

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ «БЕЛЭНЕРГО»
УО «МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
КОЛЛЕДЖ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор УО «МГЭК»

А.А. Новиков

« 18.01.2024 » 2024 г.

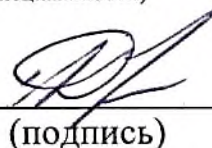
**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО РАСЧЁТУ СРЕДНЕГОДОВЫХ ТЕХНИКО-
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЭЦ В КУРСОВОЙ
РАБОТЕ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНОГО
ПРОЕКТА ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ДНЕВНОЙ И ЗАОЧНОЙ
ФОРМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

2-430101 «Электрические станции»

5-04-0712-04 «Техническая эксплуатация оборудования
электрических станций»

(шифр и название специальности)

Разработал преподаватель



А.Я. Дедовец

(подпись)

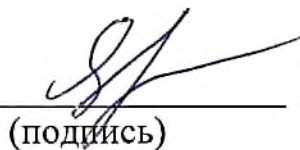
(ФИО)

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой комиссии
специальных электротехнических предметов

(наименование цикловой комиссии)

Протокол № 5 от 18.01.2024

Председатель цикловой комиссии



Н.Н. Ядловский

(подпись)

(ФИО)

Согласовано

Методист колледжа



О.В. Какорина

(подпись)

(ФИО)

Заведующий отделением
«Электрические станции»

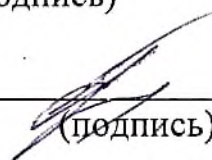


Е.Н. Шеденкова

(подпись)

(ФИО)

Заведующий заочным отделением



А.А. Куцов

(подпись)

(ФИО)

Аннотация

Цель настоящих методических рекомендаций – определить последовательность расчета курсовой работы по предмету «Экономика организации». Курсовая работа по предмету «Экономика организации» является для учащихся основной самостоятельной работой, где они должны обобщить полученные знания и применить их при расчете технико-экономических показателей ТЭЦ.

В методических рекомендациях по расчету среднегодовых технико-экономических показателей Теплоэлектроцентрали (далее – ТЭЦ) даны подробные рекомендации по расчету основных разделов курсовой работы по предмету «Экономика организации», а также при выполнении экономической части дипломного проекта специальностей 2-430101 «Электрические станции», 5-04-0712-04 «Техническая эксплуатация оборудования электрических станций».

Для предъявления единых требований к объему и содержанию курсовой работы задание учащимся выдается на типовом бланке. Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Расчетной части курсовой работы должно предшествовать «Введение», в котором учащийся должен отразить основные направления развития энергетики на современном этапе, а также задачи энергетиков по улучшению хозяйственного механизма.

Содержание

1. Капиталовложения в строительство ТЭЦ	4
2. Полезный отпуск теплоты с коллекторов станции	6
3. Выработка и отпуск электрической энергии с шин станции	7
4. Годовой расход условного топлива котлами при однотипном оборудовании	9
5. Удельный расход условного топлива и КПД станции при однотипном оборудовании	11
6. Эксплуатационные расходы (издержки) ТЭЦ	12
7. Калькуляция себестоимости электрической энергии и теплоты	18
8. Сводная таблица технико-экономических показателей ТЭЦ	22
9. Пример расчёта технико-экономических показателей ТЭЦ при установке паровых турбин разного типа	23
10. Приложения	32
11. Методические указания по оформлению пояснительной записки курсового и дипломного проектирования	49
12. Список используемых источников	50

1 Капиталовложения в строительство ТЭЦ

1.1 Абсолютные капиталовложения в строительство ТЭЦ с поперечными связями (оборудование однотипное)

$$K = [K_k^z + K_k^n (n_k - 1) + K_m^z + K_m^n (n_m - 1)] \cdot K_{p.c} \cdot K_i, \text{ руб.}$$

где K_k^z, K_k^n – капитальные затраты на узел котла (головного и каждого последующего), руб;

K_m^z, K_m^n – капитальные затраты на узел турбоагрегата (головного и каждого последующего), руб;

n_k, n_m – количество однотипных котлов турбоагрегатов, шт;

$K_{p.c}$ – поправочный коэффициент на территориальный район строительства ТЭЦ (приложение 1);

K_i – коэффициент инфляции (для пересчёта в цены текущего года).

$K_k^z, K_k^n, K_m^z, K_m^n$ приведены в приложении 3 таблицы 1,2.

Для не блочных ТЭЦ (с поперечными связями) количество энергетических котлов определяется по максимальному расходу пара на турбину с запасом до 3 %:

$$n_k = \frac{1,03 \cdot \sum D_m^{\text{макс}}}{D_k^n}, \text{ шт.}$$

где 1,03 – коэффициент, учитывающий запас по пару 3%;

$D_m^{\text{макс}}$ – максимальный расход пара на все установленные турбины, т/ч (приложение 2);

D_k^n – номинальная паропроизводительность котла, т/ч (приложение 2).

1.2 Абсолютные капиталовложения в строительство блочных ТЭЦ (оборудование однотипное)

$$K = [K_{bl}^z + K_{bl}^n \cdot (n_{bl} - 1)] \cdot K_{p.c} \cdot K_i, \text{ руб.}$$

где K_{bl}^z – капиталовложения в головной блок, руб;

K_{bl}^n – капиталовложения в каждый последующий блок, руб;

n_{bl} – число блоков;

$K_{p.c}$ – поправочный коэффициент на территориальный район строительства (приложение 1);

K_i – коэффициент инфляции (для пересчёта в цены текущего года);

K_{bl}^z, K_{bl}^n приведены в приложении 3 таблице 3 для разных видов топлива.

1.3 Удельные капиталовложения

Удельные капиталовложения позволяют определить стоимость одного киловатта установленной мощности, которая зависит от многих факторов: типа установки и её мощности, числа и параметров установленных агрегатов, применяемых схем технологических связей, местных условий строительства, вида используемого топлива. Удельные капитальные затраты изменяются в широких пределах и с ростом мощности электростанции и устанавливаемых на них агрегатов снижаются:

$$K_{\text{уд.}} = \frac{K}{N_y}, \text{ руб/кВт.}$$

где K – абсолютная величина капитальных вложений, руб;

N_y – установленная мощность станции, кВт

2 Полезный отпуск теплоты с коллекторов ТЭЦ

2.1 Годовой отпуск пара из производственных отборов турбин

$$D_n^c = D_{no}^u \cdot n_T \cdot h_{отб}^n, \text{ т/год.}$$

где D_{no}^u – часовой расход пара в производственный отбор одной турбины, т/ч (приложение 2 таблица 2,3);

n_T – количество однотипных турбин, имеющих производственный отбор, шт;

$h_{отб}^n$ – число часов использования максимальной нагрузки, потребляемой из производственных отборов турбин, ч.

Паровые турбины с производственным отбором выбираются с учётом длительного использования отбора в течении года. Ориентировочно можно принять.

$$h_{отб}^n = 4500-6000, \text{ ч.}$$

2.2 Годовой отпуск теплоты с коллекторов ТЭЦ для производственных целей

$$Q_n^c = D_n^c \cdot \Delta i = 2,6 D_n^c, \text{ ГДж/год.}$$

где $\Delta i = 2,6$ – разность энтальпии пара в производственном отборе и энтальпии возвращаемого конденсата, ГДж/т;

D_n^c – годовой расход пара и производственные отборы всех паровых турбин, т/год.

2.3 Годовой отпуск теплоты из отопительных отборов турбин

$$Q_{отоп}^c = Q_{отоп}^u \cdot n_T \cdot h_{отб}^{отоп}, \text{ ГДж/год.}$$

где $Q_{отоп}^u$ – отпуск теплоты в отопительный отбор данного типа турбины, ГДж/ч (приложение 2);

n_T – количество установленных однотипных турбин, шт;

$h_{отб}^{отоп}$ – число часов использования максимума отопительных отборов в зависимости от климатического района (приложение 4).

2.4 Годовой отпуск теплоты с коллекторов ТЭЦ

$$Q_{отп}^c = Q_n^c + Q_{отоп}^c, \text{ ГДж/год.}$$

где Q_n^c – годовой отпуск теплоты для производственных целей, ГДж/год;

$Q_{отоп}^c$ – годовой отпуск теплоты для отопительных целей, ГДж/год.

2.5 При установке турбин типа Т

$$Q_{отп}^c = Q_{отоп}^c, \text{ ГДж/год.}$$

3 Выработка и отпуск электрической энергии с шин станции

3.1 Годовая выработка электрической энергии

$$W_{\text{э}}^{\text{г}} = N_{\text{у}} \cdot h_{\text{у}}, \text{ МВт} \cdot \text{ч.}$$

где $N_{\text{у}}$ - установленная расчётная мощность турбин одного типа, принимается по номинальному значению для турбин с двойным обозначением мощности, МВт;

$h_{\text{у}}$ - число часов использования установленной мощности, часов.

Применяется для каждого типа турбин в пределах 5500-6500 ч. (меньшее значение принимается для турбин типа Т).

3.2 Расход электрической энергии на собственные нужды

$$W_{\text{сн}} = \frac{K_{\text{сн}} \cdot \%}{100} W_{\text{э}}, \text{ МВт} \cdot \text{ч.}$$

где $K_{\text{сн}}$ - удельный расход электроэнергии на собственные нужды, % (для учебных расчётов укрупнённые значения удельного расхода электрической энергии на собственные нужды приведены в таблице 1 приложение б)

3.3 Годовой расход электрической энергии собственных нужд, отнесённый на отпуск теплоты

$$W_{\text{сн}}^{\text{г}} = \frac{\bar{W}_{\text{сн}}^{\text{м}}}{1000} \cdot Q_{\text{отп}}, \text{ МВт} \cdot \text{ч.}$$

где $\bar{W}_{\text{сн}}^{\text{м}}$ - удельный расход электрической энергии собственных нужд на отпуск единицы теплоты, кВт · ч/ГДж.

Ориентировочно $\bar{W}_{\text{сн}}^{\text{м}}$ можно принять при работе ТЭЦ:

- на твёрдом топливе, 6 ÷ 8 кВт · ч/ГДж;

- на газе и мазуте 5 ÷ 6 кВт · ч/ГДж.

При установке турбин типа Т-250-240

$\bar{W}_{\text{сн}}^{\text{м}} = 4 \div 6$ кВт · ч/ГДж – при работе на твёрдом топливе;

$\bar{W}_{\text{сн}}^{\text{м}} = 3 \div 4$ кВт · ч/ГДж – при работе на газе и мазуте;

$Q_{\text{отп}}$ - годовой отпуск теплоты с коллекторов ТЭЦ, ГДж/год.

3.4 Годовой расход электрической энергии собственных нужд, отнесённый на отпуск электрической энергии

$$W_{сн}^{\text{э}} = W_{сн} - W_{сн}^m, \text{ МВт} \cdot \text{ч.}$$

3.5 Удельный расход электроэнергии на собственные нужды, отнесённый на производство электрической энергии

$$K_{сн}^{\text{ээ}} = \frac{W_{сн}^{\text{э}}}{W_{\text{г}}} \cdot 100\%.$$

где $W_{сн}^{\text{э}}$ - расход электрической энергии на собственные нужды на производство электроэнергии, МВт · ч;

$W_{\text{г}}$ - годовая выработка электроэнергии, МВт · ч.

Полученную в расчёте величину $K_{сн}^{\text{ээ}}$ сравните с данными таблицы 2 приложение 6.

3.6 Годовой отпуск электрической энергии с шин станции

$$W_{\text{отп}} = W_{\text{г}} - W_{сн}, \text{ МВт} \cdot \text{ч.}$$

где $W_{\text{г}}$ - годовая выработка электрической энергии, МВт · ч;

$W_{сн}$ - расход электроэнергии на собственные нужды, МВт · ч.

4 Годовой расход условного топлива котлами при однотипном оборудовании

4.1 Годовой расход условного топлива котлами при однотипном оборудовании

Расход условного топлива может быть рассчитан по приближённой топливной характеристике, которая в общем случае для однотипного оборудования имеет вид:

$$B_y^c = (v_{xx} \cdot n_m \cdot T_p + \alpha \cdot D_n^2 + \beta \cdot Q_{отоп} + \beta_{нагр} \cdot W_e) \cdot K_{нопр}, \text{ т} \cdot \text{у.т./год.}$$

где n_m - число однотипных агрегатов, шт;

T_p - число часов работы турбоагрегата в году (календарное число часов в году за минусом плановых остановок на ремонт и прочих плановых остановок), ч.

Ориентировочно можно принять: $T_p = 7800 \div 8200$, ч;

v_{xx} - расход топлива на холостой ход основного оборудования, т у.т./ч;

D_n^2 - годовой отпуск пара из производственных отборов однотипных турбоагрегатов, т/год;

$Q_{отоп}^2$ - годовой отпуск теплоты из отопительных отборов однотипных турбоагрегатов, т/год;

W_e - годовая выработка электрической энергии однотипными турбоагрегатами, МВт · ч;

α - коэффициент топливной характеристики, постоянные для данного турбоагрегата, т у.т./т пара;

β - коэффициент топливной характеристики, постоянные для данного турбоагрегата, т у.т./ГДж;

$\beta_{нагр}$ - коэффициент топливной характеристики, постоянные для данного турбоагрегата, т у.т./МВт · ч;

$K_{нопр}$ - поправочный коэффициент на вид сжигаемого топлива:

Для твёрдого топлива $K_{нопр} = 1$;

Для мазута $K_{нопр} = 0,97$;

Для газа $K_{нопр} = 0,96$.

Топливные характеристики приведены в приложении 7.

4.2 Годовой расход условного топлива на отпуск теплоты без учёта расхода электроэнергии на собственные нужды

$$B_y^m = \left(\frac{Q_n^2}{29,3 \cdot \eta_k} + \frac{Q_{отоп}^2}{29,3 \cdot \eta_k \cdot \eta_{сн}} \right) \cdot K_{нопр.}, \text{ т у.т./год.}$$

где 29,3 – удельная теплота сгорания условного топлива, ГДж/т;

η_k - КПД котла, принимаемый для топлива:

газ, мазут 0,92 ÷ 0,93;

для каменного угля – 0,9 ÷ 0,91;

для бурого угля 0,83 ÷ 0,9;

для торфа, сланцев 0,87 ÷ 0,89;

$\eta_{сн}$ - КПД сетевых подогревателей принимают 0,98;

$K_{нопр.} = 1,03 \div 1,06$ – поправочный коэффициент на неустановившийся режим работы.

4.3 Годовой расход условного топлива на отпуск электроэнергии

$$B_y^э = B_y^2 - B_y^m, \text{ т у.т./год.}$$

4.4 Годовой расход условного топлива на отпуск теплоты с учётом электроэнергии собственных нужд, отнесённый на отпуск теплоты

$$B_y^{m'} = B_y^m + B_{отп}^э \cdot W_{сн}^m, \text{ т у.т./год.}$$

где $B_{отп}^э$ - удельный расход условного топлива на отпущенный киловатт · час, кг у. т./кВт·ч;

$$B_{отп}^э = \frac{B_y^э}{W_в - W_{сн}^э}, \text{ кг у. т./кВт·ч;}$$

4.5 Годовой расход условного топлива на отпуск электрической энергии с учётом электроэнергии собственных нужд

$$B_y^э = B_y^2 - B_y^{m'}, \text{ т у.т./год.}$$

5 Удельные расходы условного топлива и КПД станции при одноступенчатом оборудовании

5.1 Удельный расход условного топлива на отпуск электрической энергии

$$v_{\text{отп}}^{\text{э}} = \frac{B_y^{\text{э}'}}{W_{\text{отп}}}, \text{ кг у. т./кВт}\cdot\text{ч};$$

Величина $v_{\text{отп}}^{\text{э}}$, подсчитанная в пункте 4.4, должна быть одинаковой с $v_{\text{отп}}^{\text{э}}$, подсчитанной в пункте 5.1.

5.2 Удельный расход условного топлива на отпуск теплоты

$$v_{\text{отп}}^{\text{т}} = \frac{B_y^{\text{т}'}}{Q_{\text{отп}}}, \text{ кг у.т./ГДж}.$$

5.3 Коэффициент полезного действия станции по отпуску электрической энергии

$$\eta_{\text{отп}}^{\text{э}} = \frac{3,6 \cdot W_{\text{отп}}}{29,3 \cdot B_y^{\text{э}'}} \cdot 100\% = \frac{0,123}{\epsilon_{\text{отп}}^{\text{э}}} \cdot 100\% .$$

где 3,6-переводной эквивалент электрической энергии в теплоту, ГДж/МВт·ч.

5.4 Коэффициент полезного действия станции по отпуску теплоты

$$\eta_{\text{отп}}^{\text{т}} = \frac{Q_{\text{отп}}}{29,3 \cdot B_y^{\text{т}'}} \cdot 100\% = \frac{34,1}{\epsilon_{\text{отп}}^{\text{т}}} \cdot 100\% .$$

5.5 Коэффициент использования топлива

Коэффициент использования топлива составляет

$$\eta_{\text{топл}} = \frac{3,6 \cdot W_{\text{отп}} + Q_{\text{отп}}}{29,3 \cdot B_y^{\text{э}'}} 100\% .$$

6 Эксплуатационные расходы (издержки) ТЭЦ

Проектные расчёты себестоимости электрической энергии и теплоты на ТЭЦ в период нормальной эксплуатации производятся по следующим статьям:

- топливо на технологические цели;
- вода на технологические цели;
- основная заработная плата производственных рабочих;
- дополнительная заработная плата производственных рабочих;
- отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих;
- расходы по содержанию и эксплуатации оборудования;
- цеховые расходы;
- общестанционные расходы.

При определении этих статей затрат следует иметь ввиду, что на ТЭЦ они сначала определяются в целом по станции, а затем при расчёте себестоимости электрической и тепловой энергии распределяются между ними.

6.1 Топливо на технологические цели

По этой статье учитывается топливо, которое расходуется непосредственно на производство электрической энергии и теплоты. Топливо оценивается по цене франко-станция назначения, т.е. с учётом транспортных затрат.

$$I_T = C_T \cdot V_n^z \text{ руб/год}$$

где C_T – цена на топливо по ценам текущего года, руб.

Годовой расход натурального топлива на энергетические котлы

$$V_n^z = \frac{B_y^z \cdot 29330}{Q_n^p} \left(I + \frac{\alpha_{nom}}{100} \right), \text{ т н.т./год.}$$

Для топлива газ тыс · м³/год.

V_y^z - годовой расход условного топлива в целом по ТЭЦ, тонн у. т./год;

29330 – удельная теплота сгорания условного топлива, кДж/кг (29,3 ГДж/т);

Q_n^p - удельная теплота сгорания натурального топлива, кДж/кг:

Для угля $Q_n^p = 20934$;

для мазута $Q_n^p = 39850$;

для газа $Q_n^p = 34330$ кДж/м³;

α_{nom} - потери топлива в пути до станции назначения в пределах норм естественной убыли, %:

каменный уголь $\alpha_{nom} = 0,9-1,2\%$;

бурый уголь $\alpha_{nom} = 1\%$;

газ-мазут $\alpha_{nom} = 0,01\%$;

мазут $\alpha_{nom} = 0,3\%$;

газ $\alpha_{nom} = 0$.

6.2 Вода на технологические цели

В эту статью включаются затраты на воду, расходуемую на питание котлов, гидрозолаудаление, на систему циркуляционного водоснабжения, на пополнение систем теплофикации и отпуска горячей воды, на охлаждение генераторов.

Здесь же учитываются все затраты по химводоочистке, кроме амортизации (заработная плата с начислениями, стоимость химических реактивов и др.)

Кроме того, в этой статье затрат учитывается плата в бюджет за воду, потребляемую из водохозяйственных систем на технические цели, охлаждение пара в конденсаторах турбины.

$$I_e = 2 \div 4\% I_m$$

6.3 Основная заработная плата производственных рабочих

По данной статье планируется и учитывается основная заработная плата производственных рабочих, непосредственно участвующих в технологическом процессе производства энергии. К основной заработной плате относятся выплаты, связанные с отработанным временем (тарифные ставки и должностные оклады, премии рабочим из ФЗП, доплата за работу в праздничные дни и ночное время, районные коэффициенты к заработной плате и др.).

$$I_{озп} = \alpha_{np} \cdot \bar{c}_{экс} \cdot N_y \cdot ЗП_{ор} \cdot K_{рэн}, \text{ руб/год.}$$

где $\alpha_{np} = 0,65-0,75$ – доля производственных рабочих в общей численности эксплуатационного персонала;

$\bar{c}_{экс}$ - удельная численность эксплуатационного персонала;

$$c_{экс} = \bar{c}_{экс} \cdot N_y$$

Нормативы численности эксплуатационного персонала:
для ТЭЦ с турбоагрегатами до 120 тыс. кВт и котлами до 500 т/ч для различных видов топлива приведены в приложении 9;

для ТЭЦ с турбоагрегатами 120 тыс. кВт и выше с котлами 500 т/ч и выше удельная численность эксплуатационного персонала приведена в приложении 10;

N_y - установленная мощность станции, МВт;

$ЗП_{cp}$ - средняя заработная плата одного производственного рабочего в год, руб./чел.год;

$K_{pэн}$ - районный коэффициент оплаты труда (приложение 11).

6.4 Дополнительная заработная плата производственных рабочих

Дополнительная заработная плата – это выплаты, не связанные с рабочим временем (оплата очередных, дополнительных и ученических отпусков, оплата за время выполнения государственных обязанностей и др.).

Подсчитывается укрупнённо в размере 14% от основной заработной платы производственных рабочих:

$$I_{дзпр} = 0,14 \cdot I_{озп}, \text{ руб/год.}$$

6.5 Отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих

$$I_{сс} = 0,35 \cdot (I_{озп} + I_{дзп}), \text{ руб/год.}$$

Процент отчисленный в фонд социального страхования составляет 35%. Отчисления на социальное страхование расходуются на оплату больничных листов, путёвок в дома отдыха и санатории за счёт соцстраха, выплату пенсий по инвалидности и старости и др.

6.6 Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования

К этой статье относятся расходы по содержанию оборудования (стоимость смазочных, обтирочных материалов и др.), амортизации силовых и рабочих машин, передаточных устройств, инструмента и внутрицехового транспорта, текущему ремонту производственного оборудования и прочие расходы.

$$I_{экс} = \beta \cdot I_a^{об}, \text{ руб/год.}$$

где $\beta = 1,15 - 1,35$ - коэффициент, учитывающий затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования (меньшие значения принимаются для более крупных ТЭЦ);

$I_a^{об}$ - амортизационные отчисления по производственному оборудованию

$$I_a^{об} = \frac{H_a^{об}}{100} C_{об}, \text{ руб/год.}$$

где $H_a^{об} = 7-8\%$ - норма амортизационных отчислений по производственному оборудованию;

$C_{об}$ - стоимость оборудования составляет 60-70% от капиталовложений в строительство ТЭЦ, т.е.

$$C_{об} = (0,6-0,7) K, \text{ рублей.}$$

Где K - капиталовложения в строительство ТЭЦ, рублей

6.7 Расходы по подготовке и освоению производства (пусковые расходы)

По данной статье учитываются пусковые расходы, связанные с комплексным опробованием оборудования, наладочными работами и испытаниями после взятия нагрузки агрегатами на новых электростанциях, а также на действующих электростанциях при их расширении и реконструкции.

Эти расходы списываются на себестоимость электрической энергии и теплоты в течении первых двух лет эксплуатации станции.

В период нормальной эксплуатации пусковые расходы не учитываются.

6.8 Цеховые расходы

К этой статье относятся затраты по обслуживанию цехов, управлению ими: заработная плата аппарата управления цехом, амортизация и затраты по содержанию и текущему ремонту зданий и инвентаря общецехового назначения, расходы по охране труда.

$$I_{цех} = \beta \cdot I_{экс}, \text{ руб/год.}$$

Значение β зависит от многих факторов, основными из которых является установленная мощность:

N_y , МВт	25-50	50-100	>100
β	0,2-0,15	0,15-0,1	0,09-0,06

Большие значения β применяются для ТЭЦ, работающих на твёрдом топливе.

6.9 Общестанционные расходы

К этой статье относятся расходы по управлению энергопредприятием: административно – управленческие расходы (зарплата, командировочные и канцелярские расходы), общепроизводственные расходы (содержание, амортизация, текущий ремонт общестанционных средств, испытания, опыты, исследования, рационализация и охрана труда общестанционного характера), отчисления на целевые расходы (техническая пропаганда, отчисления на содержание вышестоящих организаций и т.д.).

$$I_{oc} = ЗП_{cp} \cdot Ч_{ayn} \cdot K_{pen} + \gamma(I_{экс} + I_{цех}), \text{ руб/год.}$$

где $ЗП_{cp}$ - средняя годовая заработная плата одного работника

административно – управленческого персонала;

$Ч_{ayn}$ - численность административно – управленческого персонала, чел;

$Ч_{ayn}$ - укрупнённо можно принять в размере 6-7% от численности

для ТЭЦ с турбоагрегатами 120 тыс.кВт и котлами до 500 т/ч численность промышленно – производственного персонала приведена в приложении 12;

для ТЭЦ с турбоагрегатами 120 тыс.кВт и выше и котлами 500 т/ч и выше удельная численность промышленно – производственного персонала приведена в приложении 13.

Численность промышленно – производственного персонала определяется

$$Ч_{nnp} = \bar{Ч}_{nnp} \cdot N_y, \text{ чел.}$$

следовательно, численность АУП определяется:

$$Ч_{ayn} = 6 - 7\% Ч_{nnp}, \text{ чел.}$$

6%- для газо-мазутного топлива;

7%- для твёрдого топлива.

Значения γ зависят от многих факторов, основными из которых является установленная мощность станции:

N_y , МВт	25-50	50-100	>100
γ	0,14	0,1	0,06

6.10 Общие издержки производства на ТЭЦ

В общие издержки производства на ТЭЦ включаются все рассчитанные затраты:

$$I = I_{\text{топл}} + I_{\text{в}} + I_{\text{озп}} + I_{\text{дзп}} + I_{\text{сс}} + I_{\text{экс}} + I_{\text{цех}} + I_{\text{ос}}, \text{ руб/год.}$$

7 Калькуляция себестоимости электрической энергии и теплоты

Общие издержки производства на ТЭЦ и издержки по отдельным статьям распределяются между электрической энергией и теплотой пропорционально расходу условного топлива на оба вида энергии.

7.1 Коэффициент распределения затрат на теплоту

$$K_p^m = \frac{B_y^{m'}}{B_y}$$

где $B_y^{m'}$ - годовой расход условного топлива на отпуск теплоты с учётом расхода электроэнергии на собственные нужды, т/год;
 B_y - годовой расход условного топлива станцией, т/год.

7.2 Коэффициент распределения затрат на электрическую энергию

$$K_p^э = I - K_p^m$$

7.3 Годовые издержки, отнесённые на отпуск теплоты

$$I^m = K_p^m \cdot I, \text{ руб/год.}$$

В том числе издержки на топливо, приходящиеся на отпуск теплоты

$$I_{топл}^m = K_p^m \cdot I_{топл} \text{ руб/год (42)}$$

где $I_{топл}$ - годовые издержки на топливо на технологические цели, руб/год.

Аналогично определяем годовые издержки по каждой статье затрат на отпуск теплоты. Результаты расчётов сводим в таблице 1.

Общие годовые издержки на отпуск теплоты должны быть равны сумме по отдельным её составляющим:

$$I^m = \sum I_l^m = I_{топл}^m + I_v^m + I_{озн}^m + I_{дзн}^m + I_{сс}^m + I_{экс}^m + I_{цех}^m + I_{ос}^m, \text{ руб.}$$

7.4 Годовые издержки, отнесённые на отпуск электрической энергии

$$I^э = I - I^m, \text{ руб/год.}$$

где I - общие издержки производства на ТЭЦ, руб/год;

$I^т$ - годовые издержки, отнесённые на отпуск теплоты, руб/год.

В том числе издержки на топливо, приходящиеся на отпуск электрической энергии

$$I_{топл}^э = I_{топл} - I_{топл}^m, \text{ руб/год.}$$

где $I_{топл}$ $I_{топл}^m$ - годовые издержки на топливо общие и на отпуск теплоты, руб/год.

Аналогично выполняются расчёты по другим статьям затрат, результаты расчётов сводятся в таблице 1.

Общие годовые издержки на отпуск электрической энергии должны быть равны сумме по отдельным её составляющим:

$$I^э = \sum I_i^э = I_{топл}^э + I_в^э + I_{озп}^э + I_{дзп}^э + I_{сс}^э + I_{экс}^э + I_{цех}^э + I_{ос}^э, \text{ руб/год.}$$

7.5 Себестоимость единицы теплоты

$$S_{отп}^m = \frac{I^m}{Q_{отп}^э}, \text{ руб/ГДж.}$$

где I^m - годовые издержки, отнесённые на отпуск теплоты, руб/год;

$Q_{отп}^э$ - годовой отпуск теплоты с коллекторов ТЭЦ, ГДж/год.

Топливная составляющая по отпуску теплоты

$$S_{топл}^m = \frac{I_{топл}^m}{Q_{отп}^э}, \text{ руб/ГДж.}$$

где $I_{топл}^m$ - издержки на топливо, приходящиеся на отпуск теплоты, руб;

$Q_{отп}^э$ - годовой отпуск теплоты с коллекторов ТЭЦ, ГДж/год.

Аналогично рассчитываются составляющие себестоимости по отпуску теплоты по всем статьям затрат. Результаты расчётов сводятся в таблицу 1.

Сумма всех составляющих себестоимости по отпуску теплоты равна величине, полученной по формуле:

$$S_{отп}^m = \sum S_i^m = S_{топл}^m + S_в^m + S_{озп}^m + S_{дзп}^m + S_{сс}^m + S_{экс}^m + S_{цех}^m + S_{ос}^m, \text{ руб/ГДж.}$$

7.6 Себестоимость отпущенной электрической энергии

$$S_{отп}^э = \frac{I^э}{W_{отп}}, \text{ коп/кВт·ч.}$$

где $I^{\text{э}}$ - годовые издержки, отнесённые на отпуск электрической энергии, руб/год;

$W_{\text{отп}}$ - годовой отпуск электрической энергии с шин электростанции, МВт·ч/год.

Топливная составляющая себестоимости по выпуску электрической энергии.

$$S_{\text{топл}}^{\text{э}} = \frac{I_{\text{топл}}^{\text{э}}}{W_{\text{отп}}}, \text{ коп/кВт·ч.}$$

где $I_{\text{топл}}^{\text{э}}$ - издержки на топливо, приходящиеся на отпуск электрической энергии, руб/год;

Рассчитываются составляющие по выпуску электрической энергии по всем статьям затрат. Результаты расчётов сводятся в таблицу 1.

Сумма всех составляющих по выпуску электрической энергии равна величине, полученная в пункте 7.6.

$$S_{\text{отп}}^{\text{э}} = \sum S_i^{\text{э}} = S_{\text{топл}}^{\text{э}} + S_{\text{в}}^{\text{э}} + S_{\text{озп}}^{\text{э}} + S_{\text{дзп}}^{\text{э}} + S_{\text{сс}}^{\text{э}} + S_{\text{экс}}^{\text{э}} + S_{\text{цех}}^{\text{э}} + S_{\text{ос}}^{\text{э}}, \text{ коп/кВт·ч.}$$

7.7 Структура себестоимости

Структура себестоимости позволяет проанализировать, какой удельный вес в годовых затратах в целом по станции имеет каждая статья себестоимости.

Например, затраты на топливо в суммарных затратах по ТЭЦ составляют:

$$I_{\text{топл}}^{\%} = \frac{I_{\text{топл}}}{I} \cdot 100\% .$$

где $I_{\text{топл}}$ - издержки на топливо в целом по станции, руб/год;

I – общие издержки производства на ТЭЦ, руб/год.

Аналогично рассчитываются другие составляющие структуры затрат.

Результаты расчётов сводятся в таблицу 1

Сумма составляющих структуры затрат должна составить 100%

$$I_{\text{топл}} + I_{\text{в}} + I_{\text{озп}} + I_{\text{дзп}} + I_{\text{сс}} + I_{\text{экс}} + I_{\text{цех}} + I_{\text{ос}} = 100\% .$$

Таблица 1– Калькуляция себестоимости электрической энергии и теплоты

Наименование статей затрат	Годовые издержки производства		В том числе			
	И, руб/год	Структура, %	На теплоту		На электрическую энергию	
			И ^т , руб/год	S ^т _{отп} , руб/ГДж	И ^э , руб/год	S ^э _{отп} , коп/кВт·ч
1. Топливо на технологические цели						
2. Вода на технологические цели						
3. Основная заработная плата производственных рабочих						
4. Дополнительная заработная плата производственных рабочих						
5. Отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих						
6. Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования						
7. Пусковые расходы						
8. Цеховые расходы						
9. Общестанционные расходы						
Всего						

8 Сводная таблица технико-экономических показателей ТЭЦ

Сводная таблица технико-экономических показателей в дипломном проекте и курсовой работе выполняется на листе ватмана формата А2 размером 420x594 в виде таблицы, аналогичной таблице 2. Сводная таблица технико-экономических показателей составляется на основании данных, полученных при расчёте технико-экономических показателей и плановой себестоимости энергии.

Таблица 2 – Техничко-экономические показатели станции

Наименование величин	Условное обозначение	Единица измерения	Величина
1. Установленная мощность станции	N_y	МВт	
2. Число часов использования установленной мощности	h_y	Ч	
3. Годовая выработка электроэнергии	$W_{выр}^z$	МВт·ч.	
4. Коэффициент расхода электроэнергии на собственные нужды	$K_{сн}$	%	
5. Годовой отпуск электроэнергии шин станции	$W_{отп}^z$	МВт·ч.	
6. Годовой отпуск теплоты с коллекторов ТЭЦ	$Q_{отп}^T$	ГДж/год	
7. Удельный расход условного топлива: на отпуск электрической энергии	$B_{отп}^э$	г у.т./кВт·ч	
на отпуск теплоты	$B_{отп}^T$	кг у.т./ГДж	
8. КПД станции по отпуску электроэнергии потребителям	$\eta_{ЭЭ}$	%	
9. КПД станции по отпуску теплоты	$\eta_{ТЭ}$	%	
10. Себестоимость отпущенной электроэнергии	$S_{отп}^э$	коп/кВт·ч	
11. Себестоимость отпущенной теплоты	$S_{отп}^m$	руб/ГДж	
12. Капитальные вложения в строительство станции	$K_{ст}$	руб	
13. Удельные капитальные вложения	$K_{уд}$	руб/кВт	

9 Пример расчета технико-экономических показателей ТЭЦ при установке паровых турбин разного типа

Исходные данные:

1. Тип и количество установленных турбин
2хТ-120-130;
2хПТ-80-130.
2. Установленная мощность электрической станции
 $N_y = 2 \times 120 + 2 \times 80 = 400$ МВт;
3. Район Республика Беларусь
4. Топливо – газ-мазут. Основное топливо газ.
5. Станция блочного типа (котёл-турбина).

17 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

17.1 Капиталовложения в строительство ТЭЦ

$$K_{CT} = [K_{БЛ}^I + \sum K_{БЛ}^{II}] \cdot K_{P,C} \cdot K_{II}, \text{ руб}$$

где $K_{БЛ}^I, K_{БЛ}^{II}$, - капитальные вложения в головной и последующий блоки (приложение 3 таблица 3); [7]; $K_{P,C}$ – 1-поправочный коэффициент на территориальный район строительства (приложение 1), [7];

K_{II} – коэффициент инфляции

$$K_{CT} = [26,5 + 55] \cdot 10^6 \cdot 1,9,9 = 811,8 \cdot 10^6 \text{ руб}$$

Удельные капитальные вложения

$$K_{уд} = \frac{K_{CT}, \text{ руб}}{N_y, \text{ кВт}}$$

N_y – установленная максимальная мощность станции, кВт (МВт);

$$N_y = 2 \cdot 120 + 2 \cdot 80 = 400 \text{ МВт}$$

$$K_{уд} = \frac{811,8 \cdot 10^6}{400 \cdot 10^3} = 2029,5 \text{ руб/кВт}$$

17.2 Полезный отпуск теплоты с коллекторов станции

Годовой отпуск пара из производственных отборов турбины

$$D_{II}^r = D_{II}^a \cdot n_T \cdot h_{отб}^n \text{ т/год (3)}$$

где D_{II}^a – часовой расход пара в производственный отбор одной турбины, т/ч (приложение 2 таблица 2); [7]

$h_{отб}^n$ – число часов использования максимальной нагрузки, потребляемой из производственных отборов турбин, ч.

$$D_{II}^r = 185 \cdot 2 \cdot 4500 = 1665 \cdot 10^3 \text{ т/год}$$

Годовой отпуск теплоты с коллекторов ТЭЦ для производственных целей

$$Q_{II}^r = D_{II}^r \cdot \Delta t = 2,6 D_{II}^r \text{ ГДж/год}$$

где $\Delta i = 2,6$ – разность энтальпии пара в производственном отборе и энтальпии возвращаемого конденсата, ГДж/т;

$$Q_n^r = 2,6 \cdot 1665 \cdot 10^3 = 4329 \cdot 10^3 \text{ ГДж/год}$$

Годовой отпуск теплоты из отопительных отборов турбин

$$Q_{отон} = \sum Q_{отон}^ч \cdot h_{отб}^{отон}, \text{ ГДж/год}$$

$h_{отб}^{отон}$ – число часов использования максимума отопительного отбора

$$Q_{отон} = (742 \cdot 2 + 2 \cdot 268) \cdot 5500 = 11110 \cdot 10^3 \text{ ГДж/год}$$

Годовой отпуск теплоты с коллекторов ТЭЦ

$$Q_{отн} = Q_{отон} + Q_n, \text{ ГДж/год}$$

$$Q_{отн} = 11110 \cdot 10^3 + 4329 \cdot 10^3 = 15439 \cdot 10^3 \text{ ГДж/год}$$

17.3 Выработка и отпуск электроэнергии с шин станции

Годовая выработка электрической энергии каждым типом паротурбинной установки

$$\text{для Т-110 } W_{e1} = 2 \cdot 120 \cdot 6110 = 1466,4 \cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч};$$

$$\text{для ПТ-80 } W_{e2} = 2 \cdot 80 \cdot 6000 = 960 \cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч};$$

Годовая выработка электроэнергии в целом по станции

$$W_e = \sum W_{e1}, \text{ МВт}\cdot\text{ч}$$

$$W_e = 1466,4 \cdot 10^3 + 960 \cdot 10^3 = 2426,4 \cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$$

Число часов использования установленной мощности в целом по ТЭЦ

$$h_y = \frac{W_e}{N_y}, \text{ ч}$$

$$h_y = \frac{W_e}{N_y} = \frac{2426,4 \cdot 10^3}{400} = 6066 \text{ ч}$$

Годовой расход электрической энергии на собственные нужды

$$W_{сн} = \frac{\sum K_{сн1} \cdot W_{e1}}{100}, \text{ МВт}\cdot\text{ч}$$

$$W_{сн} = \frac{8}{100} \cdot 1466,4 + \frac{9}{100} \cdot 960 \cdot 10^3 = 203,7 \cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$$

Среднегодовой удельный расход электроэнергии на собственные нужды в целом по ТЭЦ

$$K_{сн} = \frac{W_{сн}}{W_e}, \%$$

$$K_{сн} = \frac{203,7 \cdot 10^3}{2426,4 \cdot 10^3} \cdot 100 = 8,4\%$$

Годовой расход электрической энергии собственных нужд, отнесённой на отпуск теплоты

$$W_{сн}^m = \bar{W}_{сн}^m \cdot Q_{отп}, \text{ МВтч}$$

где $\bar{W}_{сн}^m = 6,0 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{ГДж}$ – удельный расход электрической энергии собственных нужд на отпуск единицы теплоты

$$W_{сн}^m = \frac{6}{1000} \cdot 15439 \cdot 10^3 = 92,63 \cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$$

Годовой расход электрической энергии собственных нужд, отнесённый на отпуск электрической энергии

$$W_{сн}^э = W_{сн} - W_{сн}^m, \text{ МВтч}$$

$$W_{сн}^э = 203,7 \cdot 10^3 - 92,6 \cdot 10^3 = 111 \cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$$

Отпуск электрической энергии с шин электростанции

$$W_{отп} = W_{г} - W_{сн}, \text{ МВтч}$$

$$W_{отп} = 2426,4 \cdot 10^3 - 203,7 \cdot 10^3 = 2222,7 \cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч},$$

в том числе по типам турбин:

$$\text{Т-120} - W_{отп} = 2 \cdot 120 \cdot 6110 \cdot \left(1 - \frac{8}{100}\right) = 1349 \cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$$

$$\text{ПТ-80} - W_{отп} = 2 \cdot 80 \cdot 6000 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 873,6 \cdot 10^3 \text{ МВт}\cdot\text{ч}$$

17.4 Удельные расходы условного топлива и КПД станции

Удельный расход условного топлива на отпуск электрической энергии по каждому типу турбин

$$\text{Т-120} \quad \epsilon_{отп}^э = 210 \text{ гут}/\text{кВт}\cdot\text{ч}$$

(при $h_y = 6110 \text{ ч}$, $h_{омб}^{омон} = 5500 \text{ ч}$); (приложение 5, таблица 2) [7]

$$\text{ПТ-80} \quad \epsilon_{отп}^э = 240 \text{ г у.т.}/\text{кВт}\cdot\text{ч}$$

(при $h_y = 6000 \text{ ч}$, $h_{омб}^{омон} = 5500 \text{ ч}$) (приложение 5, таблица 3), [7]

Удельный расход условного топлива в целом по ТЭЦ

$$\epsilon_{отп}^э = \frac{\sum \epsilon_{отп}^э \cdot K \cdot W_{отп}}{W_{отп}}, \text{ гут}/\text{кВт}\cdot\text{ч}$$

$$\epsilon_{отп}^э = \frac{(210 \cdot 1349 \cdot 10^3 + 240 \cdot 873,6 \cdot 10^3)}{2222,7 \cdot 10^3} = 222 \text{ гут}/\text{кВт}\cdot\text{ч}$$

КПД по отпуску электрической энергии

$$h_{отп}^э = \frac{123}{\epsilon_{отп}^э} \cdot 100, \%$$

$$h_{omn}^{\vartheta} = \frac{123}{222} \cdot 100\% = 55,46\%$$

Годовой расход условного топлива на отпуск электрической энергии

$$B_y^{\vartheta} = \epsilon_{omn}^{\vartheta} \cdot W_{omn}, \text{ тунт/год}$$

$$B_y^{\vartheta} = 0,222 \cdot 2222,7 \cdot 10^3 = 492,97 \cdot 10^3 \text{ тунт/год}$$

Годовой расход условного топлива на отпуск теплоты

$$B_y^m = \epsilon_{omn}^m \cdot Q_{omn}, \text{ тунт/год}$$

где $\epsilon_{omn}^m = 39,8$ кг у.т./ГДж – проектный удельный расход условного топлива по отпуску теплоты;

$$B_y^m = \frac{39,8}{1000} \cdot 15439 \cdot 10^3 = 614,47 \cdot 10^3 \text{ тунт/год}$$

Годовой расход условного топлива в целом по ТЭЦ

$$B_y^{\Gamma} = B_y^{\vartheta} + B_y^m, \text{ тунт/год}$$

$$B_y^{\Gamma} = 492,97 \cdot 10^3 + 614,47 \cdot 10^3 = 1107,44 \cdot 10^3 \text{ тунт./год}$$

17.5 Эксплуатационные расходы ТЭЦ

Топливо на технологические цели

$$B_H^{\Gamma} = \frac{B_y^{\Gamma} \cdot 29330}{Q_H^P} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{пп}}{100}\right), \text{ т н.т.}$$

где B_H^{ϑ} – годовой расход натурального топлива на энергетические котлы т н.т./год

29330 – удельная теплота сгорания условного топлива, кДж/кг

Q_H^P – удельная теплота сгорания натурального топлива, кДж/кг

$\alpha_{ном}$ – потери топлива в пути до станции назначения в пределах норм естественной убыли, %, газ-мазут $\alpha_{ном} = 0,01\%$,

$$B_H^{\Gamma} = \frac{1107,44 \cdot 10^3 \cdot 29330}{34330} \cdot \left(1 + \frac{0,01}{100}\right) = 946,24 \cdot 10^3 \text{ тыс. м}^3 / \text{год}$$

$$I_T = C_T \cdot B_H^{\Gamma}; \text{ руб/год}$$

где C_T – цена топлива

$$C_T = 352,34 \cdot 946,24 \cdot 10^3 = 333400 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Вода на технологические цели

$$I_B = 3\% \cdot I_T = \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

$$I_B = 0,03 \cdot 333400 \cdot 10^3 = 10002 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Основная заработная плата производственных рабочих

$$I_{OЗП} = \alpha_{np} \cdot z_{ЭКC} \cdot ЗП_{РАБ}^{CP} \cdot K_{PЗП}, \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

где $\alpha_{np} = 0,65-0,75$ —доля производственных рабочих в общей численности эксплуатационного персонала;

$z_{ЭКC}$ - численность эксплуатационного персонала, чел.

$ЗП_{cp}$ - средняя заработная плата одного производственного рабочего в год;

$K_{PЗП}$ - районный коэффициент оплаты труда (приложение 11) [7]

$$I_{OЗП} = 0,7 \cdot 244 \cdot 15280,45 \cdot 1 = 2609,9 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих

$$I_{ДЗП} = 0,14 \cdot U_{OЗП}, \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

$$I_{ДЗП} = 0,14 \cdot 2609,9 \cdot 10^3 = 365,4 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих

$$I_{COЦ} = 0,35 \cdot (I_{OЗП} + I_{ДЗП}), \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

$$I_{COЦ} = 0,35 \cdot (2610 \cdot 10^3 + 365,4 \cdot 10^3) = 1041,35 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования

$$I_{ЭКC} = \beta \cdot I_{AM}^{OB}, \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

где $\beta = 1,15-1,35$ - коэффициент, учитывающий затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования

I_a^{OB} - амортизационные отчисления по производственному оборудованию

$$I_{AM}^{OB} = C_{OB} \cdot \frac{Ha}{100}, \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

где $N_a^{об} = 7-8\%$ - норма амортизационных отчислений по производственному оборудованию; (с 17) [7]

$C_{об}$ - стоимость оборудования составляет 60-70% от капиталовложений в строительство ТЭЦ (с 17) [7]

$$C_{об} = 0,65 \cdot 811800 \cdot 10^3 = 527670 \cdot 10^3 \text{ руб}$$

$$I_{AM}^{об} = 527670 \cdot 10^3 \cdot \frac{7,5}{100} = 39575,25 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

$$I_{ЭКС} = 1,23 \cdot 39575,25 \cdot 10^3 = 48677,6 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Цеховые расходы

$$I_{ЦЕХ} = \delta \cdot U_{ЭКС} \cdot \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Значение δ зависит от многих факторов, основными из которых является установленная мощность, (с 17), [1]

$$I_{ЦЕХ} = 0,06 \cdot 48677,6 \cdot 10^3 = 2920,6 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Общестанционные расходы

$$I_{ОС} = 3П_{АВП}^{ср} \cdot Ч_{АВП} \cdot K_{р,3П} + \gamma(I_{ЭКС} + I_{ЦЕХ}) \cdot \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

где $3П_{ср}$ - средняя годовая заработная плата одного работника административно–управленческого персонала;

$Ч_{авп}$ - численность административно–управленческого персонала, чел

$$z_{АВП} = 6\% \cdot z_{ППП}$$

$$z_{АВП} = 0,06 \cdot 448 = 27 \text{ чел}$$

$$I_{ОС} = 17240,53 \cdot 27 \cdot 1 + 0,06(48677,6 + 2920,6) \cdot 10^3 = 3559,3 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Общие издержки производства на ТЭЦ

$$I_{ТЭЦ} = I_T + I_B + I_{ОЗП} + I_{ДЗП} + I_{СОЦ} + I_{ЭКС} + I_{ЦЕХ} + I_{ОС} \cdot \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

$$I_{ТЭЦ} = (333400 + 10002 + 2610 + 365,4 + 1041 + 48677,6 + 2920,6 + 3559,3) \cdot 10^3 =$$

$$= 402576 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

17.6 Калькулирование себестоимости электрической энергии и теплоты

Коэффициент распределения затрат на теплоту

$$K_p^T = \frac{B_y^T}{B_y^Г}$$

$$K_p^T = \frac{614,47 \cdot 10^3}{1107,4 \cdot 10^3} = 0,55$$

Годовые издержки, отнесённые на отпуск теплоты

$$I^T = K_p^T \cdot I, \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

$$I^T = 0,55 \cdot 402576 \cdot 10^3 = 223372 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

В том числе издержки на топливо, приходящиеся на отпуск теплоты

$$I_T^T = 0,55 \cdot 333400 \cdot 10^3 = 184989 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Годовые издержки, отнесённые на отпуск электроэнергии

$$I^Э = I - I^T, \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

$$I^Э = (402576 - 223372) \cdot 10^3 = 179204 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

В том числе издержки на топливо, приходящееся на отпуск электроэнергии

$$I^Э_T = (333400 - 184989) \cdot 10^3 = 148411 \cdot 10^3 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Себестоимость единицы теплоты

$$S_{отп}^T = \frac{I^T}{Q^Г_{отп}}, \text{руб}/\text{ГДж}$$

$$S_{отп}^T = \frac{223372 \cdot 10^3}{15439 \cdot 10^3} = 14,47 \text{ руб}/\text{ГДж}$$

Топливная составляющая по отпуску теплоты

$$S_{топл}^T = \frac{I_{топл}^T}{Q^Г_{отп}}, \text{руб}/\text{ГДж}$$

$$S_{топл}^T = \frac{184989 \cdot 10^3}{15439 \cdot 10^3} = 11,98 \text{ руб}/\text{ГДж}$$

Аналогично рассчитываются составляющие себестоимости по отпуску теплоты по всем статьям затрат. Результаты расчётов сводятся в таблицу 1.

Себестоимость отпущенной электрической энергии

$$S_{\text{отп}}^{\text{э}} = \frac{I^{\text{э}}}{W_{\text{отп}}}, \text{ коп/кВтч}$$

$$S_{\text{отп}}^{\text{э}} = \frac{179204 \cdot 10^3 \cdot 100}{2223 \cdot 10^3 \cdot 10^3} = 8,06 \text{ коп/кВтч}$$

Топливная составляющая себестоимости по отпуску электроэнергии

$$S_T^{\text{э}} = \frac{I_T^{\text{э}}}{W_{\text{отп}}}, \text{ коп/кВтч}$$

$$S_T^{\text{э}} = \frac{148411 \cdot 10^3 \cdot 100}{2223 \cdot 10^3 \cdot 10^3} = 6,68 \text{ коп/кВтч}$$

Аналогично рассчитываются составляющие по отпуску электрической энергии по всем статьям затрат, результаты расчётов сводятся в таблицу 1.

Структура себестоимости

$$U_T = \frac{I_T}{I} \cdot 100\%$$

$$U_T = \frac{333400 \cdot 10^3}{402576 \cdot 10^3} \cdot 100\% = 82,82\%$$

Аналогично рассчитываются другие составляющие структуры затрат. Результаты расчётов сводятся в таблицу 1.

Таблица 17.1 – Калькуляция себестоимости электроэнергии и теплоты

Наименование статей затрат	Годовые издержки производства	В том числе
----------------------------	-------------------------------	-------------

	И, руб/год ·10 ³	Струк тура %	На теплоту		На электрическую энергию	
			И ^т , руб/год ·10 ³	S ^т _{отп} , руб/ ГДж	И ^э , руб/год ·10 ³	S ^э _{отп} , коп/ кВт·ч
Топливо на технологические цели	333400	82,82	184989	11,98	148411	6,68
Вода на технологические цели	10002	2,48	5550	0,36	4452	0,2
Основная заработная плата производственных рабочих	2610	0,65	1448	0,09	1162	0,05
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	365,4	0,09	203	0,01	163	0,007
Отчисления на социальное страхование с заработной платы производственных рабочих	1041	0,26	577	0,04	464	0,021
Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования	48678	12,09	27009	1,75	21669	0,975
Цеховые расходы	2921	0,73	1621	0,1	1300	0,06
Общестанционные расходы	3559	0,88	1975	0,13	1584	0,07
Всего	402576	100	223372	14,47	179204	8,06

Таблица 2 – Технико-экономические показатели ТЭЦ-400 МВт

Наименование показаний	Условное обозначение	Единицы измерения	Величина
------------------------	----------------------	-------------------	----------

Установленная мощность станции	N_y	МВт	400
Число часов использования установленной мощности	h_y	ч	6066
Годовая выработка электроэнергии	$W_{\text{выр}}^{\text{год}}$	МВт·ч	$2426,4 \cdot 10^3$
Коэффициент расхода электроэнергии на собственные нужды	$K_{\text{сн}}$	%	8,4
Годовой отпуск электроэнергии с шин станции	$W_{\text{отп}}^{\text{год}}$	МВт·ч	$2223 \cdot 10^3$
Годовой отпуск теплоты с коллекторов ТЭЦ	$Q_{\text{отп}}$	ГДж/год	$15439 \cdot 10^3$
Удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии	$B_{\text{отп}}^{\text{э}}$	г у.т./кВт·ч	222
Удельный расход условного топлива на отпуск теплоты	$B_{\text{отп}}^{\text{т}}$	кг у.т./ГДж	39,8
КПД станции по отпуску электроэнергии потребителям	$\eta_{\text{отп}}^{\text{э}}$	%	55,46
КПД станции по отпуску теплоты	$\eta_{\text{отп}}^{\text{т}}$	%	85,6
Себестоимость отпущенной электроэнергии	$S_{\text{отп}}^{\text{э}}$	коп/кВт·ч	8,1
Себестоимость отпущенной теплоты	$S_{\text{отп}}^{\text{т}}$	руб/ГДж	14,47
Капитальные вложения в строительство станции	$K_{\text{ст}}$	руб	$811,8 \cdot 10^6$
Удельные капитальные вложения	$K_{\text{уд}}$	руб/кВт	2030

Приложение 1

Таблица 1 – Поправочные коэффициенты к стоимости промышленного строительства электростанции для различных территориальных районов

Наименование экономических районов, республик и областей	Значение коэффициента
1	2
Волгоградская и Астраханская области	0,99
Республика Беларусь, Северо - Западный экономический район, Молдова	1,00
Западно – Сибирский экономический район.	1,10
Иркутская область (южнее 60-й параллели), Красноярский край (южнее 60-й параллели), Приморский край.	1,13
Читинская область, Амурская область.	1,19
Тюменская область (южнее 60-й параллели), Хабаровский край (южнее 55-й параллели).	1,37
Европейская часть, расположенная севернее полярного круга, Тюменская и Иркутская область, Красноярский край севернее 60-й параллели, Магаданская, Камчатская и Сахалинская область, районы вечной мерзлоты, районы со сложными климатическими и гидрологическими условиями, особо отдалённые и трудные районы страны.	1,5

Приложение 2

Таблица 1 – Справочные данные по паровым котлам и турбинам

Наименование	Обозначение	Ед. изм.	Турбины паровые теплофикационные с отопительным отбором и конденсатором					
			Т-25/30-90	Т-50/60-130	Т-110/120-130	Т-175/210-130	Т-180/210-130 (с пром. Перегревом)	Т-250/300-240 (с пром. Перегревом)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Электрическая мощность:								
номинальная	N_T^H	МВт	25	50 55	100 105 110	175	180	250 250
максимальная	N_T^M	МВт	30	60 60	120 120 120	210	210	300 300
2 Расход свежего пара на турбину:								
номинальный	D_T^H	т/ч	129	245,2 256	441 460 480	745	656	950
максимальный	D_T^M	т/ч	159,8	260 265	460 465,1 485	760	670	930 980
3 Расход пара в отопительные отборы								
номинальный	$D_{от}^ч$	т/ч	100	174 180	305 320 332	532	490	630 630
4 Отпуск теплоты в отопительные отборы (номинальный)								
	$Q_{от}^ч$	ГДж/ч	225	384,5 398	705 742 747	1132,3	1006	1382,7 1382,1
5 Тип котла, устанавливаемого с турбиной			Е-160-100	Е-210-140 Е-320-140	Е420-140 Е480-140 Е500-140	Е800-140 Е-420-140	Е-670-140	Пп-950-255 Пп-1000-255
6 Номинальная паропроизводительность котла								
	D_k^H	т/ч	160	210 320	420 480 500	800 420	670	950 1000
7 Количество котлов на одну турбину								
	n_k	шт	1	1	1 1	1 2	1	1 1
8 Вид сжигаемого топлива			Все виды топлива	кроме газа, мазута	Все виды топлива	Уголь, газ, мазут	Каменный уголь, мазут	Кроме торфа, сланцев

Приложение 2

Таблица 2 – Паровые турбины теплофикационные с конденсатором, имеющие производственные и отопительные отборы пара

Наименование	Обознач	Ед.изм	ПТ-25/30-90/10	ПТ-50/60-90/13	ПТ-50/60-130/7	ПТ-60/75-130/13	ПТ-80/100-130/13	ПТ-135/165
1 Электрическая мощность:								
номинальная	N_T^H	МВт	25	50	50	60	80	135
максимальная	N_T^M	МВт	30	60	60	75	100	165
2 Расход свежего пара на турбину:								
номинальный	D_T^H	т/ч	160	337,5 390,6	274	351	470	739
максимальный	D_T^M	т/ч	190	385	300	392	470	760
3 Номинальный расход пара в отбор:								
производственный	$D_{по}^ч$	т/ч	70	140 165	118	140	185	320
отопительный	$D_{от}^ч$	т/ч	53	100 115	76	100	120	210
4 Номинальный расход теплоты в отбор:								
производственный	$Q_{по}^ч$	ГДж/ч	182	364 220	306,8	364	481	832
отопительный	$Q_{от}^ч$	ГДж/ч	117	253	167	220	268	461
5 Тип котла устанавливаемого с турбиной			E220-100	E220-100	E320-140	E320-140 E420-140	E500-140	E420-140 E800-140
6 Номинальная паропроизводительность котла	D_K^H	т/ч	220	220	320	320 420	500	420 800
7 Количество котлов на 1 турбину	N	шт.	1	2	1	1	1	2 1

8 Вид сжигаемого топлива			Все виды топлива	Все виды топлива	Все виды топлива	Все виды топлива	Уголь, газ, мазут	Уголь, газ, мазут
--------------------------	--	--	------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------	-------------------

Приложение 2

Таблица 3 – Турбины паровые с противодавлением

Наименование	Обозначение	Ед. изм	P-25-90/18	P-50-130/13	P-100-130/15
1 Электрическая мощность:					
номинальная	N_T^H	МВт	25	50	100
максимальная	N_T^M	МВт	30	60	107
2 Расход свежего пара на турбину:					
номинальный	D_m^H	т/ч	255	370	760
максимальный	D_m^M	т/ч	284	480	
3 Расход пара на производственные цели из противодействия	D_{II}	Т/ч		332	650
4 Отпуск теплоты на производственные цели из противодействия	Q_{II}	ГДж/ч	817	983,4	1950
5 Тип котла, устанавливаемого с турбиной			E160-100 E220-100	E420-140 E500-140	E420-140 E800-140
6 Номинальная паропроизводительность котла	D_K^H	т/ч	160 220	420 500	420 800
7 Количество котлов на одну турбину	n			1	2 1
8 Вид сжигаемого топлива			Все виды топлива	Уголь, газ, мазут	

Приложение 3

Таблица 1 – Капитальные затраты, отнесённые на одну паровую турбину

Тип паровой турбины	Головной (первый) агрегат K_m^z , руб · 10 ³	Последующий агрегат K_m^n , руб · 10 ³
ПТ-25/30-90	7620	4370
ПТ-50/60-90	12950	8050
ПТ-50-130/7; ПТ-60-130/13	14460	8670
ПТ-80/100-130	14000	7000
ПТ-135/165-130	23470	11640
Т-25-90	4420	2630
Т-50-90	8340	4870
Т-50/60-130	8440	4990
Т-100/120-130	16500	8250
Т-175/210-130	27700	16850
Р-12-90	-	720
Р-25-90	-	1520
Р-50-130	-	2340
Р-100-130	-	4600

Таблица 2 – Капитальные затраты на одну котельную установку в зависимости от вида сжигаемого топлива и на пиковый водогрейный котёл

Паропроизводительность котла, т/ч	Капиталовложения на головной котёл, руб · 10 ³	Капиталовложения на последующий котёл, руб · 10 ³
При работе на жидком и газообразном топливе:		
220	7100	4250
320	8170	5430
420	9400	6000
480	11220	8840
500	12860	8000
При работе на твёрдом топливе:		
220	8600	5100
320	9800	6500
420	13300	8000
480	13500	10600
На один пиковый водогрейный котёл (ПВК), при тепловой нагрузке, Гкал/ч (ГДж/ч)		
50 (299,5)	500	500
100 (419)		

180 (754)	1000	1000
270 (1131)	2000	2000
	3000	3000

Таблица 3 – Капитальные затраты на один блок в зависимости от вида сжигаемого топлива

Тип паровой турбины и паропроизводительности котла	Головной блок $K_{бл}^z$, руб · 10 ³	Последующий блок $K_{бл}^n$, руб · 10 ³
При работе на жидком и газообразном топливе		
ПТ-80/100-130 ÷ 500 т/ч	28000	19500
ПТ-135/165-130 ÷ 800 т/ч	34700	24200
Т-100/120-130 ÷ 500 т/ч	26500	16500
Т-180/215-130 ÷ 670 т/ч	38100	25200
Т-250/300-240 ÷ 1000 т/ч	61220	48800
Р-50-130 ÷ 500 т/ч	-	11500
Р-100-130 ÷ 800 т/ч	-	15700
При работе на твёрдом топливе		
ПТ-80/100-130 ÷ 500 т/ч	32700	21800
ПТ-135/165-130 ÷ 800 т/ч	40600	26800
Т-100/120-130 ÷ 500 т/ч	31200	18800
Т-175/210-130 ÷ 800 т/ч	43400	26900
Т-250/300-240 ÷ 1000 т/ч	67200	52650
Р-50-130 ÷ 500 т/ч	-	12760
Р-100-130 ÷ 800 т/ч	-	17270

Таблица 1 – Зависимость числа часов использования максимума отопительного отбора от районных климатических условий

Район	Число часов использования максимума отопительного отбора $h_{отб}^{отоп}$, ч
Средняя Азия	4000
Южный Казахстан	4500
Юг Европейской части	5000
Центр Европейской части, Республика Беларусь	5500
Западная Сибирь, Дальний Восток	6000
Восточная Сибирь, Север Европейской части, Якутия, Магадан	6500

Приложение 5

Таблица 1 – Проектный удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию для турбин типа Р, $\epsilon_{отп}^{\circ}$ г/кВт·ч.

Тип турбины	Коэффициент среднегодовой загрузки				
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Р-50-130/13	160	162	164	167	171
Р-100-130/15	157	159	161	163	167

Таблица 2 – Проектное значение удельного расхода условного топлива на отпущенную электроэнергию для турбин типа Т, $\epsilon_{отп}^{\circ\circ}$ г/кВт·ч

$h_{отб.ч}^{отоп}$	Т-50/60-130 при N=60МВт			Т-110/120-130 при N=110 МВт			Т-175/210-130 при N=175 МВт			Т-250/300-240 при N=250 МВт		
	6000	6100	6200	6000	6100	6200	6000	6100	6200	6000	6100	6200
	4500	229	239	242	236	238	242	228	232	237	212	218
5500	222	227	231	219	221	227	208	210	213	204	207	212
6000	219	214	218	207	213	218	198	209	212	198	202	209

Таблица 3 – Проектный удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию для турбин типа ПТ, $\epsilon_{отп}^{\circ}$ гу.т./кВт·ч

$h_{отб.ч}^{отоп}$	ПТ-60/75-130/13 при N=60 МВт			ПТ-80/100/130/13 при N=80 МВт			ПТ-135/165-130/15 при N=135 МВт		
	$h_{отб}^{II}$ 4000	$h_{отб}^{II}$ 5000	$h_{отб}^{II}$ 6000	$h_{отб}^{II}$ 4000	$h_{отб}^{II}$ 5000	$h_{отб}^{II}$ 6000	$h_{отб}^{II}$ 4000	$h_{отб}^{II}$ 5000	$h_{отб}^{II}$ 6000
4500	245	230	213	242	227	210	239	224	207
5000	238	223	206	235	220	203	232	218	201
5500	232	-	-	229	-	-	226	-	-
4500	248	233	218	245	230	215	242	227	212
5000	242	227	212	239	224	209	236	221	207
5500	236	218	-	233	215	-	230	213	-
6000	230	212	-	227	-	-	224	205	-
4500	251	236	223	248	233	220	244	244	217
5000	245	230	218	242	227	215	239	239	212
5500	239	225	212	236	222	209	233	219	206
6000	233	219	206	230	216	203	227	213	201
4500	253	240	227	250	237	224	246	234	221
5000	250	234	222	247	231	219	241	228	216
5500	244	230	217	241	226	214	236	223	211
6000	240	224	212	236	221	209	230	218	206

Приложение 6

Таблица 1 – Коэффициент расхода электрической энергии на собственные нужды ТЭЦ в зависимости от типа установленной турбины, вида сжигаемого топлива в котлах и начальных параметров пара (в % от выработки электрической энергии)

Давление пара перед турбиной	Тип турбины					
	Т		ПТ		Р	
	тв. топл.	Газ, мазут	тв. топл.	Газ, мазут	тв. топл.	Газ, мазут
$P_0=8,82$ МПа (90 кгс/см ²)	11-12	8,8-9,6	12-14	9,6-11,2	15-16,5	12-13,2
$P_0=12,7$ МПа (130 кгс/см ²)	9,5-10,5	7,6-8,4	9,5-12	7,6-9,6	14-16,3	11,2-12,8
$P_0=23,5$ МПа (240 кгс/см ²)	5,1-5,6	3,6-3,9	-	-	-	-

Таблица 2 – Удельный расход электрической энергии на собственные нужды, приходящийся на производство электрической энергии (в % от выработки электроэнергии)

Начальное давление пара перед турбиной	Тип турбины					
	Т		ПТ		Р	
	тв. топл.	Газ, мазут	тв. топл.	Газ, мазут	тв. топл.	Газ, мазут
$P_0=8,82$ Мпа (90 кгс/см ²)	3,9-6,5	3,1-5,2	4,2-7,8	3,4-6,2	3,1-5,1	2,5-2,7
$P_0=12,7$ Мпа (130 кгс/см ²)	3,4-5,7	2,7-4,6	3,2-5,3	2,6-4,2	2,9-3,1	2,3-2,5
$P_0=23,5$ Мпа (240 кгс/см ²)	1,5-2,9	1,1-2,0	-	-	-	-

Приложение 7

Таблица 1 – Приближённые топливные характеристики для определения расхода условного топлива котлами ТЭЦ при работе на твёрдом топливе

Тип турбины	Расход условного топлива, т/т.
ПТ-12-90/535	$B_y=1,0 \text{ нГр} + 0,0644 D_n^2 + 0,0308 Q_{омон}^2 + 0,394 W_в$
ПТ-25-90	$B_y=2,06 \text{ нГр} + 0,0476 D_n^2 + 0,0102 Q_{омон}^2 + 0,384 W_в$
ПТ-50-90	$B_y=3,18 \text{ нГр} + 0,07 D_n^2 + 0,0347 Q_{омон}^2 + 0,352 W_в$
ПТ-60-130	$B_y=4,0 \text{ нГр} + 0,065 D_n^2 + 0,0153 Q_{омон}^2 + 0,325 W_в$
ПТ-50-130/7	$B_y=3,36 \text{ нГр} + 0,0615 D_n^2 + 0,0123 Q_{омон}^2 + 0,3343 W_в$
ПТ-80-130	$B_y=2,42 \text{ нГр} + 0,0665 D_n^2 + 0,0088 Q_{омон}^2 + 0,348 W_в$
ПТ-135	$B_y=8,6 \text{ нГр} + 0,07 D_n^2 + 0,0326 Q_{омон}^2 + 0,247 W_в$
Т-25-90	$B_y=1,02 \text{ нГр} + 0,0167 Q_{омн}^2 + 0,384 W_в$
Т-50-90	$B_y=1,9 \text{ нГр} + 0,0167 Q_{омн}^2 + 0,38 W_в$
Т-50-130	$B_y=4,1 \text{ нГр} + 0,010 Q_{омн}^2 + 0,317 W_в$
Т-110	$B_y=2,9 \text{ нГр} + 0,0175 Q_{отп}^r + 0,345 W_в$
Т-175/210-130	$B_y=10,5 \text{ нГр} + 0,0102 Q_{отп}^r + 0,305 W_в$
Т-180/215-130	$B_y=12,1 \text{ нГр} + 0,0076 Q_{отп}^r + 0,294 W_в$

Т-250/300-240	$B_y = 15,3 \text{ нгТр} + 0,0114 Q_{\text{отп}}^r + 0,271 W_B$
---------------	---

Вводится поправочный коэффициент при работе ТЭЦ:
на мазуте $K_{\text{поп}} = 0,98$;
на газе $K_{\text{поп}} = 0,96$.

Приложение 8

Таблица 1 – Удельная теплота сгорания топлива (уголь)


Наименование бассейна и месторождение угля	Марка, класс	Низшая удельная теплота сгорания рабочего топлива		
		КДж/кг	Ккал/кг	
1 Донецкий		<u>УГОЛЬ</u>		
	ГР	20934	5000	
	ГМСШ	21502	5150	
	ДР	19594	4680	
	ДМСШ	18589	4440	
	ТР	24158	5770	
	АРШ	22525	5380	
АСШ	24786	5920		
2 Украинский бурый (правобережная Украина)	БР	7327	1750	
	Бой			
	брикета	16676	3983	
	БР	6322	1510	
	ГР	18673	4460	
Ильинское	ГЖР	20180	4820	
Львовско - Волыньское				
3 Кузнецкий	ГР	24953	5690	
	ГКО	28470	6800	
	ГОМСШ	25560	6105	
	ССР	26293	6280	
	ССОМ	27444	6555	
	ССОМСШ	252800	6040	
	ТР	26356	6295	
	ТОМСШ	26921	6430	
	ДР	24911	5950	

Таблица 1 – Укрупнённые нормативы численности эксплуатационного персонала ТЭЦ с турбоагрегатами $N_n \leq 120$ МВт и котлами $D_n^k \leq 500$ т/ч

Мощность турбоагрегатов, МВт	Производительность котла, т/ч	Вид топлива	Количество турбоагрегатов							
			1	2	3	4	5	6	7	8
15-25	160	уголь	180	200	220	250	270	290	310	330
		мазут	150	170	185	200	215	230	245	260
		газ	128	145	157	170	188	196	208	221
110	210	уголь	185	210	235	265	290	320	345	375
		мазут	160	180	195	215	230	250	265	285
		газ	136	153	166	183	196	213	225	242
50-60	320	уголь	195	225	260	310	340	375	425	455
		мазут	160	185	215	240	265	300	325	350
		газ	136	157	183	204	225	255	276	298
60-110	420	уголь	200	235	285	335	385	435	485	535
		мазут	170	200	230	265	295	325	360	390
		газ	147	170	196	225	251	276	306	330
80-110	480-500	уголь	210	250	300	355	410	465	520	580
		мазут	170	210	245	280	315	350	385	420
		газ	145	180	208	238	268	298	327	357

Примечание: При наличии пиковых водогрейных котлов численность эксплуатационного персонала увеличивается на 5 человек.

Таблица 1 – Удельная численность эксплуатационного персонала ТЭЦ с турбоагрегатами мощностью 120 тыс. кВт и выше, паропроизводительность котлов 500 т/ч и выше

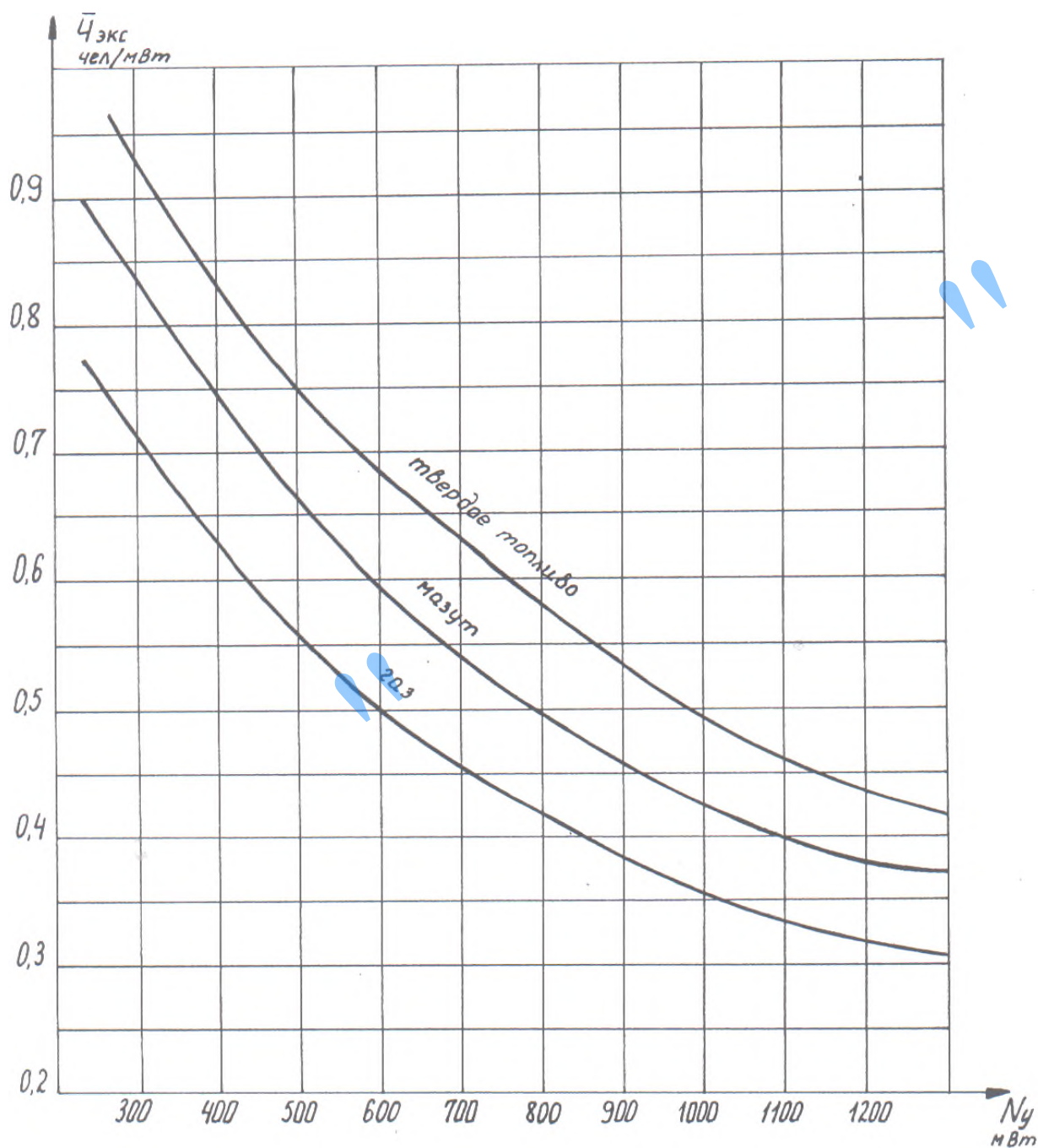


Таблица 1 – Районные коэффициенты к заработной плате, K_p . зп

Наименование республики, края, области	Районные коэффициенты
Алтайский край, Кемеровская область, Омская область, Кустанайская область, Оренбургская область, Новосибирская область, Павлодарская область, Пермская область, Свердловская область, Томская область, Челябинская область, Целиноградская область,	1,15
Иркутская область, Красноярский край, Тюменская область, (южнее 60-й параллели), Хабаровский край (южная часть), Читинская обл.	1,2
Архангельская область	1,3
Сахалинская область (южные районы), Хабаровский край (северные районы)	1,4

Примечание:

1. В приложении указаны районные коэффициенты не всех районов Урала, Сибири, Севера, Дальнего Востока, Казахстана. Поэтому в каждом конкретном случае коэффициент может приниматься исходя из имеющихся данных.
2. Для остальных районов данный коэффициент равен 1.

Таблица 1 – Укрупнённые нормативы численности промышленно – производственного персонала ТЭЦ с турбоагрегатами $N_H \leq 120$ МВт и котлами $D_H^k \leq 500$ т/ч

Мощность турбоагрегатов, МВт	Производительность котла, т/ч	Вид топлива	Количество турбоагрегатов							
			1	2	3	4	5	6	7	8
15-25	160	уголь	270	320	380	440	500	560	620	680
		мазут	175	225	270	305	345	380	420	455
		газ	149	191	230	259	293	323	357	387
110	210	уголь	280	350	410	485	555	630	700	775
		мазут	190	250	295	345	395	445	490	540
		газ	162	213	251	293	336	376	417	459
50-60	320	уголь	305	395	480	575	665	760	850	945
		мазут	210	280	345	405	465	530	590	655
		газ	179	238	298	344	395	451	502	557
60-110	420	уголь	330	430	535	640	755	860	965	1070
		мазут	235	320	390	470	540	620	690	770
		газ	200	272	332	400	459	527	587	655
80-110	480-500	уголь	345	460	560	680	795	910	1015	1130
		мазут	245	335	425	505	590	675	765	850
		газ	208	285	361	429	502	574	650	723

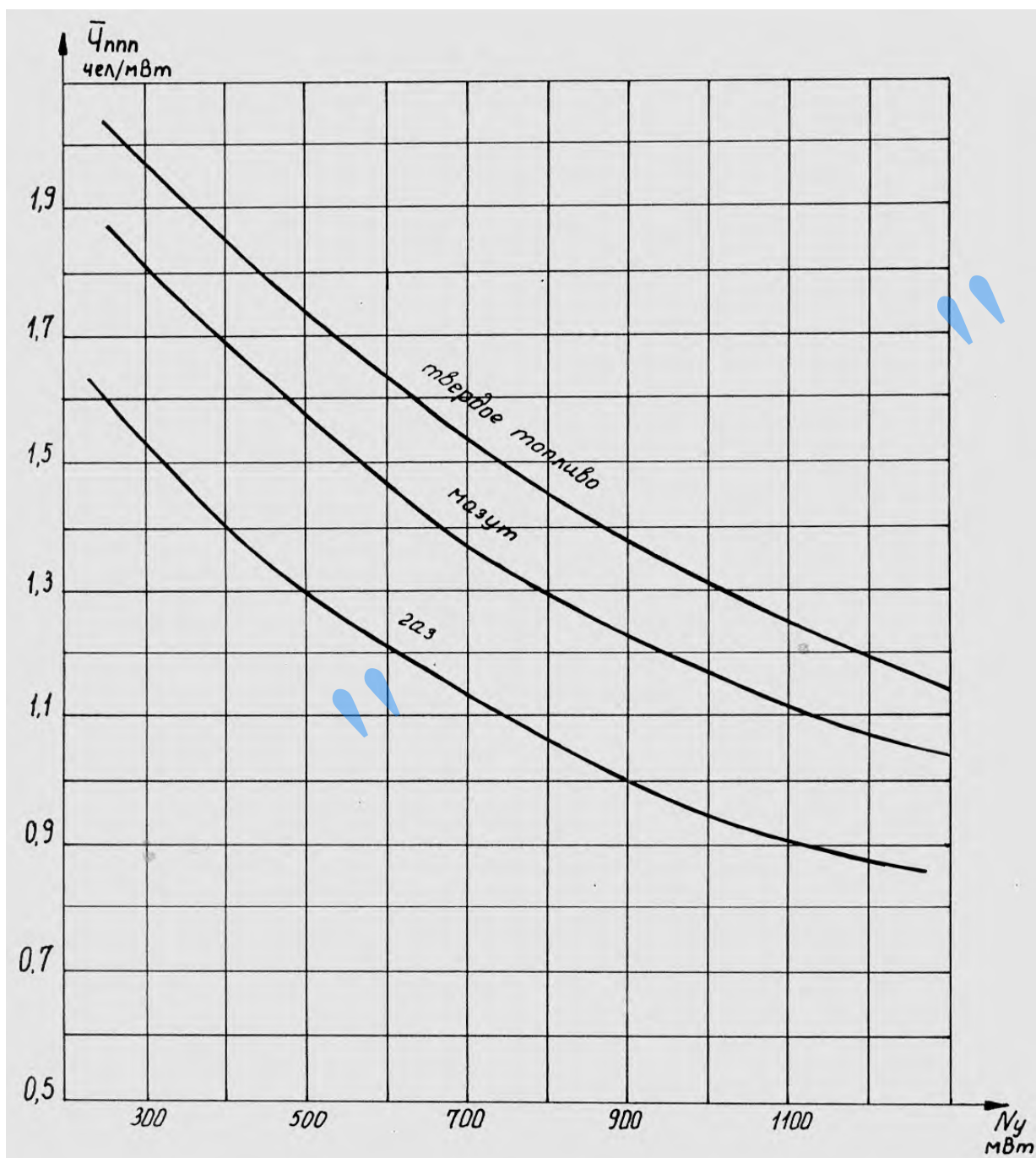
Примечание: При наличии водогрейных котлов дополнительно предусматривается на первый котёл 8 человек, на каждый последующий 2 человека.

Таблица 2 – Удельная численность промышленно-производственного персонала ТЭЦ

Мощность турбоагрегатов, МВт	Вид топлива	Всего	Количество турбоагрегатов		
			эксплуатационный	ремонтный	Эксплуатационный без АУП
300; ПТ-60-130+2хТ100/120-130	Твердое, Газ	1,96	0,92	1,04	0,83
		1,59	0,73	0,86	0,64
570; 2хПТ-80-130+3хТ100/120-130+Р-50-130	Твердое, Газ	1,55	0,73	0,82	0,66
		1,34	0,62	0,72	0,55
570; 2хПТ-135/165-130+2хТ-100/120-130	Твердое, Газ	1,48	0,72	0,76	0,64
		1,14	0,53	0,61	0,47
670;	Твердое, Газ	1,40	0,67	0,73	0,60
		1,24	0,57	0,67	0,52

2xПТ-135/165-130+P-100-130+2xT-100/120-130					
840; 4xT-175/210-130	Твердое	1,30	0,62	0,68	0,52
860; 4xT-180/215-130	Газ	1,00	0,46	0,54	0,37
925; 3xПТ-135/165-130+2xT-180/215-130	Газ	0,98	0,44	0,54	0,36
1140; 2xT-100/120-130+3xT-250/300/240	Газ	0,84	0,40	0,44	0,34
1200; 4xT-250/300-240	Газ	0,87	0,36	0,51	0,30
2000; 4xT-400/500-240	Газ	0,63	0,19	0,44	0,16

Удельная численность промышленно-производственного персонал
ТЭЦ с котлами 500 т/ч и выше, с турбоагрегатами 120 тыс кВт и выше



11 Методические указания по оформлению пояснительной записки курсового и дипломного проектов

Нумерация страниц документа должна быть сквозная. Последовательность листов должна быть следующая: титульный лист дипломного проекта, ведомость документов, задание, паспорт (если есть), титульный лист пояснительной записки, содержание и т.д.

Нумерация страниц начинается с «СОДЕРЖАНИЕ», а предыдущие листы структурных частей включаются в общую нумерацию, но номера страниц не проставляются. Лист «Ведомость документов» нумеруется отдельно. Рекомендуемый объём пояснительной записки составляет 40-50 страниц печатного текста.

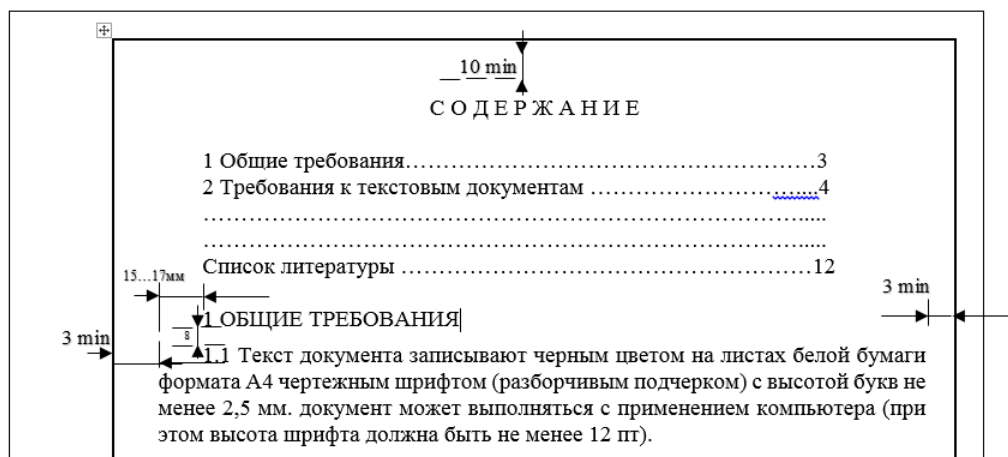
При выполнении пояснительной записки должны **быть установлены поля**: левое – 25 мм; правое – 10 мм; верхнее – 15 мм и нижнее – 10 мм от текста до основной надписи с выравниванием текста по ширине листа.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения документа, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием корректирующей жидкостью белого цвета и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью рукописным способом.

Использование листов текстового документа с повреждениями, приводящими к неоднозначности понимания текстовых символов (букв, цифр, знаков препинания) и графического материала, а также содержащих помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графического материала), не допускается.

Текст излагается на одной стороне белой писчей бумаги формата А4 (210×297 мм) печатным способом с использованием межстрочного интервала 18 пунктов (*один межстрочный интервал*). На каждой странице должно быть 28-30 строк и 60-64 знака в строке. Шрифт Times New Roman. Цвет шрифта должен быть чёрный, а размер - не менее 14 пунктов. Абзацы в тексте начинаются отступом 12-15 мм.

ПРИМЕР №1



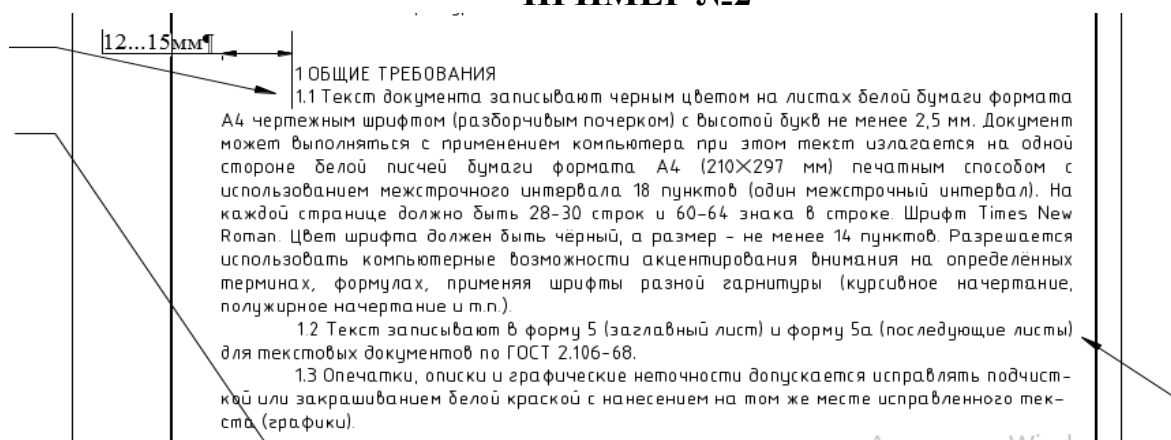
Расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк - не менее 3 мм. Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Заголовки структурных частей работ «СОДЕРЖАНИЕ», «АННОТАЦИЯ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЯ», «РЕЦЕНЗИЯ», «ОТЗЫВ» печатаются *в середине строки без точки в конце* прописными буквами и не подчёркиваются. Заголовки разделов основной части печатаются прописными буквами, их следует располагать с абзацного отступа, при переносе названия разделов абзацный отступ сохраняется.

Заголовки подразделов и пунктов печатают строчными буквами (первая – прописная) с абзаца и без точки в конце. Переносы слов в заголовках не допускаются.

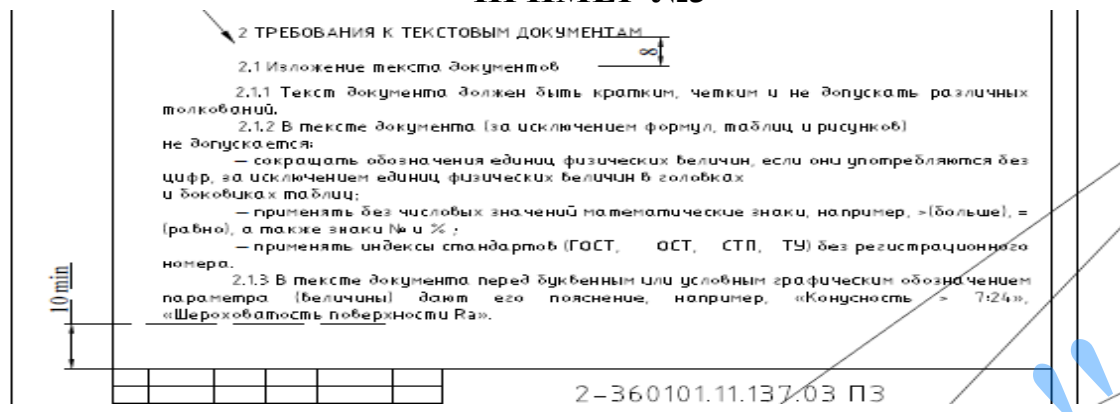
Расстояние между заголовками и текстом при выполнении работы печатным способом – *2 межстрочных интервала*, расстояние между заголовками раздела и подраздела – *1,5 межстрочных интервала*.

ПРИМЕР №2



Каждый раздел нужно начинать с нового листа. Каждый раздел пояснительной записки может делиться на подразделы. В конце номера пункта раздела или подраздела точка не ставится (2.1 – 2.1.3).

ПРИМЕР №3



В документе следует применять единицы физических величин в системе СИ, при необходимости в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению.

Формулы должны нумероваться в пределах раздела сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, ... в формуле (1.4).

Формулы и уравнения *следует выделять из текста в отдельную строку.*

Формулы пишутся *по левому краю с абзацным отступом, без дополнительного интервала.* Размер шрифта символов в формуле может быть незначительно больше/меньше основного шрифта, используемого в тексте дипломного проекта. Если формулу (уравнение) невозможно разместить на одной строке, применяется перенос после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x) и деления (:). При этом соответствующий знак повторяется в начале следующей строки.

Цифровой материал дипломного проекта при необходимости оформляется в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь краткий заголовок, который состоит из слова «Таблица», ее порядкового номера и наименования, отделенного от номера знаком тире. Заголовок следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа. Между текстом и названием таблицы дополнительный интервал не устанавливается.

Таблицы следует нумеровать в пределах раздела арабскими цифрами сквозной нумерацией. На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера. При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы, над другими частями пишут «Продолжение таблицы 7.1», а на

последнем листе пишут «Окончание таблицы 7.1». Между таблицей и текстом устанавливается дополнительный интервал.

4.17 При прерывании таблицы и переноса ее части на следующую страницу в конце первой части таблицы нижняя ограничивающая ее черта не проводится.

4.18 В конце заголовков и подзаголовков таблиц точка не ставится. Высота строк таблицы должна быть **не менее 8мм**. Допускается применять шрифт в таблице меньший, чем в тексте дипломного проекта.

4.19 Таблицы нумеруются в левом углу, в порядке возрастания, и надписывается полное название (Таблица 6.1 - Значение коэффициента....).

ПРИМЕР

Таблица 6.1 – Значение коэффициента P_n

α	Трехствольная труба $n=3$			Четырехствольная труба $n=4$			
	t/d_0						
	1,2	1,5	1,8	1,3	1,6	2,0	2,4
1	2	3	4	5	6	7	8
0^0	-	1,12	1,14	1,0	1,04	1,1	1,16

Окончание таблицы 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8
8^0	1,02	1,13	1,2	1,0	1,0	1,04	-
16^0	-	-	-	1,0	1,02	1,04	1,1

Чертежи, графики, диаграммы, схемы, иллюстрации, помещаемые в пояснительной записке, должны соответствовать требованиям государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Допускается выполнение чертежей, графиков, диаграмм, схем посредством использования компьютерной печати. Изображения должны быть чёткими и хорошо читаемыми. Сканирование рисунков не допускается.

Перечисления пишутся с абзацного отступа.

Для обозначения абзацев используют:

1. дефис;
2. строчные буквы со скобкой;
3. арабские цифры с точкой или скобкой.

Дефис используют в самых простых случаях. При этом текст начинают с маленькой буквы и заканчивают точкой с запятой (но в конце последнего абзаца ставят точку).

Для детализации перечислений используются строчные буквы со скобкой и арабские цифры со скобкой; *в этих случаях текст начинают с маленькой буквы, а заканчивают точкой с запятой.*

Арабские цифры с точками, используют для сложных абзацев перечислений (абзацев, состоящих из развёрнутых или нескольких предложений). При этом после текста в конце абзаца ставится точка. Текст каждого перечисления в этом случае начинают с большой буквы.

Названия разделов должны полностью повторяться в содержании исходя из задания на дипломное проектирование.

В конце записки приводится «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ». Источники следует располагать в алфавитном порядке фамилий.

12 Список использованных источников

1. Бабук, И.М. Экономика предприятия : учеб. пособие для студентов технических специальностей / И.М. Бабук. 2-е изд. Минск, 2008.
2. Зайцев Н.Л. Экономика промышленного предприятия. Практикум: Учеб. Пособие. Минск, ИНФРА-М, 2006. – 224 с
3. Клименко А.В. Теплоэнергетика и теплотехника . Справочник, Издательство МЭИ, Москва, 2000
4. Самсонов, В.С. , Экономика предприятий энергетического комплекса, Москва, «Высшая школа», 2003. - 416 с