал; $Q_{y.t}$, Q_n^p – низшая теплотворная способность условного и натурального топлива, соответственно.

Удельные расходы топлива на выработку и отпуск тепла при однотипных котлах определяются по выражениям:

$$b_{\text{выр}} = \frac{142,86}{z_k^{\text{бр}}} 100; \quad (3.11)$$

$$b_{\text{отп}} = \frac{b_{\text{выр}}}{1 - k_{с.н}}, \quad (3.12)$$

где $z_k^{\text{бр}}$, $k_{с.н}$ – КПД котла брутто и коэффициент собственных нужд котла, соответственно, %.

При установке однотипных котлов и одинаковых режимов их работы КПД и удельный расход топлива котельной будут соответствовать аналогичным показателям котла.

При наличии в котельной нескольких типов котлов или однотипных, но с разными режимами работы, значения КПД и удельного

расхода котельной определяются как средневзвешенные показатели на основании КПД, удельных расходов и годовых объемов производства тепла каждым агрегатом по выражениям (3.13) и (3.14). Либо, определив среднее значение КПД котельной, воспользоваться выражениями (3.11) и (3.12).

$$z_{\text{кот}}^{\text{ср}} = \sum Q_{\text{выр.}i} z_i / \sum Q_{\text{выр.}i} ; \quad (3.13)$$

$$b_{\text{выр}}^{\text{ср}} = \sum Q_{\text{выр.}i} b_{\text{выр.}i} / \sum Q_{\text{выр.}i} , \quad (3.14)$$

где z_i – КПД i -го типа котла; $b_{\text{выр.}i}$ – удельный расход условного топлива на выработку единицы тепла отдельными котлоагрегатами, кг у. т./Гкал; $Q_{\text{выр.}i}$ – выработка тепла отдельными котлоагрегатами, Гкал/год.

3.5. Установленная мощность токоприемников котельной

Установленная мощность токоприемников котельной определяется как сумма мощностей установленного силового электрооборудования по паровой и водогрейной части с учетом электроосвещения, кВт:

$$P_y = P_{y.п} + P_{y.в} , \quad (3.15)$$

где $P_{y.п}$, $P_{y.в}$ – установленная мощность токоприемников паровой и водогрейной части котельной, соответственно.

При отсутствии данных по мощности электроприемников в учебных расчетах можно воспользоваться методом удельных показателей:

$$P_{y.п} = p_{п} Q_{y.п} ; \quad (3.16)$$

$$P_{y.в} = p_{в} Q_{y.в} , \quad (3.17)$$

где $p_{п}$, $p_{в}$ – удельный расход электрической мощности паровой и водогрейной части котельной, соответственно, кВт/МВт, принимаются по табл. П.1.7 приложения.

3.6. Годовой расход электроэнергии котельной

Годовой расход электроэнергии котельной рассчитывается по формуле

$$W_{\text{кот}} = k_{\text{э}} \sum P_{yi} k_{\text{и}i} T_i, \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}, \quad (3.18)$$

где P_{yi} – установленная мощность токоприемников, обеспечивающая работу группы оборудования, работающего на покрытие i -го вида нагрузки (технология, ГВС, отопление и вентиляция); $k_{\text{и}i}$ – коэффициент использования установленной электрической мощности i -й группы оборудования; T_i – число часов работы i -й группы оборудования; $k_{\text{э}}$ – коэффициент использования оборудования во времени, в учебных расчетах принять $k_{\text{э}} = 0,5$.

В случае незначительной величины нагрузки по ГВС можно использовать следующее выражение:

$$W_{\text{кот}} = (P_{\text{у.в}} k_{\text{и}}^{\text{в.к}} T_0 + P_{\text{у.п}} k_{\text{и}}^{\text{п.к}} T_T) k_{\text{э}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч/год}, \quad (3.19)$$

где T_T, T_0 – число часов работы в году паровых и водогрейных котлов, соответственно, ч/год; $k_{\text{и}}$ – коэффициент использования установленной электрической мощности. Принимается в зависимости от значения Q_y :

$Q_y, \text{ МВт};$	$Q \leq 10;$	$10 < Q \leq 200;$	$Q > 200.$
$k_{\text{и}}$	0,5–0,6	0,7–0,8	0,85

Удельный расход электроэнергии на 1 Гкал тепла, отпущенную котельной, определяется по выражению

$$\psi_{\text{кот}} = W_{\text{кот}} / Q_{\text{отп}}. \quad (3.20)$$

Полученное значение показателя не должно превышать предельных значений, приведенных в табл. 8 приложения.

3.7. Годовой расход воды котельной

Годовой расход воды котельной рассчитывается по формуле

$$G_B = G_T + G_{Г.В.}, \text{ тыс. м}^3, \quad (3.21)$$

где G_T – расход воды на технологические нужды котельной, тыс. м³;
 $G_{Г.В.}$ – расход воды на горячее водоснабжение при закрытой системе теплоснабжения (с централизованным приготовлением ГВ), тыс. м³.

Расчет годового расхода воды котельной осуществляется по нормативному методу в табличной форме, согласно составу расходов по формулам табл. 3.2, где n_o – продолжительность отопительного сезона, ч; $Z_{кот}$, $T_{кот}$ – число дней и часов работы котельной в году.

Значения средних удельных расходов воды (g) для учебного проекта принять:

- подпитка тепловой сети g_1 : в отопительный период $g_1^3 = 15 \text{ м}^3/\text{ч}$;
в летний период $g_1^л = 0,5$; $g_1^3 = 7,5 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- восполнение потерь пара и конденсата $g_2 = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- собственные нужды $g_{с.н} = 35 \text{ м}^3/\text{сут.}$;
- подпитка оборотной системы водоснабжения $g_3 = 19 \text{ м}^3/\text{сут.}$

Таблица 3.2

Годовой расход воды котельной

Вид потребления воды	Нормы расхода воды		Условное обозначение	Обоснование (расчетная формула и пример расчета)	Годовой расход воды, тыс. м ³ /год
	м ³ /ч	м ³ /сут.			
Технологические нужды: – подпитка теплосети – зимой – летом	15 7,5		$G_{\text{подп}}$	$(g_1^3 T_o + g_1^{\text{л}} (T_{\text{кот}} - T_o)) 10^{-3}$	
– восполнение потерь пара и конденсата	10		$G_{\text{пот}}$	$g_2 T_{\text{кот}} \cdot 10^{-3}$	
– собственные нужды водоподготовки		27	$G_{\text{с.н}}$	$g_{\text{сн}} Z_{\text{кот}} \cdot 10^{-3}$	
– подпитка системы обратного водоснабжения		19	$G_{\text{пос}}$	$g_3 Z_{\text{кот}} \cdot 10^{-3}$	
Итого на основные технологические нужды			$G_{\text{от}}$	$G_{\text{подп}} + G_{\text{пот}} + G_{\text{с.н}} + G_{\text{пос}}$	
Прочие расходы			$G_{\text{пр}}$	$0,03 G_{\text{о.т}}$	
Итого технологические нужды			$G_{\text{т}}$	$G_{\text{о.т}} + G_{\text{пр}}$	
Горячее водоснабжение			$G_{\text{г.вс}}$	Параграф 1.2	
<i>Итого</i>			$G_{\text{в}}$	$G_{\text{т}} + G_{\text{г.вс}}$	

4. Определение потребности предприятия в электроэнергии, сжатом воздухе и технологическом топливе

4.1. Потребность предприятия в электроэнергии

Потребность предприятия в электроэнергии ($W_{\text{пр}}$) складывается из расходов ее по отдельным производственным подразделениям ($W_{\text{п.п}}$), которые определяются на основе объема производства продукции (Π), удельных расходов (w_i) и косвенных норм (b_i) по направлениям использования по выражениям:

$$W_{\text{пр}} = \frac{\sum^n W_{\text{п.п}} + W_{\text{осв.п}}}{1 - b_{\text{пот.п}}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}; \quad (4.1)$$

$$W_{\text{п.п}i} = \frac{w_i \Pi + W_{\text{осв}i}}{1 - b_{\text{пот}i}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (4.2)$$

где $W_{\text{осв.п}}$, $W_{\text{осв}i}$ – расходы электроэнергии на наружное освещение предприятия и на освещение подразделений предприятия, соответственно, кВт · ч, определяются в долях ($b_{\text{осв.п}}$, $b_{\text{осв}i}$) от суммарного расхода электроэнергии на основные и вспомогательные нужды подразделений и предприятия в целом, соответственно; $b_{\text{пот.п}}$, $b_{\text{пот}i}$ – доля потерь электроэнергии в общем электропотреблении подразделений и предприятия, соответственно, о. е.

В расчетах принять: $b_{\text{осв.п}} = 0,004$; $b_{\text{осв}i} = 0,03-0,07$; $b_{\text{пот.п}} = 0,04$; $b_{\text{пот}i} = 0,03$.

Расчет производить в форме табл. 4.1.

Удельный расход электроэнергии на производство энергоносителей принять согласно результатам расчета п. 3.6 и исходных данных. При этом необходимо помнить (иметь в виду), что эти показатели кроме технологических расходов учитывают и расходы электроэнергии на вспомогательные нужды и потери.

При определении потерь в заводских сетях учитывается суммарный расход электроэнергии по подразделениям и наружное освещение.

Таблица 4.1

Годовое потребление предприятием электроэнергии

Цехи (подразделения)	Удельный расход электроэнергии по направлениям использования, кВт·ч/ед. прод.						Годовое потребление электроэнергии, тыс. кВт·ч						
	станочно- прессовое и силовое оборудование	электричес- кие печи	термические печи	сушильные установки	вентиляци- онное оборудование	производство энерго- носителей	технологи- ческие нужды	силовые нужды	вентиляция	энергетичес- кие нужды	освещение	потери	Итого
Кузнечно-прессовый	30+к	13+к	180+к	4+к	25+к								
Литейный	25+к	–	110+к	5+к	22+к								
Механический	250+к	–	–	4+к	10+к								
Термический	5+к	9+к	50+к	9+к	22+к								
Сборочный	20+к	–	–	–	5+к								
Инструментальный	30+к	25+к	–	–	6+к								
Ремонтно- механический	36+к	–	–	2+к	2+к								
Компрессорная						ИД							
Котельная						п. 3.6							
Заводоуправление	–	–	–	–	2,5+к	–							
Столовая	9+к	30+к	–	1,5+к	9+к	–							
<i>Итого</i>													
Пр.общ.производ.: – наружное освещение; – потери в зав. сетях													
Всего по предприятию													

Примечание: $k = 0,1N_B$, где N_B – номер варианта.

4.2. Потребность предприятия в топливе технологическом

На предприятии, выпускающем машины весом 3 т, в качестве технологического топлива используется газ для обработки поковок и отливок. Вес поковок в одной машине – 0,65 т, отливок – 0,7 т.

Расчет годовой потребности предприятия в топливе технологическом определяется по выражению

$$B_r = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 (b_{i,j} m_i \Pi), \text{ т у. т./год}, \quad (4.3)$$

где Π – годовой объем производства, тыс. шт; i – вид заготовок, подлежащих обработке; j – вид обработки; $b_{i,j}$ – удельный расход топлива, т у. т./т; m – вес заготовки, т/шт.

Годовой расход топлива следует разделить на полезную составляющую и потери в соответствии с исходными данными, приведенными в задании на курсовую работу

Расчет представить в форме табл. 4.2.

Таблица 4.2

Потребность предприятия в топливе технологическом

Вид обработки	Удельный расход топлива, т у. т./т		Вес заготовок на годовую программу, т		Годовой расход топлива, т у. т. год	В том числе		
	поковки	отливки	поковки	отливки		Потери		Полезное использование
						%	т у. т. год	т у. т. год
Нагрев в газовых печах	0,2+к							
Термообработка	0,1+к	0,12+к						
Нормализация и отпуск		0,3(0,1+к)						
<i>Итого</i>								

Примечание: $k = 0,01N_B$, где N_B – номер варианта.

4.3. Потребность предприятия в сжатом воздухе

Потребность предприятия в сжатом воздухе определяется по формуле, тыс. м³/год:

$$V_{c.в} = H_{c.в} \cdot \Pi \cdot 10^{-3}, \quad (4.4)$$

где $H_{c.в}$ – норма расхода сжатого воздуха на единицу продукции, значение которой принимать в пределах 500–700 м³/шт. по согласованию с консультантом.

5. Определение возможных резервов экономии топлива

Для предприятия, имеющего в своей структуре котельную и использующего топливо для технологических целей, возможны следующие резервы экономии топлива:

1. *Использование вторичных энергоресурсов (ВЭР) при реализации технологических процессов обработки металла.*

В условиях проекта принять, что реализация этого направления обеспечит экономию технологического топлива ($\Delta B_{тех}$) по видам процессов (a_j) согласно табл. 5.1 по выражению

$$\Delta B_{тех} = \sum_{j=1}^3 (a_j / 100 B_{пот j}), \text{ т у. т./год}, \quad (5.1)$$

где a_j – процент возможного использования ВЭР, табл. 5.1; $B_{пот j}$ – потери топлива по процессам, табл. 4.2.

Результаты расчета представить в форме табл. 5.1.

Таблица 5.1

Экономия топлива технологического за счет использования ВЭР

Вид процесса	Потери топлива, т у. т./год	Экономия топлива	
		%	т у. т./год
1. Нагрев металла		30	
2. Термообработка		20	
3. Нормализация и отпуск		10	
<i>Итого</i>			

2. *Снижение расходов теплоты на собственные нужды и потерь тепла в котельной от реализации организационно-технических мероприятий как по отдельным котлоагрегатам, так и общекотельного оборудования согласно табл. П.1.9 приложения.*

Экономия топлива энергетического, т у. т./год:

$$\Delta B_{\text{эн}} = b_{\text{выр}} \cdot \Delta Q_{\text{с. н. кот}} \cdot 10^{-3}, \quad (5.2)$$

где $b_{\text{выр}}$ – удельный расход топлива на выработку единицы тепла по котельной, т у. т./Гкал; $\Delta Q_{\text{с. н. кот}}$ – снижение расходов теплоты на собственные нужды котельной в результате реализации ОТМ, Гкал/год.

Снижение расхода тепловой энергии на собственные нужды котельной определяется по выражению, Гкал/год:

$$\Delta Q_{\text{о.т.м}} = \sum \beta_{\text{эки}} Q_{\text{с.ни}}, \quad (5.3)$$

где $\beta_{\text{эки}}$ – относительная экономия от реализации ОТМ по отдельным котлоагрегатам или общекотельному оборудованию; $Q_{\text{с.ни}}$ – расход тепловой энергии на собственные нужды отдельных котлоагрегатов или котельной в целом.

В курсовой работе предлагать не более 2–3 мероприятий. Полученные результаты расчетов свести в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Расчет снижения расхода тепловой энергии и топлива на собственные нужды котельной

Мероприятия по экономии ТЭР	Относительная экономия $\alpha_{\text{эки}}, \%$	Расход тепла на СН $Q_{\text{с.н}}, \text{Гкал/год}$	Экономия тепла $\Delta Q, \text{Гкал/год}$	Экономия топлива $\Delta B_{\text{кот}}, \text{т у. т./год}$
1.				
2.				
<i>Итого</i>				

Для расчета $Q_{\text{с.н}}$ каждым агрегатом (или их типами) необходимо произвести распределение выработки тепловой энергии котельной между котельными агрегатами.

6. Энергетические балансы предприятия

Энергобаланс является основным документом планирования, анализа и рационализации работы энергохозяйства предприятия и представляет собой систему взаимосвязанных показателей получения и использования всех видов энергии и топлива. В расходной части балансов отражаются направления и структура потребления различных видов топливно-энергетических ресурсов, в приходной – источники и структура покрытия этих потребностей. Энергетические балансы могут быть представлены в двух формах: *рабочей (аналитической)*, с учетом территориального распределения и целевого назначения расходов энергии, и *синтезированной*, которая предусматривает построение балансов по экономическому и целевому признакам. В синтезированном балансе расход энергии по предприятию разбивают сначала на полезный расход и на потери, а затем их подразделяют на элементы: первую составляющую – по направлению использования энергии, вторую – по местам и видам потерь.

По результатам предыдущих расчетов составляются плановые энергетические балансы: по теплу, электрической энергии, топливу и сводный топливно-энергетический по формам согласно табл. 6.1–6.4.

Для перевода метрических (несистемных) единиц параметров энергетических процессов в международную систему единиц СИ следует пользоваться табл. П.1.5 приложения.

Составление баланса тепловой энергии осуществляется на основании выбранного оборудования и значений потребности в тепловой энергии в виде горячей воды и пара. В балансе привести распределение выработки тепловой энергии между различными типами котлоагрегатов согласно примеру табл. 6.1. В случае наличия отпуска тепловой энергии на сторону необходимо уточнить значения потерь в тепловых сетях, расхода тепла на собственные нужды котельной и выработку тепловой энергии котлоагрегатами.

Таблица 6.1

Баланс тепла

Статьи баланса	Приход		Расход	
	Гкал	%	Гкал	%
1. Получено со стороны				
2. Собственные генерирующие установки:				
2хДКВР-6,5-13				
2хКВГМ-4				
КСВ-0,1				
<i>Итого по разделу</i>				
3. Производственные технологические нужды				
4. Вспомогательные и хозяйственные нужды, всего:				
в том числе – отопление				
– вентиляция				
– ГВС				
5. Отпуск на сторону				
6. Собственные нужды котельной				
7. Потери энергии в тепловых сетях				
<i>Итого по разделам 3–7</i>				
Баланс				

Баланс электрической энергии составляется на основании расчетов, приведенных в табл. 4.1. Форма электрического баланса приведена в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Баланс электрической энергии

Статьи баланса	Приход, тыс. кВт · ч	Расход, тыс. кВт · ч							
		Техно- логич. нужды	Силов. нужды	Энергет. нужды	Освеще- ние	Венти- ляция	Потери	Всего	
								тыс. кВт · ч	%
1. Получено со стороны									
2. Генерирующие установки, в том числе: – котельная – компрессорная									
<i>Итого по разделу 2</i>									
3. Производство: Основное: – литейный – механический – и т. д. Вспомогательное: – ремонтный – инструментальный – и т. д.									
<i>Итого по разделу 3</i>									
4. Непроизводственные потребители: – заводоуправление – столовая – наружное освещение									
<i>Итого по разделу 4</i>									
5. Отпуск на сторону									
6. Потери в заводских сетях и преобразовательных установках									
Баланс, тыс. кВт · ч									
Структура, %									

При составлении синтезированного топливного баланса используются результаты предыдущих расчетов (табл. 4.2, 5.1 и 5.2). Пересчет отдельных составляющих тепловой энергии в условное топливо производить по удельному расходу условного топлива на выработку 1 Гкал тепла котельной. Форма синтезированного топливного баланса приведена в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Синтезированный баланс топлива

Элементы баланса	Обороты топлива				Структура	
	до ОТМ		после ОТМ		до ОТМ	после ОТМ
	тыс. м ³	т у. т.	тыс. м ³	т у. т.	%	%
Приход:						
Поступило газа со стороны						
Расход:						
1. Полезно использовано на:						
1.1. Технологические нужды, всего, в том числе: – нагрев в газовых печах – термообработка – нормализация и отпуск						
1.2. Производство энергоносителей, всего, в том числе: – производство пара – горячей воды – отопление – вентиляция – ГВС						
2. Потери, всего, в том числе						
2.1. В технологических процессах всего, в том числе: – нагрев в газовых печах – термообработка нормализация и отпуск						
2.2. Собственные нужды котельной						
2.3. Потери в котельной						
2.4. Потери в сетях						
<i>Итого расход</i>						

При составлении сводных энергетических балансов возникает необходимость соизмерять различные виды энергии и приводить их к одной единице измерения. Для перевода одного вида энергии в другой пользуются физическими эквивалентами (переводными коэффициентами). Для электрической и тепловой энергии, получаемых со стороны, на текущий момент они составляют 0,28 т у. т./МВт ч и 0,175 т у. т./Гкал, соответственно. Если энергия вырабатывается собственными генерирующими установками, то для целей соизмерения пользуются удельными расходами условного топлива на выработку соответствующего вида энергии. Перевод таких энергоносителей, как сжатый воздух и вода, в условное топливо может осуществляться через нормы расхода электрической энергии на производство сжатого воздуха и перекачку (подъем) воды и топливный эквивалент 1 МВт · ч электрической энергии, действующего в республике Беларусь на текущий момент.

Составление сводного энергетического баланса и все последующие расчеты производить с учетом ОТМ по экономии топлива, направленных на использование ВЭР в технологических установках и снижение собственных нужд в котельной.

Таблица 6.4

Сводный топливно-энергетический баланс

Вид энерго-ресурса	Единица измерения	Приход		Переводной коэффициент		Расход		
		со стороны	собств. производство	значение	единица измерения	вид ЭР и направление использования	т у. т.	%
1. Топливо	тыс. м ³					Топливо, всего		
						в том числе технологическое топливо		
2. Тепловая энергия	Гкал					энергетическое		
3. Электроэнергия	тыс. кВт · ч					Электрическая энергия, всего		
4. Сжатый воздух	тыс. м ³					в том числе на производство сжатого воздуха		
<i>Итого</i>								

7. Расчет себестоимости отпущенной теплоты

Определение себестоимости тепловой энергии включает в себя расчет годовых эксплуатационных расходов котельной по выражению, тыс. р./год:

$$I_{\text{кот}} = I_{\text{топ}} + I_{\text{вод}} + I_{\text{эл}} + I_{\text{з.п}} + I_{\text{соц.н}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{р.э.о}} + I_{\text{пр}}, \quad (7.1)$$

где $I_{\text{топ}}$ – стоимость топлива; $I_{\text{вод}}$ – стоимость воды; $I_{\text{эл}}$ – стоимость электроэнергии; $I_{\text{з.п}}$ – годовой фонд заработной платы персонала котельной; $I_{\text{соц.н}}$ – отчисления на социальные нужды; $I_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления; $I_{\text{р.э.о}}$ – затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание; $I_{\text{пр}}$ – общекотельные и прочие расходы.

7.1. Стоимость топлива

Стоимость топлива рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{\text{топ}} = V_{\text{кот}} \cdot C_{\text{топ}} \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. р./год}, \quad (7.2)$$

где $V_{\text{кот}}$ – годовой расход топлива котельной с учетом мероприятий по экономии топлива в натуральном выражении, тыс. м³/год; $C_{\text{топ}}$ – цена топлива, р./тыс. м³.

Цены на топливо определяются в соответствии с действующими НПА с учетом корректировки на качество топлива (теплотворную способность) и индексации, если это предусмотрено законодательством [15], [16].

7.2. Стоимость воды

Стоимость воды рассчитывается по формуле

$$I_{\text{вод}} = G_{\text{кот}} \cdot C_{\text{вод}}, \text{ тыс. р./год}, \quad (7.3)$$

где $G_{\text{кот}}$ – годовой расход воды котельной, тыс. м³/год; $C_{\text{вод}}$ – цена воды, р./м³.

Стоимость 1 м³ воды зависит от источника (схемы) водоснабжения. В условиях курсовой работы принять централизованное водоснабжение. Цены определять по предельным тарифам на услуги по водоснабжению, оказываемые юридическим лицам для региона, заданного в исходных данных. Например, для Гомельской области [18].

7.3. Стоимость электроэнергии

Стоимость электроэнергии для потребителей с общей присоединенной мощностью 750 кВА и выше определяется по двухставочному тарифу. В условиях отсутствия информации о договорной мощности предприятия рекомендуется производить расчеты по средней стоимости 1 кВт · ч ($T_{\text{всп}}$) по выражению

$$T_{\text{всп}} = \left(\frac{a \cdot 12}{T_{\text{max}}} + b \right), \text{ р./кВт} \cdot \text{ч}, \quad (7.4)$$

где T_{max} – число часов использования максимальной нагрузки предприятия в году (в расчетах принимать равной 2000, 4000, 6000 и 7500 ч в год при 1-, 2-, 3-сменном и непрерывном режиме работы предприятия, соответственно); a – основная плата за мощность, р./кВт · мес.; b – дополнительная плата за энергию, р./кВт · ч.

Тариф на электроэнергию должен быть проиндексирован в соответствии с действующей Декларацией [17]:

$$k_{\text{инд}} = \left(\bar{\alpha} + \beta \frac{k_{\text{тек}}}{k_{\bar{\alpha}}} \right), \quad (7.5)$$

где $\bar{\alpha}$ и β – доли неиндексируемой и индексируемой частей тарифа; $k_{\text{тек}}$ – текущий курс доллара (по данным Национального Банка); $k_{\bar{\alpha}}$ – базовый курс доллара (на момент утверждения декларации).

Тогда стоимость электрической энергии будет определяться по выражению

$$И_{\text{эл}} = W_{\text{кот}} T_{\text{всп}} \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. р./год}, \quad (7.6)$$

где $W_{\text{кот}}$ – годовое потребление электрической энергии котельной, кВт · ч/год.

7.4. Годовой фонд заработной платы персонала котельной

$$И_{\text{з.п}} = Ч_{\text{кот}} T_{\text{ст}}^1 k_{\text{тар}}^{\text{ср}} k_{\text{т.в.р}} \cdot 12 k_{\text{пр.доп}}, \text{ тыс. р./год}, \quad (7.7)$$

где $T_{\text{ст}}^1$ – месячная тарифная ставка первого разряда, тыс. р./мес.; $k_{\text{тар}}^{\text{ср}}$ – средний тарифный коэффициент, значение которого рассчиты-

вается исходя из среднего тарифного разряда работающих, определяемого по штатному расписанию котельной или по согласованию с консультантом и ЕТС [12]; $k_{т.в.р}$ – коэффициент повышения тарифных ставок по технологическим видам работ [12]; $k_{пр.доп}$ – коэффициент, учитывающий премиальные начисления и доплаты (за стаж, много-сменный режим работы, ночные, контрактные, профессиональное мастерство и т. д.). Значение коэффициента должно быть обосновано, но не превышать 1,6–1,8.

$Ч_{кот}$ – численность персонала котельной, может быть определена на основе штатного расписания или приближенно по формуле

$$Ч_{кот} = n_{шт} Q_{уст}, \text{ чел.}, \quad (7.8)$$

где $n_{шт}$ – штатный коэффициент, чел./МВт, принимается по табл. 11 приложения.

После расчета годового фонда заработной платы определить среднюю заработную плату работников котельной.

7.5. Отчисления на социальные нужды

Отчисления на социальные нужды определяются в соответствии с нормативами отчислений и платежей по действующему законодательству пропорционально фонду оплаты труда.

7.6. Амортизационные отчисления

Амортизационные отчисления рассчитываются исходя из стоимости котельной и норм амортизации, значение которых определяется на основе [19] по формуле

$$И_{ам} = N_{ам.ср} K_{кот}, \text{ тыс. р./год}, \quad (7.9)$$

где $K_{кот}$ – стоимость котельной, тыс. р.; $N_{ам.ср}$ – средняя норма амортизации, %.

$$N_{ам.ср} = b_{стр} N_{ам1} + b_{об} N_{ам2}, \quad (7.10)$$

где $b_{стр}$, $b_{об}$ – доля стоимости общестроительных работ и зданий и оборудования с монтажом в общей стоимости котельной согласно табл. П.1.12 приложения; $N_{ам1}$, $N_{ам2}$ – нормы амортизации: 1 – по зданиям и сооружениям 2,5–3,5 %; 2 – по оборудованию 6–8 %.

7.7. Капитальные затраты на сооружение котельной

Для определения капитальных затрат на сооружение котельной в учебных расчетах возможно использование укрупненных методов, таких как поагрегатный метод с использованием удельных капитальных вложений:

$$K_{\text{кот}} = (K_1 Q_{\text{ном1}} + K_n Q_{\text{номn}} (n-1)) k_{\text{пер}}, \text{ тыс. р.}, \quad (7.11)$$

где K_1 , K_n – удельные капиталовложения для ввода первого и последующих котлоагрегатов, соответственно, тыс. р./МВт, принимаются по табл. П.1.11; $Q_{\text{ном1}}$, $Q_{\text{номn}}$ – номинальная мощность первого и последующих котлоагрегатов, МВт; n – количество однотипных котлоагрегатов; $k_{\text{пер}}$ – коэффициент пересчета стоимости котельной в цены текущего момента. Принимается по нормативным законодательным актам и отраслевым инструктивным указаниям.

В случае выбора котлоагрегатов, отсутствующих в табл. П.1.11, их стоимость принимать по реальным ценам с учетом стоимости вспомогательного оборудования, транспортных расходов, строительно-монтажных работ (СМР), зданий и сооружений по выражению

$$K_{\text{кот}} = K_{\text{об}} k_{\text{попр}} + K_{\text{зд}}, \text{ тыс. р.}, \quad (7.12)$$

где $K_{\text{об}}$ – стоимость основного оборудования, тыс. р.; $k_{\text{попр}}$ – коэффициент, учитывающий стоимость вспомогательного оборудования, транспортных расходов и СМР; $K_{\text{зд}}$ – стоимость зданий и сооружений, (рассчитывается исходя из структуры капитальных вложений табл. П.1.12) тыс. р.

7.8. Затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание

$$I_{\text{р.э.о}} = N_{\text{р.э.о}} K_{\text{кот}}, \text{ тыс. р./год}, \quad (7.13)$$

где $N_{\text{р.э.о}}$ – средняя норма отчислений на ремонтно-эксплуатационное обслуживание оборудования котельной, значение которой можно принять в диапазоне 3–5 %.

7.9. Прочие расходы

$$I_{\text{пр}} = N_{\text{пр}} I_{\text{у.п}}, \text{ тыс. р./год}, \quad (7.14)$$

где $N_{\text{пр}}$ – норма прочих (накладных) расходов, %. Принимать в диапазоне 20–30 %; $I_{\text{у.п}}$ – условно постоянные расходы, тыс. р./год.

7.10. Структура себестоимости отпущенной теплоты

Определяется путем отношения каждой из составляющих затрат к общей их сумме и приводится в форме табл. 7.1.

Таблица 7.1

Структура себестоимости отпущенной теплоты

Наименование элементов и статей затрат	Условное обозначение	Значение, тыс. р.	Структура, %
1. Материальные затраты, всего, в том числе: – стоимость топлива – стоимость электроэнергии – стоимость воды	$I_{м.з}$ I_T $I_{эл}$ I_B		
2. Содержание и эксплуатация энергооборудования и сетей, всего, в том числе – амортизация – РЭО	$I_{с.э}$ $I_{ам}$ $I_{р.э.о}$		
3. Оплата труда	$I_{з.п}$		
4. Отчисления на соц. нужды	$I_{соц.н}$		
5. Прочие	$I_{пр}$		
<i>Итого</i>	$I_{кот}$		

Себестоимость единицы отпущенной теплоты определяется по выражению, тыс. р./ГДж (тыс. р./Гкал):

$$S_{о.т.п} = \frac{I_{кот}}{Q_{о.т.п}}, \quad (7.15)$$

где $I_{кот}$ – годовые эксплуатационные расходы котельной, тыс. р./год.

Топливная составляющая себестоимости тепла, тыс. р./ГДж (тыс. р./Гкал):

$$S_{о.т.п} = \frac{I_{кот}}{Q_{о.т.п}}. \quad (7.16)$$

8. Определение энергетических затрат предприятия

Энергетическими затратами предприятия (Z_3) называются затраты, связанные с получением (покупкой или производством) энергоресурсов и их использованием в процессе производства:

$$Z_3 = (I_{\text{эр}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{р.э.о}} + I_{\text{з.п}} + I_{\text{пр}}), \text{ тыс. р./год}, \quad (8.1)$$

где $I_{\text{эр}}$ – стоимость энергоресурсов; $I_{\text{ам}}$ – амортизация энергооборудования и сетей; $I_{\text{р.э.о}}$ – затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание; $I_{\text{з.п}}$ – затраты на оплату труда работников энергохозяйства с начислениями; $I_{\text{пр}}$ – прочие (накладные) расходы.

Стоимость энергоресурсов определяется исходя из их годового расхода (раздел 6) и действующих цен и тарифов на них.

Годовые амортизационные отчисления определяются исходя из стоимости основных производственных фондов энергохозяйства ($K_{\text{эж}}$) и средней нормы амортизации, которая может быть принята в условиях данной курсовой работы в диапазоне 6–8 %.

Стоимость основных производственных фондов энергохозяйства определяется упрощенно по выражению, тыс. р./год:

$$K_{\text{эж}} = k_{\text{уд}} B_{\Sigma}, \quad (8.2)$$

где $k_{\text{уд}}$ – величина удельных капитальных вложений, тыс. р./т у. т., принимается по согласованию с консультантом; B_{Σ} – годовой расход всех видов энергетических ресурсов, принимается по данным сводного ТЭБ, т у. т./год.

Величина годовых затрат на ремонтно-эксплуатационное обслуживание энергооборудования и сетей определяется упрощенно в размере 5 % от стоимости основных производственных фондов энергохозяйства.

Годовая зарплата работников энергохозяйства предприятия определяется по выражению

$$I_{\text{з.п}} = \Phi_{\text{з.п}} \cdot \Phi_{\text{эж}}, \text{ тыс. р./год}, \quad (8.3)$$

где $\Phi_{\text{з.п}}$ – годовой фонд оплаты труда с отчислениями на социальные нужды одного работника, тыс. р./чел. · год (принимается на уровне среднегодовой заработной платы с начислениями по котельной); $\Phi_{\text{эж}}$ – численность работников энергохозяйства предприятия, чел, принимается в размере 10–12 % от общей численности работников предприятия.

Прочие (накладные) расходы определяются аналогично параграфу 7.9.

Структуру энергетических затрат предприятия представить в форме табл. 8.1.

Таблица 8.1

Структура энергетических затрат предприятия

Наименование статей затрат	Условное обозначение	Значение, тыс. р.	Структура, %
Стоимость энергоресурсов	$I_{\text{эр}}$		
Амортизация энергооборудования и сетей	$I_{\text{ам}}$		
Ремонтно-эксплуатационное обслуживание	$I_{\text{р.э.о}}$		
Оплата труда работников энергохозяйства с начислениями	$I_{\text{з.п}}$		
Прочие	$I_{\text{пр}}$		
<i>Итого</i>	$Z_{\text{э}}$		

9. Оценка экономической эффективности мероприятий по экономии топлива

В данном разделе производится оценка эффективности мероприятий по экономии топлива, предложенных в разд. 5 по системе показателей:

- срок окупаемости статический ($T_{\text{ок.стат}}$) и динамический ($T_{\text{ок.дин}}$);
- чистый дисконтированный доход (ЧДД);
- внутренняя норма доходности ($p_{\text{в.н}}$);
- индекс доходности (ИД);
- среднегодовой экономический эффект (ЧДД_{год}).

Оценка эффективности проводится для каждого мероприятия, причем по одному из мероприятий приводится полный расчет всех выше указанных показателей с приведением в табличной форме расчета ЧДД и внутренней нормы доходности и графической иллюстрацией динамического срока окупаемости и внутренней нормы доходности. Результаты расчетов по всем мероприятиям представить по форме табл. 9.3.

9.1. Капитальные вложения в мероприятия по экономии топлива

Капитальные вложения в ОТМ по снижению расхода топлива в технологических установках:

$$K_{\text{тех}} = k_1 \cdot \Delta B_{\text{тех}}, \text{ тыс. р.}, \quad (9.1)$$

где k_1 – удельные капитальные вложения в ОТМ по использованию ВЭР от технологических установок, тыс. р./т у. т., принимаются по согласованию с консультантом; $\Delta B_{\text{тех}}$ – экономия топлива технологического, т у. т./год

Капитальные вложения в ОТМ по снижению расхода топлива на СН котельной необходимо рассчитывать для каждого мероприятия согласно табл. 5.2 по выражению

$$K_3 = k_2 \cdot \Delta Q_{\text{с.н.кот}}, \text{ тыс. р.}, \quad (9.2)$$

где k_2 – удельные капитальные вложения в ОТМ по снижению расхода тепла на СН котельной, тыс. р./т у. т., принимаются по согласованию с консультантом.

9.2. Финансовые результаты внедрения мероприятий по экономии топлива

Годовой финансовый результат от внедрения ОТМ, направленных на снижение расхода топлива, определяется по выражению

$$P_{\text{о.т.м}} = \text{ДИ}_{\text{о.т.м}} = \text{ДИ}_{\text{т}} + \text{ДИ}_{\text{ам}} - \text{ДИ}_{\text{р.э.о}}, \text{ тыс. р./год}, \quad (9.3)$$

где $\text{ДИ}_{\text{т}}$ – экономия текущих затратах на топливо; $\text{ДИ}_{\text{ам}}$, $\text{ДИ}_{\text{р.э.о}}$ – амортизационные отчисления и текущие затраты на ремонтно-эксплуатационное обслуживание, связанные с внедрением оборудования.

Результаты расчета представить в форме табл. 9.1.

Таблица 9.1

Финансовые результаты внедрения ОТМ

Показатели	Условное обозначение	Единица измерения	Значение	
			*	*
Капитальные вложения	$K_{\text{о.т.м}}$	тыс. р.		
Годовая экономия топлива	ΔB $\Delta I_{\text{т}}$	тыс. м ³ /год тыс. р./год		
Срок службы	$T_{\text{с.л}}$	лет		
Норма амортизации	$N_{\text{ам}}$	%		
Норма на ремонт	$N_{\text{р}}$	%		
Издержки амортизации	$\Delta I_{\text{ам}}$	тыс. р./год		
Издержки на ремонт	$\Delta I_{\text{р.э.о}}$	тыс. р./год		
Финансовый результат	$P_{\text{о.т.м}}$	тыс. р./год		

*Указать конкретные названия предлагаемых мероприятий.

9.3. Показатели экономической эффективности

1. *Срок окупаемости (статический):*

$$T_{\text{ок.стат}} = \frac{K_{\text{о.т.м.}}}{P_{\text{о.т.м.}}}, \text{ лет.} \quad (9.4)$$

2. *Чистый дисконтированный доход ЧДД (экономический эффект от внедрения ОТМ за весь срок расчетного периода T):*

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (P_t - K_t) d_t, \text{ тыс. р.}, \quad (9.5)$$

где P_t – финансовый результат ОТМ в году, t ; K_t – капиталовложения в году t ; $P_t - K_t$ – поток наличности в году, t ; d_t – коэффициент дисконтирования текущего года:

$$d_t = \frac{1}{(1 + p)^t}, \quad (9.6)$$

где p – норма дисконтирования, о. е.

Расчет представить в форме табл. 9.2.

Таблица 9.2

**Определение чистого дисконтированного дохода
(при норме дисконтирования – $p = _ \%$)**

Годы, t	Капитальные вложения K , тыс. р.	Финансовый результат P_t , тыс. р.	Денежный поток $P_t - K_t$, тыс. р.	Коэффициент дисконтирования d_t	Дисконтированная стоимость ДС $_t$, тыс. р.	Чистый дисконтированный доход, ЧДД $_t$ тыс. р.
0						
1						
...						
T						

3. *Срок окупаемости (динамический) $T_{\text{ок.дин}}$:*

$$T_{\text{ок.дин}} = t - \frac{\text{ЧДД}_t}{\text{ЧДД}_{t+1} - \text{ЧДД}_t}, \text{ лет,} \quad (9.7)$$

где t – последний год, в котором накопленный ЧДД $_t$ имеет отрицательное значение, лет; ЧДД $_{t+1}$ – накопленный ЧДД в следующем году ($t + 1$).

4. *Внутренняя норма доходности* $p_{вн}$, %:

$$p_{в.н} = p_1 - \frac{\text{ЧДД}_1 (p_2 - p_1)}{\text{ЧДД}_2 - \text{ЧДД}_1}, \quad (9.8)$$

где p_1 и p_2 – две пограничные нормы дисконтирования, которым соответствуют противоположные по знаку ЧДД₁ и ЧДД₂.

Расчет ЧДД с нормами дисконтирования p_1 и p_2 произвести в форме табл. 9.3.

Таблица 9.3

Определение ЧДД при разных нормах дисконтирования

Годы, t	Денежный поток, тыс. р.	Норма дисконтирования (ставка капитала), %			
		p_1		p_2	
		Кoeffици- ент дисконти- рования d_t	Дисконтиро- ванная стоимость ДС _{t} , тыс. р.	Кoeffици- ент дисконти- рования d_t	Дисконтиро- ванная стоимость ДС _{t} , тыс. р.
	0				
	1				
	...				
	T				
<i>Итого</i>			*		*

5. *Индекс доходности* (рентабельность капитала) ИД:

$$\text{ИД} = \frac{\sum P_t d_t}{\sum K_t d_t}; \quad (9.9)$$

6. *Среднегодовой экономический эффект* ЧДД_{год}, р./год:

$$\text{ЧДД}_{\text{год}} = \text{ЧДД}a, \quad (9.10)$$

где a – коэффициент годового аннуитета (переводной коэффициент), 1/год:

$$a = \frac{p(1+p)^T}{(1+p)^T - 1}. \quad (9.11)$$

Показатели экономической эффективности представить по форме табл. 9.4, по результатам которой провести анализ и сделать выводы о предложенных мероприятиях.

Показатели экономической эффективности

Наименование показателей	Обозначение	Единица измерения	Значение показателей по мероприятиям		
			ОТМ 1	ОТМ 2	ОТМ 3
Чистый дисконтированный доход	ЧДД	тыс. р.			
Срок окупаемости: – статический – динамический	$T_{ок.стат}$ $T_{ок.дин}$	лет			
Индекс доходности	ИД	о. е.			
Внутренняя норма доходности	$\rho_{в.н}$	%			
Среднегодовой экономический эффект	$ЧДД_{год}$	тыс. р./год			

10. Технико-экономические показатели проекта

Данный раздел является заключительной частью курсовой работы, где приводятся все основные технико-экономические показатели, рассчитанные в предыдущих разделах. Дополнительно необходимо рассчитать следующие показатели:

1. Энерговооруженность труда, т у. т./чел.:

$$\mathcal{E}_{в.т} = B_{т.э.р} / \mathcal{Ч}_{п.п.п} \quad (10.1)$$

где $B_{т.э.р}$ – годовой расход топлива и всех видов энергии в пересчете на условное топливо с учетом ОТМ, т у. т./год.

2. Электровооруженность труда, тыс. кВт · ч/чел.:

$$\mathcal{E}_{л.вт} = W / \mathcal{Ч}_{п.п.п} \quad (10.2)$$

где W – суммарное годовое потребление электроэнергии предприятием, тыс. кВт · ч/год.

3. Энергоемкость продукции, т у. т./шт.:

$$\mathcal{E}_{п} = B_{т.э.р} / \Pi \quad (10.3)$$

где Π – годовой объем производства продукции предприятием, шт.

4. Электроемкость продукции, кВт · ч/шт.:

$$\mathcal{E}_{л.п} = W / \Pi \quad (10.4)$$

5. Теплоемкость продукции, Мкал/шт.:

$$T_{\Pi} = Q / \Pi, \quad (10.5)$$

где Q – суммарное годовое потребление тепловой энергии предприятием, Мкал/год.

Примерный перечень технико-экономических показателей приведен в табл. 10.1.

Таблица 10.1

Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Значение
<i>Показатели котельной</i>			
Расчетная производительность	Q_p	МВт Гкал/ч	
Установленная мощность	Q_y	МВт Гкал/ч	
Годовая выработка тепла	$Q_{\text{выр}}$	ГДж/год Гкал/год	
Годовой отпуск тепла	$Q_{\text{отп}}$	ГДж/год Гкал/год	
Годовое число часов использования установленной мощности	h_y	ч/год	
Годовой расход условного топлива – до ОТМ – после ОТМ	$B_{y.t}$	т у. т./год	
Годовой расход натурального топлива – до ОТМ – после ОТМ	$B_{н.т}$	тыс. м ³ /год	
Установленная мощность токоприемников	P_y	кВт	
Годовой расход электроэнергии	$W_{\text{кот}}$	тыс. кВт · ч/год	
Численность обслуживающего персонала	$\Psi_{\text{кот}}$	чел.	
Капитальные вложения	$K_{\text{кот}}$	млн р.	
Годовые эксплуатационные расходы	$I_{\text{кот}}$	млн р./год	
<i>Удельные показатели котельной</i>			
<i>на единицу установленной мощности:</i>			
– капитальные затраты	$K_{\text{уд}}$	тыс. р./МВт	
– численность персонала	$n_{\text{шт}}$	чел./МВт	
<i>на единицу отпущенного тепла:</i>			
Удельный расход условного топлива – до ОТМ – после ОТМ	$b_{\text{отп}}$	кг у. т./Гкал	

Окончание табл. 10.1

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Значение
Удельный расход электроэнергии	$w_{\text{кот}}$	кВт · ч / Гкал	
Себестоимость тепла, в том числе топливная составляющая	$S_{\text{отп}}$ $S_{\text{топ}}$	тыс. р./Гкал	
<i>Показатели работы энергохозяйства предприятия</i>			
Годовой расход топлива: – до ОТМ – после ОТМ	B	т у. т./год	
Годовая экономия топлива	ΔB	т у. т./год %	
Годовое потребление электроэнергии	W	тыс. кВт · ч	
Годовое потребление тепла	Q	Гкал/год	
Годовое суммарное потребление ТЭР	$B_{\text{т.э.р}}$	т у. т./год	
Годовая потребность в сжатом воздухе	$V_{\text{с.в}}$	тыс. м ³ /год	
Общая численность персонала энергохозяйства	$Ч_{\text{эж}}$	чел.	
Энергозатраты на производство продукции	Z_3	млн р./год	
Удельные энергозатраты на производство продукции	\bar{Z}_3	тыс. р./шт.	
Энерговооруженность труда	$\mathcal{E}_{\text{в.т}}$	т у. т./чел.	
Электровооруженность труда	$\mathcal{E}_{\text{л.в.т}}$	тыс. кВт · ч/чел.	
Энергоемкость продукции	$\mathcal{E}_{\text{п}}$	т у. т./шт.	
Электроемкость продукции	$\mathcal{E}_{\text{л.п}}$	кВт · ч/шт.	
Теплоемкость продукции	$T_{\text{п}}$	Мкал/шт.	

ЛИТЕРАТУРА

1. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / под общ. ред. А. В. Клименко и В. М. Зорина. – М. : Изд-во МЭИ, кн. 1, 2000. – 528 с. ; кн. 4, 2004. – 632 с.
2. Строительная климатология. Изменение № 1 СНБ 2.04.02. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь. – 2007.
3. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учеб. для вузов / Е. Я. Соколов. – М. : Изд-во МЭИ, 2001. – 472 с.
4. Роддатис, К. Ф. Справочник по котельным установкам малой производительности / К. Ф. Роддатис, А. Н. Полтарецкий ; под ред. К. Ф. Роддатиса. – М. : Энергоатомиздат, 1989.
5. Эстеркин, Р. И. Котельные установки / Р. И. Эстеркин. – Л. : Энергоатомиздат, 1989.
6. Гусев, Ю. Л. Основы проектирования котельных установок : справочник / Ю. Л. Гусев. – Л. : Энергоатомиздат, 1989.
7. Багиев, Г. Л. Организация, планирование и управление промышленной энергетикой / Г. Л. Багиев, А. Н. Златопольский. – М. : Энергоатомиздат, 1993. – 240 с.
8. Экономика, организация и планирование теплосилового хозяйства промышленного предприятия / А. Н. Златопольский [и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 1995.
9. Инструкция по нормированию расходов топливно-энергетических ресурсов для котельных номинальной производительностью 0,5 Гкал/ч и выше. – Минск, 2002. – 100 с.
10. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий. – Минск : Гос. ком. по энергоэффективности при Совете Министров Респ. Беларусь, 2003. – 27 с. – Режим доступа: www.energoeffekt.gov.by.
11. Инструкция по определению эффективности использования средств, направляемых на выполнение энергосберегающих мероприятий : утв. постановлением М-ва экономики Респ. Беларусь, М-ва энергетики Респ. Беларусь и Ком. по энергоэффективности при Совете Министров Респ. Беларусь 24.12.2003 г. // Нац. реестр правовых актов. – 2004. – № 7.
12. Инструкция о порядке определения тарифных ставок и должностных окладов работников коммерческих организаций и индивидуальных предпринимателей : утв. постановлением М-ва труда и соц. защиты Респ. Беларусь от 26.04.2010 г. № 60. – Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by>.

13. Об утверждении Рекомендаций по определению тарифных ставок (окладов) работников коммерческих организаций и о порядке их повышения : постановление М-ва труда и соц. защиты Респ. Беларусь от 11 июля 2011 г. № 67. – Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by>.

14. О внесении изменений и дополнений в некоторые указы Президента Республики Беларусь по вопросам обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний : Указ Президента Респ. Беларусь от 01.03.2010 г. № 110. – Режим доступа: <http://bgs.by>.

15. О ценах на природный газ : постановление М-ва экономики Респ. Беларусь от 27 дек. 2012 г. № 122. – Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by>.

16. Таксы на древесину основных лесных пород, отпускаемую на корню в 2013 году : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь 20.12.2012, № 1178. – Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by>.

17. Декларация об уровне тарифов на электрическую энергию, отпускаемую республиканскими унитарными предприятиями электроэнергетики ГПО «Белэнерго» для юридических лиц и предпринимателей (Введ. в действие с 1 янв. 2014 г.). – Белэнерго. – Режим доступа: www.gomelenergo.by.

18. Предельные максимальные тарифы на услуги по водоснабжению, оказываемые юридическим лицам организациями системы Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь, а также физическим лицам (в том числе индивидуальным предпринимателям), эксплуатирующим нежилые помещения в Гомельской области : Приложение 2 к решению Гомел. обл. исполн. ком. 16.11 2012 г., № 1145. – Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь, 22.11.2012, 9/54134. – Режим доступа: <http://pravo.by>.

19. Ковалева, Г. Практические аспекты перехода на новый Классификатор основных средств / Г. Ковалева, И. Полхович, С. Шелест // Гл. бухгалтер. – 2012. – № 6 (726).

20. Организация и планирование производства. Управление предприятием : метод. указ. к контр. работам по одноим. курсу. – Гомель, 2009.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1.1

Примерный перечень исходных данных

Наименование	Обозначение	Значение
Регион		
Производственная программа, шт./год	П	
Численность промышленно-производственного персонала, чел., всего,	$Ч_{п.п.п}$	
в том числе рабочих, чел.	$Ч_p$	
Расход пара давлением: 13 ата, т/ч 8 ата, т/ч	D^{13} D^8	
Режим работы		
Поправочный коэффициент к объему помещения	k_v	
Норма расхода электроэнергии на производство сжатого воздуха, кВт · ч/тыс. м ³	$H_{всв}$	
Потери топлива в процессах, %: – нагрев – термообработка – нормализация и отпуск	B_n $B_{т.о}$ $B_{н.о}$	
Месячная тарифная ставка 1 разряда, тыс. р./мес.		
Удельные капиталовложения в ОТМ: – использование ВЭР технологических установок, тыс. р./т у. т. – снижение СН котельной, тыс. р./Гкал	k_1 k_2	
Коэффициент пересчета стоимости котельной	$k_{пер}$	
Норма дисконтирования, %	p	

Таблица П.1.2

Перечень цехов и их характеристики

Наименование цехов	Объем помещений		Температура внутри помещений
	тыс. м ³		°С
	$V_{баз}$	$V_{расч}$	$t_{вн}$
Кузнечно-прессовый	45		14
Литейный	36		14
Механический	54		16
Термический	21		14
Сборочный	30		16
Инструментальный	24		16
Рем.-механический	21		16
Компрессорная	8		16
Заводоуправление	12		18
Столовая	7		18

Таблица П.1.3

Отопительные и вентиляционные характеристики промышленных зданий

Наименование здания	Строительный объем здания, тыс. м ³	Удельная тепловая характеристика, ккал/м ³ · ч · °С	
		отопления q_0	вентиляции q_v
Механосборочные и механические цеха, слесарные мастерские	5–10	0,55–0,45	0,40–0,25
	10–50	0,45–0,40	0,25–0,15
	50–100	0,40–0,38	0,15–0,12
	100–200	0,40–0,38	0,15–0,08
Сталелитейные цеха	10–50	0,30–0,25	0,95–0,85
	50–100	0,25–0,22	0,87–0,75
	100–150	0,22–0,18	0,75–0,70
Термические цеха	до 10	0,40–0,30	0,7–0,6
	10–30	0,30–0,25	0,6–0,5
	30–75	0,25–0,20	0,5–0,3
Кузнечные цеха	до 10	0,40–0,30	0,7–0,6
	10–50	0,30–0,25	0,6–0,5
	50–100	0,25–0,15	0,5–0,3
Компрессорные	до 0,5	2,0	–
	0,5	0,7–2,0	–
	1–5	0,7–0,45	–
	5–10	0,45–0,4	–
Котельные	5–10	0,45–0,4	–
	до 10	0,1	0,3
Ремонтные цеха	5–10	0,60–0,50	0,20–0,15
	10–20	0,50–0,45	0,15–0,10
Бытовые и административные помещения	0,5–1,0	0,6–0,45	–
	1,0–2,0	0,45–0,40	–
	2,0–5,0	0,4–0,33	0,14–0,12
	5,0–10	0,33–0,3	0,12–0,11
	10–20	0,30–0,25	0,11–0,10

Таблица П.1.4

Климатологические данные за отопительный период [2]

Наименование параметров	Значение показателей по региону					
	Брест	Витебск	Гомель	Гродно	Минск	Могилев
1. Продолжительность отопительного периода n_o , сут.	181	202	188	194	198	200
2. Средняя температура отопительного периода, $t_{н.ср}$	0,6	-1,5	-1,0	0,1	-0,9	-1,5
3. Температура расчетная для проектирования: – отопления, $t_{н.о}$ – вентиляции, $t_{вр}$	-21 -6,5	-25 -11	-24 -9,5	-22 -7,5	-24 -9,5	-25 -11
4. Дата начала и окончания периода с наиболее вероятной температурой воздуха не выше 8 °С	17.10–15.04	03.10–22.04	10.10–15.04	10.10–21.04	06.10–21.04	04.10–21.04

В случае изменения консультантом местоположения предприятия пользоваться данными, приведенными в [2].

Таблица П.1.5

Соотношение значений между единицами физических величин [1]

Величина	Значение в единицах системы	
	МКГСС (метрической)	СИ
Работа и энергия	1 кВт·ч	3600 кДж
	$0,278 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$	1 кДж
	1 ккал	4,187 кДж
	0,293 ккал	1 кДж
Мощность	1 Гкал/ч	1,16 МВт
	0,86 Гкал/ч	1 МВт
	1000 кгм/с	9,81 кВт
Теплота сгорания условного топлива	7000 ккал/кг	29300 кДж/кг

Таблица П.1.6

КПД котлов [4]

Типоразмер котлоагрегата	Расчетный КПД брутто, %		
	Уголь	Газ	Мазут
ДКВР-2,5-13	81,9	90,0	89,6
ДКВР-4-13	82,1	90,0	89,6
ДКВР-6,5-13	83,1	91,8	89,0
ДКВР-10-13	83,5	91,8	89,5
ДКВР-20-13	83,6	90,6	90,0
КЕ-4-14	80,7		
КЕ-6,5-14	81,75		
КЕ-10-14	82,0		
КЕ-25-14	86,9		
ДЕ-4-14		90,94	89,63
ДЕ-6,5-14		91,15	89,84
ДЕ-10-14		92,1	90,99
ДЕ-16-14		91,2	90,89
ДЕ-25-14		92,3	91,09
ГМ-50-14-250		93	92
БКЗ-75-39	89,3	92,4	90,4
КВ-ТС-4	81,9		
КВ-ТС-6,5	82,2		
КВ-ТС-10	80,9		
КВ-ТС-20	80,66		
КВ-ТС-30	80,6		
КВ-ГМ-4		93,9	90,4
КВ-ГМ-6.5		94,1	90,2
КВ-ГМ-10		92	88
КВ-ГМ-20		89	87
КВ-ГМ-30		89	87
ПТВМ-30М		89	87
КВ-ГМ-50		92,5	91,1

Таблица П.1.7

Примерные значения удельного расхода электрической мощности котельных, кВт/МВт [5]

Мощность котельной, МВт	Вид котельной		
	производственная	производст.-отопит.	водогрейная
До 15	36–31	38–33	40–35
15–30	31–25	33–28	35–30
30–50	25–15	28–18	30–20
Свыше 50	15–10	18–13	20–15

Таблица П.1.8

**Удельные расходы электроэнергии для котельных
(согласно инструкции Комитета по энергоэффективности
при Совете Министров РБ от 12.06.2002 № 34;
документ обновлен в феврале 2010)**

Установленная мощность котельной	Вид котельной		
	производственная	отопительно- производственная	водогрейная
0,5–5	24–19	23–20	20–18
До 13	36–31	38–33	40–35
13–26	31–25	33–28	35–30
26–43	25–15	28–18	30–20
Более 43	15–10	18–13	20–15

Таблица П.1.9

**Ожидаемая экономия тепловой энергии от реализации
организационно-технических мероприятий [9]**

Организационно-технические мероприятия	Ожидаемая экономия $b_{\text{пот.к}}$, $b_{\text{с.н.кот}}$, %
<i>Котлоагрегат</i>	
1. Снижение потерь с уходящими газами	
– установка поверхностного экономайзера	4–7
– установка воздухоподогревателя на котлах производительностью до 10 Гкал/ч	6–7
– применение вакуумного деаэратора при работе на газообразном топливе	1–1,5
2. Снижение потерь от химической и механической неполноты сгорания топлива	
– перевод котлов на автоматическое регулирование процессов горения и питания водой, выполнение режимных рекомендаций по горению	1–4
<i>Собственные нужды котельной</i>	
– уменьшение величины продувки на 1 %	0,3
– использование теплоты непрерывной продувки	1,5
– автоматизация деаэраторов	0,2
– отказ от работ паровых питательных насосов	3
– устранение утечек пара	1,5

**Примерные значения удельных капиталовложений
в первый и последующие котлоагрегаты, тыс. р./МВт [5]**

Типоразмер котлоагрегата	Котельная на твердом топливе		Котельная на газе и мазуте	
	при вводе первого котлоагрегата	при вводе каждого последующего котлоагрегата	при вводе первого котлоагрегата	при вводе каждого последующего котлоагрегата
ДКВР-2,5-13	95	48	75	36
ДКВР-4-13	89	43	60	28
ДКВР-6,5-13	83	36	58	26
ДКВР-10-13	62	29	49	22
ДКВР-20-13	46	22	39	17
КЕ-4-14	85	39	—	—
КЕ-6,5-14	78	37	—	—
КЕ-10-14	62	26	—	—
КЕ-25-14	43	21	—	—
ДЕ-4-14	—	—	57	31
ДЕ-6,5-14	—	—	55	25
ДЕ-10-14	—	—	46	19
ДЕ-16-14	—	—	38	16
ДЕ-25-14	—	—	32	14
ГМ-50-14-250	—	—	30	13
КВ-ТС-4	78	36	—	—
КВ-ТС-6.5	68	33	—	—
КВ-ТС-10	56	25	—	—
КВ-ТС-20	47	23	—	—
КВ-ТС-30	38	20	—	—
КВ-ГМ-4	—	—	55	27
КВ-ГМ-6,5	—	—	51	25
КВ-ГМ-10	—	—	43	23
КВ-ГМ-20	—	—	40	20
КВ-ГМ-30	—	—	36	18
ПТВМ-30М	—	—	36	18
КВ-ГМ-50	—	—	29	12

Таблица П.1.11

Примерные значения штатных коэффициентов для котельных

Вид топлива	Штатный коэффициент, чел./МВт, при мощности котельной, МВт							
	До 5	5–15	15–30	30–50	50–100	100–200	200–300	Свыше 300
Твердое	4,0	3,5	2,0	1,2	0,9	0,7	0,5	0,4
Газо-мазутное	3,5	2,8	1,8	0,9	0,6	0,4	0,3	0,25

Примечание. При выборе штатного коэффициента учитывать степень автоматизации котельной.

Таблица П.1.12

Примерная структура капитальных затрат на строительство котельных, % [5]

Вид котельной	Топливо	Общестроительные работы и здания	Оборудование	Монтажные работы
Производственная	Твердое	40	45	15
	Газо-мазутное	28	52	20
Отопительно-производственная	Твердое	42	42	16
	Газо-мазутное	30	52	18
Водогрейная	Твердое	35	48	17
	Газо-мазутное	35	45	20

Исходные данные к курсовой работе по вариантам

Но- мер вари- анта	Производ- ственная программа, шт./год	Численность, чел.		Расход пара, т/ч		Режим рабо- ты	Кoeffи- циент к объему поме- щений	Регион
		всего	в том числе рабо- чих	Дт ¹³	Дт ⁸			
1	3000	1000	800	2	3	3	0,80	1
2	4000	1200	950	2	2	н/п	0,85	2
3	5000	1500	1200	2	4	3	0,90	3
4	6000	2000	1700	3	1	н/п	0,95	4
5	7000	1300	1100	4	2	3	1,00	5
6	8000	1400	1050	3	3	н/п	1,10	6
7	9000	1250	1025	2	2	3	1,15	1
8	10000	1600	1300	4	3	н/п	1,20	2
9	11000	1800	1500	3	4	3	1,25	3
10	12000	2200	1750	4	5	н/п	1,30	4
11	13000	2300	1900	3	3	3	1,35	5
12	14000	2400	1900	4	3	н/п	1,40	6
13	15000	2500	2000	3	4	3	1,45	1
14	16000	2600	2050	3	5	н/п	1,50	2
15	17000	2700	2240	5	4	3	1,60	3
16	18000	2800	1900	6	4	н/п	1,65	4
17	19000	2900	2300	6	8	3	1,70	5
18	20000	3000	2400	9	3	н/п	1,75	6
19	8500	3100	2500	3	1	3	1,80	1
20	10200	3200	2600	2	4	н/п	1,00	2
21	12500	3300	2800	3	5	3	1,10	3
22	14300	3400	2900	4	4	н/п	1,20	4
23	16200	3500	3000	4	3	3	1,30	5
24	17500	3600	3000	5	2	н/п	1,40	6
25	19400	3800	3150	6	4	3	1,50	1
26	18300	4000	3300	3	6	н/п	1,60	2
27	15800	4200	3500	4	5	3	1,70	3
28	13700	4400	3600	3	6	н/п	1,80	4
29	11600	2000	1650	4	3	3	0,80	5
30	10400	3000	2500	5	3	н/п	0,90	6
31	9500	4000	3400	2	4	3	1,00	1
32	9300	4600	3900	3	2	н/п	1,20	2
33	16200	4800	4100	5	4	3	1,40	3
34	17500	5000	4250	4	7	н/п	1,50	4
35	19400	5100	4300	9	5	3	1,60	5
36	18300	5200	4400	6	3	н/п	1,70	6
37	15800	5300	4500	7	2	3	1,80	1
38	13700	3400	2900	4	3	н/п	0,80	2
39	11600	2000	1650	3	3	3	0,90	3
40	10400	3000	2500	2	5	н/п	1,00	4

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Определение потребности предприятия в тепловой энергии.....	4
2. Определение норм расхода тепловой энергии на обогрев зданий и ГВС	9
3. Выбор типа и количества устанавливаемых котельных агрегатов и расчет технологических показателей котельной.....	10
4. Определение потребности предприятия в электроэнергии, сжатом воздухе и технологическом топливе	17
5. Определение возможных резервов экономии топлива	20
6. Энергетические балансы предприятия	22
7. Расчет себестоимости отпущенной теплоты.....	27
8. Определение энергетических затрат предприятия	32
9. Оценка экономической эффективности мероприятий по экономии топлива.....	33
10. Технико-экономические показатели проекта	37
ЛИТЕРАТУРА	40
ПРИЛОЖЕНИЕ	42

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

**Прокопчик Галина Алексеевна
Полозова Ольга Александровна**

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по одноименной дисциплине
для студентов специальностей
1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»
и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация
энергооборудования организаций»
дневной и заочной форм обучения**

Электронный аналог печатного издания

Редактор *А. В. Власов*
Компьютерная верстка *Е. Б. Яцук*

Подписано в печать 19.09.14.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 3,04

Изд. № 44.

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:

Издательский центр

Учреждения образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого».

Свидетельство о гос. регистрации в качестве издателя
печатных изданий за №1/273 от 04.05.2014 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48