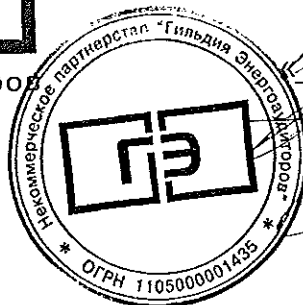


гильдия энергоаудиторов

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Некоммерческого Партнерства  
«Гильдия Энергоаудиторов»



2010 года

/ В.В. Банников

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**  
Расчет потенциала  
энергосбережения генерирующих компаний

Московская область, г. Королев  
2010 год

## **Введение:**

В соответствии с Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации", обязательному энергетическому обследованию подлежат:

1) органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц;

2) организации с участием государства или муниципального образования;

3) организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности;

4) организации, осуществляющие производство и (или) транспортировку воды, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, добычу природного газа, нефти, угля, производство нефтепродуктов, переработку природного газа, нефти, транспортировку нефти, нефтепродуктов;

5) организации, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива, мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии превышают десять миллионов рублей за календарный год;

6) организации, проводящие мероприятия в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, финансируемые полностью или частично за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов.

Организация - энергоаудитор в своих действиях должна руководствоваться Законами Российской Федерации, актами органов государственной власти субъектов РФ, СНиПами, ПТЭ и ПТБ в электроустановках и тепловых сетях и другими нормативно-техническими документами, стандартами и правилами НП «Гильдия Энергоаудиторов».

В настоящих методических указаниях изложены:

- Вопросы, которые необходимо включать в состав программы энергосбережения
- Методика расчётов по определению потенциала энергосбережения генерирующих компаний.

## Основные термины и определения.

*Энергетическое обследование* - сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте;

*Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР)* - совокупность природных и произведенных энергоносителей, запасенная энергия которых при существующем уровне развития техники и технологии доступна для использования в хозяйственной деятельности.

*Энергосбережение* - реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг);

*Энергетическая эффективность* - характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю;

*Потенциал энергосбережения* - количество ТЭР, которое можно сберечь в результате реализации технически возможных и экономически оправданных мер, направленных на эффективное их использование и вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии при условии сохранения или снижения техногенного воздействия на окружающую и природную среды.

*Показатель энергетической эффективности (объекта)* - количественная характеристика уровней рационального потребления и экономного расходования ТЭР при создании продукции, реализации процессов, проведении работ и оказании услуг, выраженная в виде абсолютного, удельного или относительного показателя их потребления (потерь).

*Нерациональное расходование энергетических ресурсов* - расход топливно-энергетических ресурсов на энергетических и технических установках, в промышленном и коммунально-бытовом секторе, в том числе в жилых и общественных зданиях, на которых выявлены резервы для снижения потребления топливно-энергетических ресурсов.

*Непроизводительный расход ТЭР* - расход ТЭР, обусловленный несоблюдением требований, установленных государственными стандартами, а также нарушением требований, установленных иными нормативными актами, нормативными и методическими документами.

*Рациональное использование ТЭР* - достижение максимальной эффективности использования ТЭР в хозяйстве при существующем уровне развития техники и технологии с одновременным снижением техногенного воздействия на окружающую среду.

## **Анализ изменения удельных расхода топлива на электростанциях и в энергообъединениях.**

1. В качестве первичных звеньев, определяющих уровень экономичности производства энергии на электростанциях и в энергообъединениях, приняты подгруппы оборудования электростанций.

Подгруппа оборудования - это совокупность пылеугольных, либо газомазутных котлов и совместно работающих с ними конденсационных турбоагрегатов или турбоагрегатов с регулируемыми отборами пара соответствующего давления свежего пара (а для энергоблоков - еще и одинаковой мощности).

2. Изменение удельного расхода топлива по подгруппе обуславливается изменением экономичности оборудования (уровень ремонтного и эксплуатационного обслуживания, средние электрические и тепловые нагрузки, внешние факторы), а также соотношения выработки электроэнергии и отпуска тепла внешним потребителям за счет пара частично или полностью отработавшего в турбоагрегатах (эффективности теплофикации).

3. При неизменных показателях по каждой из подгрупп оборудования удельный расход топлива по группе оборудования (совокупности пылеугольной и газомазутной подгрупп) и электростанции в целом, определяется изменением долей участия каждой из подгрупп оборудования в общем отпуске энергии группой оборудования, электростанцией, т.е. изменением структуры отпуска энергии.

4. Оценка изменения экономичности оборудования и изменения эффективности теплофикации производится с использованием показателей раздельного производства электроэнергии и тепла, соответствующих используемым ранее показателям конденсационного цикла.

В связи с этим анализ изменения удельных расходов топлива состоит из двух этапов:

- анализа показателей раздельного производства электроэнергии и тепла<sup>1</sup>;
- анализа эффективности теплофикации.

<sup>1</sup> В дальнейшем для краткости - раздельное производство.

5. Уровень выполнения анализа изменения удельных расходов топлива можно изменить, приняв в качестве первичных звеньев: отдельные агрегаты (при анализе экономичности подгруппы оборудования электростанции); подгруппы оборудования АО-энерго; группы оборудования электростанции или АО-энерго; электростанции или АО-энерго в целом.

При этом следует иметь в виду, что составляющие изменения удельных расходов топлива по одному и тому же объекту за один и тот же период будут различны для различных уровней анализа (при равенстве их сумм).

## **2. Изменение удельного расхода топлива на электроэнергию**

По приведенным ниже формулам определяется влияние каждой из подгрупп оборудования на изменение удельного расхода топлива в целом по электростанции, за счет изменения каждого из следующих факторов:

1. При раздельном производстве:

### 1.1. Экономичности оборудования

$$\Delta b_{\text{эи}}^{p,\text{эк}} = (b_{\text{эаи}}^p - b_{\text{эби}}^p) \alpha_{\text{аи}}^2; \quad (1)$$

$$\alpha_{\text{аи}}^2 = \frac{\mathcal{E}_{\text{оми}}}{\mathcal{E}_{\text{ом}}}, \quad (2)$$

где  $b_{\text{э}}^p$  - удельный расход топлива на электроэнергию при отдельном производстве, г/(кВт·ч);

$\mathcal{E}_{\text{ом}}$  - отпуск электроэнергии, тыс. кВт·ч.

### 1.2. Структуры отпуска электроэнергии

$$\Delta b_{\text{эи}}^{p,\text{cmp}} = (b_{\text{эби}}^p - b_{\text{эб}}^p) (\alpha_{\text{аи}}^2 - \alpha_{\text{би}}^2). \quad (3)$$

### 1.3. Всего по подгруппе оборудования:

$$\Delta b_{\text{эи}}^p = \Delta b_{\text{эи}}^{p,\text{эк}} + \Delta b_{\text{эи}}^{p,\text{cmp}}. \quad (4)$$

## 2. При совместном производстве (изменение эффективности теплофикации):

2.1. Соотношения объемов выработки электроэнергии и отпуска тепла отработавшим паром

$$\delta b_{\text{эи}}^{m\phi,o} = (\Delta b_{\text{эби}}^{m\phi,o} - \Delta b_{\text{эаи}}^{m\phi,o}) \alpha_{\text{аи}}^2, \quad (5)$$

где  $\Delta b_{\text{эби}}^{m\phi,o}$  - удельная экономия топлива по отпуску электроэнергии, уровень которой определяется соотношением выработки электроэнергии и отпуска тепла отработавшим паром, г/(кВт·ч):

$$\Delta b_{\text{эи}}^{m\phi,o} = b_{\text{эи}}^p - b_{\text{эи}}, \quad (6)$$

где  $b_{\text{эи}}$  - фактический удельный расход топлива на электроэнергию, г/(кВт·ч)

### 2.2. Структуры отпуска электроэнергии

$$\Delta b_{\text{эи}}^{m\phi,\text{cmp}} = (\Delta b_{\text{эб}}^{m\phi,o} - \Delta b_{\text{эби}}^{m\phi,o}) (\alpha_{\text{аи}}^2 - \alpha_{\text{би}}^2). \quad (7)$$

### 2.3. Всего по подгруппе оборудования:

$$\Delta b_{\text{эи}}^{m\phi} = \delta b_{\text{эи}}^{m\phi,o} + \Delta b_{\text{эи}}^{m\phi,\text{cmp}}. \quad (8)$$

### 2.3. Итого по подгруппе оборудования:

$$\Delta b_{\text{эи}} = \Delta b_{\text{эи}}^p + \Delta b_{\text{эи}}^{m\phi}. \quad (9)$$

## 2.4. Общее изменение удельного расхода топлива по электростанции.

Влияние на удельный расход топлива в целом по электростанции равно:

2.4.1. Каждой (с подстрочным индексом  $k$ ) из  $n$  групп оборудования по по каждому (с надстрочным индексом  $l$ ) из  $m$  факторов сумме влияний пылеугольной и газомазутной подгрупп данной группы оборудования по данному фактору:

$$\Delta b_{\text{эк}}^l = \delta b_{\text{эик}}^{l\text{ny}} + \Delta b_{\text{эик}}^{l\text{zu}}. \quad (10)$$

2.4.2. Каждой из групп оборудования всего - сумме влияний данной группы оборудования по всем  $m$  факторам:

$$\Delta b_{\text{эк}} = \sum_{l=1}^{l=m} \Delta b_{\text{эк}}^l. \quad (11)$$

2.4.3. Всех  $n$  подгрупп (или  $q$  групп) оборудования по всем  $m$  факторам:

$$\Delta b_{\text{э}} = b_{\text{эа}} - b_{\text{эб}} = \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{l=1}^{l=m} \Delta b_{\text{эи}}^l = \sum_{k=1}^{k=q} \sum_{l=1}^{l=m} \Delta b_{\text{эк}}^l. \quad (12)$$

Изменение абсолютного расхода топлива по каждому из факторов определяется как произведение значений изменения удельного расхода топлива и отпуска электроэнергии электростанцией в анализируемом периоде.

### 3. ИЗМЕНЕНИЕ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА НА ТЕПЛО

По приведенным ниже формулам определяется влияние каждой из подгрупп оборудования на изменение удельного расхода топлива в целом по электростанции, за счет изменения каждого из следующих факторов:

3.1. При раздельном производстве:

3.1.1. Экономичности оборудования

$$\Delta b_{mzi}^{p, \text{ЭК}} = (b_{mzai}^{p, \text{ЭК}} - b_{mzbi}^{p, \text{ЭК}}) \alpha_{ai}^{\text{ЭК}} + (b_{ai}^{\text{нЭК}} - b_{bi}^{\text{нЭК}}) \alpha_{ai}^{\text{нЭК}}, \quad (13)$$

где  $b_{mzi}^{p, \text{ЭК}}$  - удельный расход топлива по энергетическим котлам при раздельном производстве (не учитывает затрат электроэнергии на теплофикационную установку), кг/Гкал;

$b_{нЭК}$  - удельный расход топлива по пиковым водогрейным котлам, кг/Гкал;

$\alpha_i^{\text{КЭ}}$ ,  $\alpha_i^{\text{нЭК}}$  - доля отпуска тепла энергетическими (свежим паром, через ОРУ, из отборов и от конденсаторов турбоагрегатов) и пиковыми водогрейными котлами подгруппы оборудования в общем отпуске его электростанцией  $Q_{om}$ :

$$\alpha_i^{\text{КЭ}} = Q_{omi}^{\text{КЭ}} / Q_{om}; \quad (14)$$

$$\alpha_i^{\text{нЭК}} = Q_{omi}^{\text{нЭК}} / Q_{om}. \quad (15)$$

3.1.2. Структуры отпуска тепла

$$\Delta b_{mzi}^{p, \text{СРП}} = (b_{mzai}^{p, \text{ЭК}} - b_{mzbi}^{p, \text{ЭК}}) (\alpha_{ai}^{\text{КЭ}} - \alpha_{bi}^{\text{КЭ}}) + (b_{bi}^{\text{нЭК}} - b_{mzbi}^{p, \text{ЭК}}) (\alpha_{ai}^{\text{нЭК}} - \alpha_{bi}^{\text{нЭК}}), \quad (16)$$

где  $b_{mz}^{p, \text{К}}$  - средний по электростанции удельный расход топлива при раздельном производстве, не учитывающий затрат электроэнергии на теплофикационную установку, кг/Гкал.

3.1.3. Расход энергии на теплофикационную установку

$$\Delta b_{mzi}^{p, \text{МЕНТ}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{мент}, ai} b_{zai}^p}{Q_{oma}} - \frac{\mathcal{E}_{\text{мент}, bi} b_{zbi}^p}{Q_{omb}}, \quad (17)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{мент}, i}$  - затраты электроэнергии на теплофикационную установку, тыс.кВт·ч.

3.1.4. Всего по подгруппе оборудования

$$\Delta b_{mzi}^p = \Delta b_{mzi}^{p, \text{ЭК}} + \Delta b_{mzi}^{p, \text{СРП}} + \Delta b_{mzi}^{p, \text{МЕНТ}}. \quad (18)$$

3.2. При совместном производстве (изменение эффективности теплофикации):

3.2.1. Соотношения объемов выработки электроэнергии и отпуска тепла отработавшим паром

$$\delta b_{mzi}^{\text{мф}, o} = (\Delta b_{mzbi}^{\text{мф}, o} - \Delta b_{mzai}^{\text{мф}, o}) \alpha_{ai}^{\text{КЭ}}, \quad (19)$$

где  $\Delta b_{mzi}^{\text{мф}, o}$  - удельная экономия топлива по отпуску тепла, уровень которой определяется соотношением выработки электроэнергии и отпуска тепла отработавшим паром, кг/Гкал:

$$\Delta b_{mzi}^{\text{мф}, o} = b_{mzi}^{p, \text{КЭ}} - b_{mzi}^{\text{КЭ}}, \quad (20)$$

где  $b_{mz}^{\text{КЭ}}$  - фактический удельный расход топлива по энергетическим котлам, не учитывающий затрат электроэнергии на теплофикационную установку, кг/Гкал.

### 3.2.2. Структуры отпуска тепла

$$\Delta b_{mzi}^{mf.cmp} = (\Delta b_{mzb}^{mf.o} - \Delta b_{mzbi}^{mf.o}) (\alpha_{ai}^{кз} - \alpha_{bi}^{кз}) + \Delta b_{mzb}^{mf.o} (\alpha_{ai}^{нзк} - \alpha_{bi}^{нзк}). \quad (21)$$

### 3.2.3. Расхода энергии на теплофикационную установку:

$$\Delta b_{mzi}^{mf.менз} = \frac{\Delta b_{zbi}^{mf.o} \vartheta_{менз,bi}}{Q_{отб}} - \frac{\Delta b_{zai} \vartheta_{менз,ai}}{Q_{ота}}. \quad (22)$$

### 3.2.4. Всего по подгруппе оборудования:

$$\Delta b_{mzi}^{mf} = \delta b_{mzi}^{mf.o} + \Delta b_{mzi}^{mf.cmp} + \Delta b_{mzi}^{mf.менз}. \quad (23)$$

### 3.3. Итого по подгруппе оборудования:

$$\Delta b_{mzi} = b_{mzi}^p + b_{mzi}^{mf}. \quad (24)$$

### 3.4. Общее изменение удельного расхода топлива по электростанции:

Влияние на удельный расход топлива в целом по электростанции каждой из групп оборудования, а также каждого из факторов определяется по формулам, аналогичным формулам (10) и (11).

Общее изменение удельного расхода топлива по электростанции в целом подсчитывается по формуле

$$\Delta b_{mz} = b_{mza} - b_{mzb} = \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{l=1}^{l=m} \Delta b_{mzi}^l = \sum_{k=1}^{k=q} \sum_{l=1}^{l=m} \Delta b_{mzk}^l. \quad (25)$$

Изменение абсолютного расхода топлива по каждому из факторов определяется как произведение значений изменения удельного расхода топлива и отпуска тепла электростанцией в анализируемом периоде.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ТОПЛИВА, ЗНАЧЕНИЯ КОТОРЫХ НЕ СОДЕРЖАТСЯ В ОТЧЕТАХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

1. Электроэнергия при раздельном производстве:

$$b_3^p = b_3 \kappa_{отп(к)}^3, \quad (1.1)$$

где  $b_3$  - фактический удельный расход топлива, г/(кВт·ч)

$\kappa_{отп(к)}^3$  - коэффициент увеличения расхода топлива на электроэнергию при раздельном производстве (при условном отсутствии отпуска тепла внешним потребителям от турбоагрегатов).

2. Тепло.

При определении удельных расходов топлива по энергетическим и пиковым водогрейным котлам нагрев воды в сетевых насосах не учитывается, поскольку данные о нем в отчетах электростанций и АО-энерго отсутствуют.

2.1. Пиковые водогрейные котлы.

По пиковым водогрейным котлам фактический удельный расход топлива и удельный расход топлива при раздельном производстве равны между собой:

$$b^{пк} = V_{пк} \cdot 10^3 / Q_{от}^{пк}, \quad (1.2)$$

где  $V_{пк}$  - количество условного топлива, израсходованного пиковыми водогрейными котлами, т;

$Q_{от}^{пк}$  - отпуск тепла внешним потребителям пиковыми водогрейными котлами, Гкал

2.2. Энергетические котлы без учета затрат электроэнергии на теплофикационную установку:

2.2.1. Фактически:

$$b_{мэ}^{кэ} = \frac{V_{мэ} - V_{пк} - \mathcal{E}_{тепл} b_3 10^{-3}}{Q_{от}^{кэ}} 10^3, \quad (1.3)$$

где  $V_{мэ}$  - общий расход условного топлива на отпуск тепла, т;

$\mathcal{E}_{тепл}$  - расход электроэнергии на теплофикационную установку, тыс. кВт·ч;

$Q_{от}^{кэ}$  - отпуск тепла внешним потребителям, обеспеченный энергетическими котлами (свежим паром, от РОУ, из отборов и от конденсаторов турбоагрегатов), Гкал:

$$Q_{от}^{кэ} = Q_{от} - Q_{от}^{пк}, \quad (1.4)$$

где  $Q_{от}$  - общий отпуск тепла внешним потребителям, Гкал

2.2.2. При раздельном производстве:

$$b_{мэ}^{п,кэ} = b_{мэ}^{кэ} \kappa_{отп(к)}^{мэ}, \quad (1.5)$$

где  $\kappa_{отп(к)}^{мэ}$  - коэффициент увеличения расхода топлива энергетическими котлами на тепло при раздельном производстве (при условном отсутствии отпуска тепла внешним потребителям от турбоагрегатов);

2.3. Энергетические и пиковые водогрейные котлы в среднем без учета затрат электроэнергии на теплофикационную установку:

2.3.1. Фактически:



$$b_{mэ}^к = \frac{B_{mэ} 10^3 - \mathcal{E}_{мен1} b_э}{Q_{om}}. \quad (1.6)$$

2.3.2. При раздельном производстве:

$$b_{mэ}^{р.к} = \frac{b_{mэ}^{р.кэ} Q_{om}^{кэ} + B_{нек} 10^3}{Q_{om}}. \quad (1.7)$$

2.4. Энергетические и пиковые водогрейные котлы в среднем при раздельном производстве с учетом затрат электроэнергии на теплофикационную установку:

$$b_{mэ}^р = \frac{b_{mэ}^{р.кэ} Q_{om}^{кэ} + b_э^р \mathcal{E}_{мен1} + B_{нек} 10^3}{Q_{om}}. \quad (1.8)$$

**ПРИМЕР РАСЧЕТА СОСТАВЛЯЮЩИХ ИЗМЕНЕНИЯ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА  
ТОПЛИВА НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ПО АО-ЭНЕРГО**

Таблица П2.1

Группа оборудования	Подгруппа оборудования	Период	Исходные данные				Результаты расчета	
			Отпуск электроэнергии		Фактический удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	Коэффициент увеличения расхода топлива при раздельном производстве	Удельный расход топлива при раздельном производстве	Удельная экономию топлива за счет теплофикации г/(кВт·ч)
			$\mathcal{E}_{от}$	$\alpha_i^2$				
Блоки300К	ГМ	а	16148	0,006887	319,297	1,003	320,254	0,957
Блоки200К	ПУ	а	296048	0,126263	347,913	1,010	351,392	3,479
		б	262945	0,118059	353,652	1,009	356,835	3,183
ТЭЦ-130	ГМ	а	554152	0,236343	340,508	1,008	343,232	2,724
		б	573655	0,257564	339,124	1,007	341,498	2,374
	ПУ	а	369142	0,157437	315,269	1,264	398,500	83,231
		б	323526	0,145259	326,505	1,262	412,050	85,545
КЭС-90	ГМ	а	419366	0,178857	319,313	1,245	397,545	78,232
		б	440828	0,197927	308,923	1,249	385,845	76,922
	ПУ	а	310346	0,132361	427,532	1,025	438,221	10,689
		б	251923	0,113111	437,066	1,019	445,370	8,304
ТЭЦ-90	ГМ	а	28932	0,012339	420,711	1,0	420,711	0
		б	35980	0,016155	417,204	1,0	417,204	0
	ПУ	а	160388	0,068404	400,953	1,298	520,437	119,484
		б	152356	0,068406	408,130	1,267	517,100	108,970
Прочее	ГМ	а	190175	0,081109	371,942	1,264	470,134	98,192
		б	175187	0,078657	381,855	1,244	475,027	93,172
Прочее	ПУ	а	10828	0,004862	436,924	1,419	619,993	183,069
		б						
			$\mathcal{E}_{от}$	$\alpha^2$	$b_э$	-	$b_э^p$	$\Delta b_э^{мп.о}$
АО-энерго		а	2344697	1,0	352,725	-	398,463	45,738
		б	2227228	1,0	353,925	-	399,176	45,251
Изменение			-	-	-1,200	-	-0,713	0,487

Таблица П2.2

Группа оборудо- вания	Подгруппа оборудования	Составляющие изменения удельного расхода топлива, г/(кВт·ч)						Итого $\Delta b_{эi}$
		Раздельное производство			Теплофикация			
		Экономичность оборудования	Структура отпуска электроэнергии	Всего	Соотношение объемов отпуска электроэнергии и тепла	Структура отпуска электроэнергии	Всего	
		$\Delta b_{эi}^{p.эк}$	$\Delta b_{эi}^{p.cmp}$	$\Delta b_{эi}^p$	$\delta b_{эi}^{mf.o}$	$\Delta b_{эi}^{mf.cmp}$	$\Delta b_{эi}^{mf}$	
1*	3*	4*	5*	7*	8*	9*		
Блоки300К	ГМ	-	-0,543	-0,543	-	0,305	0,305	-0,238
Блоки200К	ПУ	-0,687	-0,347	-1,034	-0,037	0,345	0,308	-0,726
	ГМ	0,410	1,224	1,634	-0,083	-0,910	-0,993	0,641
	$\Sigma$	-0,277	0,877	0,600	-0,120	-0,565	0,685	-0,085
ТЭЦ-130	ПУ	-2,133	0,157	-1,976	0,364	-0,491	-0,127	-2,103
	ГМ	2,093	0,254	2,347	-0,234	0,604	0,370	2,717
	$\Sigma$	-0,040	0,411	0,371	0,130	0,113	0,243	0,614
КЭС-90	ПУ	-0,947	0,889	-0,058	-0,316	0,711	0,395	0,337
	ГМ	0,043	-0,069	-0,026	0	-0,173	-0,173	-0,199
	$\Sigma$	-0,904	0,820	-0,084	-0,316	0,538	0,222	0,138
ТЭЦ-90	ПУ	0,228	0	0,228	-0,719	0	-0,719	-0,491
	ГМ	-0,397	0,186	-0,211	-0,407	-0,117	-0,524	-0,735
	$\Sigma$	-0,169	0,186	0,017	-1,126	-0,117	-1,243	-1,226
Прочее	ПУ	-	-1,073	-1,073	-	0,670	0,670	-0,403
		$\Delta b_{э}^{p.эк}$	$\Delta b_{э}^{p.cmp}$	$\Delta b_{э}^p$	$\delta b_{э}^{mf.o}$	$\Delta b_{э}^{mf.cmp}$	$\Delta b_{э}^{mf}$	$\Delta b_{э}$
АО-энерго		-1,390	0,678	-0,712	-1,432	0,944	-0,488	-1,200

\* Номер расчетной формулы.

**ПРИМЕР РАСЧЕТА СОСТАВЛЯЮЩИХ ИЗМЕНЕНИЯ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА  
ТОПЛИВА НА ТЕПЛО ПО АО-ЭНЕРГО**

Таблица ПЗ.1

## Исходные данные

Группа оборудования	Подгруппа оборудо- вания	Период	Отпуск тепла, Гкал		Абсолютный расход условного топлива на тепло, т		Средний удельный расход топлива, кг/Гкал	Расход электроэнергии на теплофика- ционную установку, тыс.кВт·ч	Коэффициент увеличения расхода топлива на тепло энергетическим и котлами при раздельном производстве
			Всего	ПВК	Всего	ПВК			
			$Q_{от i}$	$Q_{от i}^{пвк}$	$B_{мэ i}$	$B_{пвк i}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Блоки300К	ГМ	а	2411	-	405	-	167,980	60	1,003
Блоки200К	ПУ	а	21712	-	3764	-	173,360	310	1,010
		б	19080	-	3296	-	172,746	275	1,009
ТЭЦ-130	ГМ	а	28956	-	5027	-	173,608	600	1,010
		б	21568	-	3726	-	172,756	428	1,008
	ПУ	а	589369	-	83271	-	141,288	6713	1,258
		б	517472	-	73295	-	141,641	6317	1,262
КЭС-90	ГМ	а	970366	77326	137328	11850	141,522	10189	1,244
		б	440828	6221	60526	957	137,301	5274	1,258
	ПУ	а	35661	-	6565	-	184,095	713	1,025
		б	24548	-	4476	-	182,337	557	1,026
ТЭЦ-90	ГМ	а	-	-	-	-	-	-	-
		б	-	-	-	-	-	-	-
	ПУ	а	541168	23381	80109	3588	148,030	4445	1,300
		б	449092	-	67049	-	149,299	4787	1,267
Прочее	ГМ	а	969069	45281	132913	6948	137,155	4312	1,256
		б	945950	18764	129028	2864	136,400	3340	1,241
	ПУ	а	69956	3666	8879	572	126,923	928	1,391
		б	-	-	-	-	-	-	-
			$Q_{от}$	$Q_{от}^{пвк}$	$B_{мэ}$	$B_{пвк}$	$b_{мэ}$	$\Delta_{тепл}$	$K_{отп(к)}^{мэ}$
АО-энерго		а	3158712	145988	449382	22386	142,267	27342	-
		б	2488494	28651	350275	4393	140,759	21906	-
Изменение			-	-	-	-	1,508	-	-

## Промежуточные показатели

Группа оборудования	Подгруппа оборудования	Период	Отпуск тепла энергетическими котлами, Гкал	Доля общего по АО-энерго отпуска тепла		
				энергетическими котлами	ПВК	
				$Q_{om}^{кэ}$	$\alpha_i^{кэ}$	$\alpha_i^{пвк}$
				1.4*	14*	15*
1	2	3	4	5	6	
Блоки 300К	ГМ	а	2411	0,000763	-	
		б	19080	0,007667	-	
Блоки 200К	ПУ	а	21712	0,006874	-	
		б	28956	0,009167	-	
ТЭЦ-130	ГМ	а	21568	0,008667	-	
		б	589369	0,186585	-	
	ПУ	а	517472	0,207946	-	
		б	893040	0,282723	0,024480	
	ГМ	а	434607	0,174647	0,002499	
		б	35661	0,911290	-	
КЭС-90	ПУ	а	24548	0,009865	-	
		б	-	-	-	
ТЭЦ-90	ГМ	а	-	-	-	
		б	-	-	-	
	ПУ	а	517787	0,163923	0,007403	
		б	449092	0,180467	-	
ГМ	а	923788	0,292457	0,014335		
	б	927186	0,372589	0,007541		
Прочее	ПУ	б	66290	0,026639	0,001473	
			$Q_{om}^{кэ}$	$\alpha^{кэ}$	$\alpha^{пвк}$	
АО-энерго		а	3012724	0,953782	0,046218	
		б	2459843	0,988487	0,011513	
Изменение			-	-0,034705	0,034705	

\* Номер расчетной формулы.

## Продолжение Таблицы ПЗ.2

## Правая часть таблицы

Группа оборудования	Подгруппа оборудования	Период	Удельный расход топлива, кг/Гкал						Удельная экономия топлива за счет теплофикации (без учета $\Delta b_{mzi}^{mf.o}$ )
			без учета $\Delta_{mzi}$					средний при раздельном производстве с учетом $\Delta_{mzi}$	
			фактический по энергетическим котлам	по ПВК	средний	при раздельном производстве			
						по энергетическим котлам	средний		
$b_{mzi}^{kz}$	$b_i^{nzk}$	$b_{mzi}^k$	$b_{mzi}^{p.kz}$	$b_{mzi}^{p.k}$	$b_{mzi}^p$	$\Delta b_{mzi}^{mf.o}$			
1	2	3	7	8	9	10	11	12	13
Блоки300К	ГМ	а	160,034	-	160,034	160,514	160,514	168,484	0,480
Блоки200К	ПУ	а	168,393	-	168,393	170,077	170,077	175,094	1,684
		б	167,650	-	167,650	169,159	169,159	174,302	1,509
ТЭЦ-130	ГМ	а	166,553	-	166,553	168,218	168,218	175,330	1,665
		б	166,027	-	166,027	167,355	167,355	174,132	1,328
	ПУ	а	137,697	-	137,697	173,223	173,223	177,762	35,526
		б	137,655	-	137,655	173,720	173,720	178,750	36,065
КЭС-90	ГМ	а	136,864	153,247	138,169	170,258	168,903	173,077	33,394
		б	133,316	153,834	133,605	167,711	167,515	172,131	34,395
	ПУ	а	175,547	-	175,547	179,936	179,936	188,698	4,389
		б	172,419	-	172,419	176,902	176,902	187,007	4,483
ТЭЦ-90	ГМ	а	-	-	-	-	-	-	-
		б	-	-	-	-	-	-	-
	ПУ	а	144,342	153,458	144,736	187,465	186,168	190,443	43,303
		б	144,949	-	144,949	183,650	183,650	189,162	38,701
Прочее	ПУ	а	134,621	153,442	135,500	169,084	168,353	170,445	34,463
		б	134,696	152,633	135,052	167,158	166,870	168,547	32,462
АО-энерго		а	138,613	153,341	139,295	173,552	172,618	176,326	34,939
		б	137,436	153,328	137,618	171,725	171,513	175,438	34,289
Изменение			1,177	0,013	1,677	1,827	1,105	0,888	0,650

\* Номер расчетной формулы.

Таблица ПЗ.3  
Левая часть таблицы

Составляющие изменения удельного топлива, кг/Гкал

Группа оборудования	Подгруппа оборудования	Раздельное производство		
		Экономичность оборудования		
		$\Delta b_{\text{тэи}}^{\text{р.эк.кэ}}$	$\Delta b_{\text{тэи}}^{\text{р.эк.пвк}}$	$\Delta b_{\text{тэи}}^{\text{р.эк.}}$
		13*	13*	13*
1	2	3	4	5
Блоки 300К	ГМ	-	-	-
Блоки 200К	ПУ	0,006	-	0,006
	ГМ	0,008	-	0,008
	Σ	0,014	-	0,014
ТЭЦ-130	ПУ	-0,093	-	-0,093
	ГМ	0,721	-0,014	0,707
	Σ	0,628	-0,014	0,614
КЭС-90	ПУ	0,034	-	0,034
ТЭЦ-90	ПУ	0,655	-	0,655
	ГМ	0,563	0,012	0,575
	Σ	1,218	0,012	1,230
Прочее	ПУ	-	-	-
		$\Delta b_{\text{тэи}}^{\text{р.эк.кэ}}$	$\Delta b_{\text{тэи}}^{\text{р.эк.пвк}}$	$\Delta b_{\text{тэи}}^{\text{р.эк.}}$
АО-энерго		1,894	-0,002	1,892

Продолжение Таблицы ПЗ.3  
Правая часть таблицы

Группа оборудования	Подгруппа оборудования	Раздельное производство				
		Структура отпуска тепла			Расход энергии на теплофикационную установку	Итого
		Энергетические котлы	ПВК	Всего		
		$\Delta b_{тэ}^{р.сmp.кэ}$	$\Delta b_{тэ}^{р.сmp.пвк}$	$\Delta b_{тэ}^{р.сmp}$	$\Delta b_{тэ}^{р.тепл}$	$\Delta b_{тэ}^p$
		16*	16*	16*	17*	18*
1	2	6	7	8	9	10
Блоки 300К	ГМ	-0,008	-	-0,008	0,006	-0,002
Блоки 200К	ПУ	0,002	-	0,002	-0,005	0,003
	ГМ	-0,002	-	-0,002	0,006	0,012
	Σ	0,000	-	0,000	0,001	0,015
ТЭЦ-130	ПУ	-0,047	-	-0,047	-0,199	-0,339
	ГМ	-0,411	-0,389	-0,800	0,465	0,372
	Σ	-0,458	-0,389	-0,847	0,266	0,033
КЭС-90	ПУ	0,007	-	0,007	-0,001	0,040
ТЭЦ-90	ПУ	-0,201	-0,134	-0,335	-0,262	0,058
	ГМ	0,349	-0,128	0,221	0,004	0,800
	Σ	0,148	-0,262	-0,114	-0,258	0,858
Прочее	ПУ	0,152	0,023	0,175	-0,231	-0,056
		$\Delta b_{тэ}^{р.сmp.кэ}$	$\Delta b_{тэ}^{р.сmp.пвк}$	$\Delta b_{тэ}^{р.сmp}$	$\Delta b_{тэ}^{р.тепл}$	$\Delta b_{тэ}^p$
АО-энерго		-0,159	-0,628	-0,787	-0,217	0,888



Группа оборудования	Под группа оборудования	Теплофикация					Итого	
		Соотношение объемов отпуска электроэнергии и тепла	Структура отпуска тепла			Расход энергии на теплофика- ционную установку		Всего
			Энергетические котлы	ПВК	Всего			
			$\delta b_{mэ}^{тф.о}$	$\Delta b_{mэ}^{тф.сmp.кэ}$	$\Delta b_{mэ}^{тф.сmp.пвк}$			
19*	21*	21*	21*	22*	23*	24*		
Блоки300К	ГМ	-	0,026	-	0,026	0,000	0,026	0,024
Блоки200К	ПУ	-0,001	-0,026	-	-0,026	0,000	-0,027	-0,024
	ГМ	-0,003	0,016	-	0,016	0,000	0,013	0,025
	Σ	-0,004	0,010	-	-0,010	0,000	-0,014	0,001
ТЭЦ-130	ПУ	0,100	0,038	-	0,038	0,040	0,178	-0,161
	ГМ	0,283	-0,011	0,754	0,743	-0,089	0,937	1,309
	Σ	0,383	0,027	0,754	0,781	-0,049	1,115	1,148
КЭС-90	ПУ	0,001	0,042	-	0,042	0,000	0,043	0,083
ТЭЦ-90	ПУ	-0,754	0,073	0,254	0,327	0,041	-0,386	-0,328
	ГМ	-0,585	-0,146	0,233	0,087	-0,009	-0,507	0,293
	Σ	-1,339	-0,073	0,487	0,414	0,032	-0,893	-0,035
Прочее	ПУ	-	0,328	-0,051	0,277	0,068	0,345	0,289
		$\delta b_{mэ}^{тф.о}$	$\Delta b_{mэ}^{тф.сmp.кэ}$	$\Delta b_{mэ}^{тф.сmp.пвк}$	$\Delta b_{mэ}^{тф.сmp}$	$\Delta b_{mэ}^{тф.менз}$	$\Delta b_{mэ}^{тф}$	$\Delta b_{mэ}$
АО-энерго		-0,959	0,340	1,190	1,530	0,051	0,622	1,510

\* Номер расчетной формулы.

### Примечания к приложению 3:

1. Увеличение удельного расхода топлива на тепло (кг/Гкал) в целом по АО-энерго составило:

фактического  $\Delta b_{mэ} = 1,508$  (гр.8 табл. ПЗ.1 и гр. 17 табл. ПЗ.3);

при раздельном производстве (с учетом  $\mathcal{E}_{менз}$ )  $\Delta b_{mэ}^P = 0,888$  (гр. 12 табл. ПЗ.2 и гр. 10 табл. ПЗ.3).

2. Увеличение фактического удельного расхода топлива (кг/Гкал) вследствие снижения эффективности теплофикации равно:

$$\Delta b_{mэ}^{мф} = \Delta b_{mэ} - \Delta b_{mэ}^P = 1,508 - 0,888 = 0,620$$

(см. гр. 16 табл. ПЗ.3).

3. Изменение удельного расхода топлива при раздельном производстве без учета  $\mathcal{E}_{менз}$  составило  $\Delta b_{mэ}^{P,к} = 1,105$  (гр. 11 табл. ПЗ.2). Оно равно сумме двух составляющих: влияния изменения экономичности оборудования  $\Delta b_{mэ}^{P,эк} = 1,892$  (гр. 5 табл. ПЗ.3) и структуры отпуска тепла  $\Delta b_{mэ}^{P,сmp} = -0,787$  (гр. 8 табл. ПЗ.3).

### Детализация отчёта.

Приведенные в основном тексте Стандарта формулы позволяют определить влияние на удельный расход топлива по электростанции в целом изменения только удельных расходов топлива подгрупп оборудования. Для определения влияния показателей котлов и турбоагрегатов предлагается следующий способ:

в развернутом виде представляются формулы для расчета изменения (условные обозначения и единицы измерения соответствуют РД 34.08.552-95):

- удельного расхода топлива на электроэнергию при раздельном производстве:

$$\Delta b_{\text{э}}^p = b_{\text{эа}}^p - b_{\text{эб}}^p = b_{\text{эб}}^p \left[ \frac{q_{\text{ма}}^p (100 + q_{\text{ма}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{кб}}^{\text{бр}} \kappa_{\text{Qа}}}{q_{\text{мб}}^p (100 + q_{\text{мб}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{ка}}^{\text{бр}} \kappa_{\text{Qб}}} \cdot \frac{(100 - q_{\text{кб}}^{\text{сн}})(100 - \bar{\varepsilon}_{\text{эб}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{млб}}}{(100 - q_{\text{ка}}^{\text{сн}})(100 - \bar{\varepsilon}_{\text{эа}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{мла}}} - 1 \right], \quad (4.1)$$

где

$$q_m^p = q_m \kappa_{\text{отр}(m)}; \quad (4.2)$$

- удельного расхода топлива по энергетическим котлам при раздельном производстве:

$$\Delta b_{\text{мэ}}^{p,\text{кэ}} = b_{\text{мэа}}^{p,\text{кэ}} - b_{\text{мэб}}^{p,\text{кэ}} = b_{\text{мэб}}^{p,\text{кэ}} \left[ \frac{(100 + \alpha_{\text{ном.а}}^{\text{кэ}}) \eta_{\text{кб}}^{\text{бр}} \kappa_{\text{Qа}}}{(100 + \alpha_{\text{ном.б}}^{\text{кэ}}) \eta_{\text{ка}}^{\text{бр}} \kappa_{\text{Qб}}} \cdot \frac{(100 - q_{\text{кб}}^{\text{сн}})(100 - \bar{\varepsilon}_{\text{эб}}^{\text{сн}})(100 - \bar{\varepsilon}_{\text{ма}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{млб}}}{(100 - q_{\text{ка}}^{\text{сн}})(100 - \bar{\varepsilon}_{\text{эа}}^{\text{сн}})(100 - \bar{\varepsilon}_{\text{мб}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{мла}}} - 1 \right]; \quad (4.3)$$

- эффекта теплофикации по отпуску электроэнергии:

$$\Delta(\Delta b_{\text{э}}^{\text{мф.о}}) = \Delta b_{\text{эа}}^{\text{мф.о}} - \Delta b_{\text{эб}}^{\text{мф.о}} = \Delta b_{\text{эб}}^{\text{мф.о}} \left[ \frac{q_{\text{ма}}^p (100 + q_{\text{ма}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{кб}}^{\text{бр}} \kappa_{\text{Qа}} (100 - q_{\text{кб}}^{\text{сн}})(100 - \bar{\varepsilon}_{\text{эб}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{млб}} (1 - \xi_{\text{ср.а}}) \alpha_{\text{ома}}^{\text{кэ}}}{q_{\text{мб}}^p (100 + q_{\text{мб}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{ка}}^{\text{бр}} \kappa_{\text{Qб}} (100 - q_{\text{ка}}^{\text{сн}})(100 - \bar{\varepsilon}_{\text{эа}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{мла}} (1 - \xi_{\text{ср.а}}) \alpha_{\text{омб}}^{\text{кэ}}} - 1 \right], \quad (4.4)$$

где

$$\alpha_{\text{ом}}^{\text{кэ}} = \frac{\Delta Q_{\text{э(отр)}}}{(Q_{\text{к}}^{\text{бр}} - Q_{\text{к}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{мл}} + \Delta Q_{\text{э(отр)}}}; \quad (4.5)$$

- эффекта теплофикации по отпуску тепла:

$$\Delta(\Delta b_{\text{э}}^{\text{мф.о}}) = \Delta b_{\text{эа}}^{\text{мф.о}} - \Delta b_{\text{эб}}^{\text{мф.о}} = \Delta b_{\text{эб}}^{\text{мф.о}} \left[ \frac{(100 + \alpha_{\text{нома}}^{\text{кэ}}) \eta_{\text{кб}}^{\text{бр}} \kappa_{\text{Qа}}}{(100 + \alpha_{\text{номб}}^{\text{кэ}}) \eta_{\text{ка}}^{\text{бр}} \kappa_{\text{Qб}}} \cdot \frac{(100 - q_{\text{кб}}^{\text{сн}})(100 - \bar{\varepsilon}_{\text{эб}}^{\text{сн}})(100 - \bar{\varepsilon}_{\text{ма}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{млб}} (1 - \xi_{\text{ср.а}}) \alpha_{\text{ома}}^{\text{кэ}}}{(100 - q_{\text{ка}}^{\text{сн}})(100 - \bar{\varepsilon}_{\text{эа}}^{\text{сн}})(100 - \bar{\varepsilon}_{\text{мб}}^{\text{сн}}) \eta_{\text{мла}} (1 - \xi_{\text{ср.а}}) \alpha_{\text{омб}}^{\text{кэ}}} - 1 \right]; \quad (4.6)$$

рассчитываются предварительные значения влияния каждого  $j$ -го промежуточного показателя на изменение удельного расхода топлива  $i$ -й подгруппы оборудования, определенного

по формуле (4.1):

$$\Delta b_{\text{эij}}^{p,\text{np}} = b_{\text{эби}}^p \left( \frac{\Pi_{\text{ijч}}}{\Pi_{\text{ijз}}} - 1 \right); \quad (4.7)$$

по формуле (4.3):

$$\Delta b_{\text{мэij}}^{p,\text{кэ},\text{np}} = b_{\text{мэби}}^{p,\text{кэ}} \left( \frac{\Pi_{\text{ijч}}}{\Pi_{\text{ijз}}} - 1 \right); \quad (4.8)$$

по формуле (4.4):

$$\Delta(\Delta b_{\text{эij}}^{\text{мф.о}})^{\text{np}} = \Delta b_{\text{эби}}^{\text{мф.о}} \left( \frac{\Pi_{\text{ijч}}}{\Pi_{\text{ijз}}} - 1 \right); \quad (4.9)$$

по формуле (4.6):

$$\Delta(\Delta b_{\text{мэij}}^{\text{мф.о}})^{\text{np}} = \Delta b_{\text{мэби}}^{\text{мф.о}} \left( \frac{\Pi_{\text{ijч}}}{\Pi_{\text{ijз}}} - 1 \right); \quad (4.9)$$

где  $\Pi_{ij4}$  и  $\Pi_{ij3}$  - значения каждого из промежуточных показателей соответственно в числителе и в знаменателе соответствующих формул;  
определяется сумма предварительных значений влияния всех показателей, входящих в формулу (4.1):

$$\Delta b_{\text{э}ij}^{p,np} = \sum_1^7 \Delta b_{\text{э}ij}^{p,np}; \quad (4.11)$$

в формулу (4.3):

$$\Delta b_{m\text{э}ij}^{p,\kappa\text{э},np} = \sum_1^7 \Delta b_{m\text{э}ij}^{p,\kappa\text{э},np}; \quad (4.12)$$

в формулу (4.4):

$$\Delta(\Delta b_{\text{э}ij}^{m\phi,o})^{np} = \sum_1^9 \Delta(\Delta b_{\text{э}ij}^{m\phi,o})^{np}; \quad (4.13)$$

в формулу (4.6):

$$\Delta(\Delta b_{m\text{э}ij}^{m\phi,o})^{np} = \sum_1^9 \Delta(\Delta b_{m\text{э}ij}^{m\phi,o})^{np}; \quad (4.14)$$

рассчитываются уточненные значения влияния каждого из промежуточных показателей на удельные расходы топлива подгруппы оборудования:

$$\Delta b_{\text{э}ij}^p = \Delta b_{\text{э}ij}^{p,np} \frac{\Delta b_{\text{э}ij}^p}{\Delta b_{\text{э}ij}^{p,np}}; \quad (4.15)$$

$$\Delta b_{m\text{э}ij}^{p,\kappa\text{э}} = \Delta b_{m\text{э}ij}^{p,\kappa\text{э},np} \frac{\Delta b_{m\text{э}ij}^{p,\kappa\text{э}}}{\Delta b_{m\text{э}ij}^{p,\kappa\text{э},np}}; \quad (4.16)$$

$$\Delta(\Delta b_{\text{э}ij}^{m\phi,o}) = \Delta(\Delta b_{\text{э}ij}^{m\phi,o})^{np} \frac{\Delta(\Delta b_{\text{э}ij}^{m\phi,o})}{\Delta(\Delta b_{\text{э}ij}^{m\phi,o})^{np}}; \quad (4.17)$$

$$\Delta(\Delta b_{m\text{э}ij}^{m\phi,o}) = \Delta(\Delta b_{m\text{э}ij}^{m\phi,o})^{np} \frac{\Delta(\Delta b_{m\text{э}ij}^{m\phi,o})}{\Delta(\Delta b_{m\text{э}ij}^{m\phi,o})^{np}}; \quad (4.18)$$

определяется значение влияния каждого из промежуточных показателей на удельный расход топлива по электростанции в целом:

$$\Delta b_{\text{э}ij}^{p,\kappa} = \Delta b_{\text{э}ij}^p \alpha_{ai}^2; \quad (4.19)$$

$$\Delta b_{m\text{э}ij}^{p,\kappa} = \Delta b_{m\text{э}ij}^{p,\kappa\text{э}} \alpha_{ai}^{\kappa\text{э}} + \Delta b_{ij}^{n\kappa} \alpha_{ai}^{n\kappa}; \quad (4.20)$$

$$\delta b_{\text{э}ij}^{m\phi,o} = \Delta(\Delta b_{\text{э}ij}^{m\phi,o}) \alpha_{ai}^2; \quad (4.21)$$

$$\delta b_{m\text{э}ij}^{m\phi,o} = \Delta(\Delta b_{m\text{э}ij}^{m\phi,o}) \alpha_{ai}^{\kappa\text{э}}; \quad (4.22)$$

Пример расчета влияния промежуточных показателей на изменение удельных расходов топлива подгруппы оборудования

Исходные значения удельных расходов топлива по подгруппе оборудования:

$$b_{\text{э}bi}^p = 367,834; b_{\text{э}ai}^p = 415,521; \Delta b_{\text{э}bi}^{m\phi,o} = 65,842; \Delta b_{\text{э}ai}^{m\phi,o} = 72,633; b_{\text{э}i}^p = 47,687; \Delta(\Delta b_{\text{э}i}^{m\phi,o}) = 6,791;$$

$$b_{m\text{э}bi}^{p,\kappa\text{э}} = 174,324; b_{m\text{э}ai}^{p,\kappa\text{э}} = 188,558; \Delta b_{m\text{э}bi}^{m\phi,o} = 31,203; \Delta b_{m\text{э}ai}^{m\phi,o} = 32,960; \Delta b_{m\text{э}i}^{p,\kappa\text{э}} = 14,234; \Delta(\Delta b_{m\text{э}i}^{m\phi,o}) = 1,757.$$

Исходные значения промежуточных показателей и результаты расчетов приведены в табл. П4.1.

Таблица П4.1  
Левая часть таблицы

Промежуточный показатель		Значение влияния промежуточного показателя на изменение				
Условное обозначение	Значение в периоде		$b_{\Delta i}^p$		$b_{m \Delta i}^{p, \kappa \Delta}$	
	базовом	анализируемом	предварительное	уточненное	предварительное	уточненное
	$\Pi_{bij}$	$\Pi_{aij}$	$\Delta b_{\Delta ij}^{p, np}$	$\Delta b_{\Delta ij}^p$	$\Delta b_{m \Delta ij}^{p, \kappa \Delta, np}$	$\Delta b_{m \Delta ij}^{p, \kappa \Delta}$
	-	-	4.7*	4.15*	4.8*	4.16*
$q_m^p$	2083	2142	10,419	10,946	-	-
$100 + q_m^{cn}$	101,0	102,0	3,642	3,826	-	-
$100 + \alpha_{ном}^{\kappa \Delta}$	101,2	102,2	-	-	1,723	1,762
$\eta_{\kappa}^{6p}$	90,0	87,0	12,684	13,325	6,011	6,148
$\kappa_Q$	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$100 - q_{\kappa}^{cn}$	98,0	97,0	3,792	3,984	1,797	1,838
$100 - \bar{\alpha}_s^{cn}$	94,03	91,28	11,082	11,642	5,252	5,372
$100 - \bar{\alpha}_m^{cn}$	98,5	97,0	-	-	-2,655	-2,715
$\eta_{mm}$	98,5	97,5	3,773	3,964	1,788	1,829
$1 - \xi_{cp}$	0,3522	0,3444	-	-	-	-
$\alpha_{om}^{\kappa \Delta}$	0,5082	0,5012	-	-	-	-
			$\Delta b_{\Delta i}^{p, np}$	$\Delta b_{\Delta i}^p$	$\Delta b_{m \Delta i}^{p, \kappa \Delta, np}$	$\Delta b_{m \Delta i}^{p, \kappa \Delta}$
			4.11*	-	4.12*	-
Итого			45,392	47,687	13,916	14,234

\* Номер расчетной формулы.

Продолжение Таблица П4.1  
Правая часть таблицы

Промежуточный показатель	Значение влияния промежуточного показателя на изменение			
	$\Delta b_{zi}^{mf.o}$		$\Delta b_{mzi}^{mf.o}$	
Условное обозначение	предварительное	уточненное	предварительное	уточненное
	$\Delta(\Delta b_{zij}^{mf.o})^{np}$	$\Delta(\Delta b_{zij}^{mf.o})$	$\Delta(\Delta b_{mzij}^{mf.o})^{np}$	$\Delta(\Delta b_{mzij}^{mf.o})$
	4.9*	4.17*	4.10*	4.18*
$q_m^p$	1,865	2,199	-	-
$100 + q_m^{ch}$	0,652	0,769	-	-
$100 + \alpha_{ном}^{кз}$	-	-	0,308	0,395
$\eta_k^{бр}$	2,270	2,676	1,076	1,380
$\kappa_Q$	0,0	0,0	0,0	0,0
$100 - q_k^{ch}$	0,679	0,800	0,322	0,413
$100 - \bar{\alpha}_3^{ch}$	1,984	2,339	0,940	1,205
$100 - \bar{\alpha}_m^{ch}$	-	-	-0,475	-0,609
$\eta_{mm}$	0,675	0,796	0,320	0,410
$1 - \xi_{ср}$	-1,458	-1,719	-0,691	-0,886
$\alpha_{от}^{кз}$	-0,907	-1,069	-0,430	-0,551
	$\Delta(\Delta b_{zi}^{mf.o})^{np}$	$\Delta(\Delta b_{zi}^{mf.o})$	$\Delta(\Delta b_{mzi}^{mf.o})^{np}$	$\Delta(\Delta b_{mzi}^{mf.o})$
	4.13*	-	4.14*	-
Итого	5,760	6,791	1,370	1,757

\* Номер расчетной формулы.

# Экспресс – оценка экономической эффективности энергосберегающих мероприятий на ТЭС.

## Введение

Основным принципом формирования эффективной Программы энергосбережения является максимизация отношения объемов экономии топлива и энергии к затратам на реализацию энергосберегающих мероприятий. Этот принцип осуществляется путем отбора наиболее эффективных энергосберегающих мероприятий.

Объективный отбор эффективных вариантов затрудняется большим количеством намечаемых независимых и альтернативных мероприятий и, соответственно, большим объемом технико-экономических расчетов, требующих значительных затрат времени и денежных средств.

В зависимости от масштабности энергосберегающих мероприятий их можно разделить на малозатратные и капиталоемкие. В любом случае целесообразно с точки зрения экономии времени и средств на выполнение технико-экономических расчетов проводить экспресс-оценку (упрощенную оценку) эффективности намечаемых мероприятий.

Для малозатратных мероприятий результаты экспресс-оценочного расчета достаточны для принятия решения о целесообразности проведения мероприятий.

Для крупномасштабных мероприятий экспресс-оценка является инструментом отбора экономически эффективных мероприятий, по которым следует разрабатывать технико-экономическое обоснование (ТЭО) и на его основе — проект бизнес-плана.

Экспресс-оценка эффективности мероприятий позволяет без проведения детализированных расчетов с достаточной степенью точности (учитывая большие лаги в определении стоимостных показателей) определять из всего состава намечаемых (предлагаемых) мероприятий наиболее эффективные.

Под энергосберегающими мероприятиями на ТЭС понимаются мероприятия, осуществление которых приводит к экономии топливно-энергетических ресурсов прямо (непосредственно на электростанции) или косвенно (в энергосистеме). При этом объем экономии определяется по разности технико-экономических результатов до и после проведения энергосберегающих мероприятий.

## 1. КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТЭС

### 1.1 Классификация критериев эффективности

Эффективность энергосберегающих мероприятий определяется системой критериев, отражающих соотношение затрат на проведение мероприятий и результатов, получаемых на ТЭС или в АО-энерго от их осуществления.

В зависимости от масштабности и значимости мероприятий (реконструкция, техническое перевооружение, модернизация, организационно-технические мероприятия) используются простые (без учета фактора времени) или интегральные (дисконтированные) критерии их экономической эффективности.

Простые критерии целесообразно применять при оценке эффективности малозатратных мероприятий, характеризующихся следующим:

— единовременные затраты на проведение мероприятия осуществляются в сроки менее 1 года;

— достигнутые вследствие проведения мероприятия технико-экономические результаты и дополнительные годовые эксплуатационные издержки, вызванные внедрением мероприятия, остаются неизменными в течение последующих лет эксплуатации.

В качестве **простых критериев** используются:

— годовой прирост чистой прибыли;

— срок окупаемости инвестиций.

Первый показатель характеризует абсолютное значение прибыли, остающейся в распоряжении ТЭС, а второй — скорость возврата вложенных в мероприятие капитальных вложений.

При разработке крупномасштабных мероприятий следует применять интегральные критерии, рассчитываемые с применением дисконтирования.

Дисконтирование (приведение) — это учет неоднозначности стоимостей в течение расчетного периода. Дисконтирование затрат и результатов осуществляется путем приведения будущих затрат и результатов к нынешнему периоду. Современная стоимость будущей суммы определяется с помощью дисконтирующего множителя.

В качестве **интегральных критериев** используются:

— чистый дисконтированный доход (ЧДД);

— дисконтированный срок окупаемости инвестиций.

Перечисленные выше критерии — это главные (определяющие) критерии, которые необходимы и, как правило, достаточны для определения эффективности мероприятия. Вместе с тем на практике встречаются случаи, когда требуется учитывать дополнительные факторы, которые могут быть вызваны условиями финансирования, конкуренцией, конъюнктурой и др. Тогда следует использовать дополнительные критерии.

## 1.2 Простые критерии эффективности

### 1.2.1 Годовой прирост чистой прибыли

Годовой прирост чистой прибыли от внедрения мероприятия ( $\Delta\Pi_{ч}$ ) равен годовому приросту балансовой прибыли за вычетом платежей и налогов:

$$\Delta\Pi_{ч} = \Delta\Pi_{б} - \Delta Н, \quad (1.1)$$

где  $\Delta\Pi_{б}$  — годовой прирост балансовой прибыли, руб.;

$\Delta Н$  — увеличение суммы установленных налогов и других платежей, руб./год.

Годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_{б}$  в общем виде определяется по выражению

$$\Delta\Pi_{б} = \Delta P - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (1.2)$$

где  $\Delta P$  — стоимостная оценка технико-экономических результатов осуществления мероприятия, руб./год:

$$\Delta P = \Delta B \Pi_{т}$$

(здесь  $\Delta B$  — экономия топливно-энергетических ресурсов, т.у.т.;  
 $C_t$  — средняя цена 1 т топлива в условном исчислении, руб.);  
 $\Delta U_{\text{сум}}$  — суммарный прирост годовых эксплуатационных издержек,  
вызванный осуществлением мероприятия, руб./год:

$$\Delta U_{\text{сум}} = \Delta U_{\text{ам}} + \Delta U_3$$

(в данном выражении  
 $\Delta U_{\text{ам}}$  — прирост амортизационных отчислений, руб./год;  
 $\Delta U_3$  — дополнительные годовые эксплуатационные издержки, вызванные  
осуществлением мероприятия, без амортизационных отчислений, руб./год).

Годовой прирост чистой прибыли  $\Delta\Pi_{\text{ч}}$  с учетом формулы (1.2) составляет

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} = \Delta P - \Delta U_{\text{сум}} - \Delta H. \quad (1.3)$$

Критерием эффективности мероприятия является условие

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} > 0. \quad (1.4)$$

### **1.2.2 Срок окупаемости инвестиций**

**Срок окупаемости инвестиций** ( $T_{\text{ок}}$ ) — наименьший отрезок времени, в течение которого единовременные затраты на проведение мероприятия возмещаются за счет приростов чистой прибыли и амортизационных отчислений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{м}}}{\Delta\Pi_{\text{ч}} + \Delta U_{\text{ам}}}, \quad (1.5)$$

где  $K_{\text{м}}$  — капитальные вложения (единовременные затраты) на проведение мероприятия, руб.

Критерием эффективности мероприятия является неравенство

$$T_{\text{ок}} \leq T_{\text{пр}}, \quad (1.6)$$

где  $T_{\text{пр}}$  — срок окупаемости, приемлемый для участвующих в финансировании мероприятия.

### **1.2.3 Выбор наиболее эффективных из нескольких намечаемых мероприятий**

Такой выбор производится по максимальным значениям чистой прибыли при приемлемом сроке окупаемости, т.е. ранжирование эффективных мероприятий производится по критерию

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} \rightarrow \max \text{ при } T_{\text{ок}} \leq T_{\text{пр}}. \quad (1.7)$$

## **1.3 Интегральные критерии эффективности**

### **1.3.1 Чистый дисконтированный доход (интегральный доход)**

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) определяется как разность за расчетный период между стоимостной оценкой технико-экономических результатов и затратами (единовременными и текущими) с учетом налогов и других платежей:



$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (\Delta P_t - \Delta U_{\text{эл}} - K_{\text{мт}} - \Delta H_t + L_t)(1+e)^{1-t}, \quad (1.8)$$

где  $T$  — расчетный период, рекомендуемый в расчетах эффективности энергосберегающих мероприятий, в пределах 10—15 лет;

$\Delta P_t$  — стоимостная оценка технико-экономических результатов в году  $t$ , руб./год;

$\Delta U_{\text{эл}}$  — дополнительные годовые эксплуатационные издержки в году  $t$ , вызванные проведением мероприятия, без амортизационных отчислений на реновацию, руб./год;

$K_{\text{мт}}$  — капитальные вложения в году  $t$  на проведение мероприятия, руб./год;

$\Delta H_t$  — увеличение налогов и платежей в году  $t$ , руб./год;

$L_t$  — ликвидационная стоимость основных фондов в году  $t$ , руб./год;

$(1+e)^{1-t}$  — коэффициент дисконтирования (коэффициент приведения, дисконтирующий множитель);

$e$  — норма дисконта, принимаемая с учетом банковских процентов на вклады, инфляции и риска.

Критерием эффективности мероприятия является условие

$$\text{ЧДД} > 0. \quad (1.9)$$

### 1.3.2 Дисконтированный срок окупаемости инвестиций

Дисконтированный срок окупаемости инвестиций — минимальный временной интервал (от начала осуществления мероприятия), по истечении которого чистый дисконтированный доход становится и в дальнейшем остается положительным.

Срок окупаемости с учетом дисконтирования результатов и затрат определяется на основании уравнений

$$\sum_{t=1}^T (\Delta P_t - \Delta U_{\text{эл}} - K_{\text{мт}} - \Delta H_t + L_t)(1+e)^{1-t} = 0 \quad (1.10)$$

или

$$\sum_{t=1}^T (\Delta \Pi_{\text{чт}} + \Delta U_{\text{амт}} - K_{\text{мт}} + L_t)(1+e)^{1-t} = 0, \quad (1.11)$$

решение которых в табличной или графической форме дает срок окупаемости в годах.

Критерием эффективности мероприятия является неравенство (1.6), т.е.

$$T_{\text{ок}} \leq T_{\text{пр}}.$$

## 2. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ТЭС

Алгоритм устанавливает единый порядок расчета основных технико-экономических результатов осуществления на ТЭС энергосберегающих мероприятий.

Технико-экономические результаты энергосберегающих мероприятий, проводимых на ТЭС, могут приводить или к экономии топливно-энергетических ресурсов непосредственно на электростанции, или их

положительный топливный эффект может проявиться только в энергосистеме (АО-энерго).

К технико-экономическим результатам, приводящим к снижению удельных расходов (экономии) топлива непосредственно на ТЭС, относятся:

- повышение КПД нетто котла;
- снижение удельного расхода тепла брутто на турбину;
- снижение расхода электроэнергии на собственные нужды ТЭС;
- снижение потерь топлива на пуски котла.

К технико-экономическим результатам, приводящим к сбережению топлива и другим положительным эффектам в энергосистеме или на данной электростанции при наличии на ней нескольких групп основного оборудования, относятся:

- увеличение (изменение) мощности и отпуска энергии;
- повышение надежности;
- увеличение продолжительности межремонтного периода;
- сокращение продолжительности ремонта.

В этих случаях топливный эффект (экономия топлива) достигается в энергосистеме или на данной электростанции за счет большей нагрузки высокоэкономичного оборудования ТЭС с низким удельным расходом топлива и, соответственно, разгрузки малоэкономичных агрегатов.

Ниже представлен алгоритм расчета годового прироста балансовой прибыли, являющейся основной составляющей в критериях экономической эффективности, при достижении указанных выше технико-экономических результатов осуществления на ТЭС энергосберегающих мероприятий.

В общем виде годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулу (1.2)] от мероприятия, дающего эффект непосредственно на электростанции, определяется по выражению

$$\Delta\Pi_6 = \Delta B \text{ Ц}_T - \Delta U_{\text{сум}}. \quad (2.1)$$

Годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.1) и (2.1)] от мероприятия, дающего, как правило, эффект в энергосистеме, определяется по выражению

$$\Delta\Pi_6 = \Delta D + \Delta B \text{ Ц}_T - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (2.2)$$

где  $\Delta D$  — прирост выручки (дохода), руб.

### **2.1 Годовой прирост балансовой прибыли ТЭС от повышения КПД нетто котла**

Годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] ТЭС от повышения КПД нетто котла происходит вследствие получаемой при этом экономии топлива и определяется по формуле

$$\Delta\Pi_6 = B \left( 1 - \frac{\eta_1}{\eta_2} \right) \text{Ц}_T - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (2.3)$$

где  $B$  — годовой расход топлива (в условном исчислении) котлом до проведения энергосберегающего мероприятия, т у.т.;

$\eta_1$  и  $\eta_2$  — среднегодовые КПД котла нетто до и после проведения энергосберегающего мероприятия, %.

## 2.2 Годовой прирост балансовой прибыли ТЭС от снижения удельного расхода тепла брутто на турбину

Годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] на ТЭС от снижения удельного расхода тепла брутто на турбину определяется по формуле

$$\Delta\Pi_6 = B \left( 1 - \frac{q_2}{q_1} \right) - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (2.4)$$

где  $q_1$  и  $q_2$  — удельный расход тепла брутто на турбину соответственно до и после проведения энергосберегающего мероприятия, ккал/(кВт·ч).

## 2.3 Годовой прирост балансовой прибыли ТЭС от снижения расхода электроэнергии на собственные нужды

Годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] ТЭС от снижения расхода электроэнергии на собственные нужды при заданных электростанции графиках отпуска электроэнергии и тепла определяется по формуле

$$\Delta\Pi_6 = v_{\text{эл}} (W_{\text{сн1}} - W_{\text{сн2}}) \Pi_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (2.5)$$

где  $v_{\text{эл}}$  — среднегодовой удельный расход топлива на выработанную электроэнергию до проведения энергосберегающего мероприятия, г/(кВт·ч);

$W_{\text{сн1}}$  и  $W_{\text{сн2}}$  — годовой расход электроэнергии на собственные нужды электростанции соответственно до и после проведения энергосберегающего мероприятия, кВт·ч.

## 2.4 Годовой прирост балансовой прибыли от снижения потерь топлива на пуски энергоблока (агрегата) и предотвращения отказов оборудования

### 2.4.1 Годовой прирост балансовой прибыли от снижения потерь топлива при пуске энергоблока (агрегата)

Годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] от снижения потерь топлива при пуске энергоблока (агрегата) определяется по формуле

$$\Delta\Pi_6 = (v_{\text{н}} - v_{\text{ф}}) n_{\text{п}} z - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (2.6)$$

где  $v_{\text{н}}$  — норма пусковых потерь топлива в условном исчислении, т у.т.;

$v_{\text{ф}}$  — фактические или расчетные пусковые потери топлива в условном исчислении, определяемые по этапам (для энергоблока: простой котла,

подготовка к пуску, растопка котла, толчок турбины, нагружение до номинальной нагрузки, стабилизация режима работы), т. у.т.;

$n_{\text{п}}$  — число пусков в году  $t$ ;

$z$  — число однотипных энергоблоков (агрегатов), на которых осуществляется мероприятие.

#### **2.4.2 Годовой прирост балансовой прибыли от предотвращения отказов (предотвращения внеплановых пусков) оборудования**

На электростанциях с поперечными связями годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] от предотвращения отказов оборудования определяется по формуле

$$\Delta\Pi_6 = (v_{\text{нк}i} m_{\text{к}i} z_{\text{к}i} + v_{\text{нт}j} m_{\text{т}j} z_{\text{т}j}) \Pi_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (2.7)$$

где  $v_{\text{нк}i}$  и  $v_{\text{нт}j}$  — нормы пусковых потерь топлива в условном исчислении при пуске соответственно котлов  $i$ -го и турбин  $j$ -го типа, т. у.т.;

$m_{\text{к}i}$  и  $m_{\text{т}j}$  — предотвращенное число отказов (внеплановых пусков) соответственно котлов  $i$ -го и турбин  $j$ -го типа;

$z_{\text{к}i}$  и  $z_{\text{т}j}$  — количество соответственно котлов  $i$ -го и турбин  $j$ -го типа.

На блочных электростанциях годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] от предотвращения отказов оборудования определяется по формуле

$$\Delta\Pi_6 = (\sum v_{\text{нб}i} m_{\text{б}i}) z_{\text{б}i} \Pi_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (2.8)$$

где  $v_{\text{нб}i}$  — норма пусковых потерь топлива в условном исчислении при пуске энергоблоков  $i$ -го типа, т. у.т.;

$m_{\text{б}i}$  — предотвращенное число отказов (внеплановых пусков) энергоблоков  $i$ -го типа;

$z_{\text{б}i}$  — количество энергоблоков  $i$ -го типа.

### **2.5 Годовой прирост балансовой прибыли вследствие увеличения (изменения) электрической и тепловой мощности (энергии)**

Для технико-экономических результатов, эффект которых отражается в энергосистеме, годовой прирост балансовой прибыли определяется в двух случаях:

- а) при наличии резерва мощности (энергии) в энергосистеме. При этом понимается, что резерв мощности (энергии) не меньше оптимального;
- б) при дефиците мощности в энергосистеме.

#### **Конденсационные электростанции**

##### **2.5.1 Годовой прирост балансовой прибыли вследствие увеличения мощности и отпуска электроэнергии**

а) При наличии в энергосистеме резерва электрической мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] определяется экономией топлива, достигаемой в результате перераспределения нагрузок между агрегатами электростанций:

$$\Delta\Pi_6 = (v_{мэл} - v_{эл}) \Delta W_{отп} \Pi_T - \Delta U_{сум}, \quad (2.9)$$

где  $v_{мэл}$  — удельный расход топлива на малоэкономичном агрегате энергосистемы, г/(кВт·ч);

$v_{эл}$  — удельный расход топлива на отпуск электроэнергии с шин электростанции, на которой внедряется мероприятие, г/(кВт·ч);

$\Delta W_{отп}$  — количество дополнительно отпущенной электроэнергии в результате внедрения мероприятия, кВт·ч.

б) При дефиците электрической мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] в энергосистеме складывается из прироста выручки от реализации дополнительного количества электроэнергии за вычетом стоимости израсходованного на нее топлива:

$$\Delta\Pi_6 = T_{эл} \Delta W_{отп} (1 - \beta_{эл}) - v_{эл} \Delta W_{отп} \Pi_T - \Delta U_{сум}, \quad (2.10)$$

где  $T_{эл}$  — средний тариф на электроэнергию в энергосистеме, руб./(кВт·ч);

$\beta_{эл}$  — коэффициент потерь энергии в электрических сетях.

## Теплоэлектроцентрали

### 2.5.2 Годовой прирост балансовой прибыли вследствие увеличения тепловой мощности и энергии с уменьшением электрической

а) При наличии в энергосистеме резерва электрической и тепловой мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] выражается в экономии топлива вследствие увеличения отпуска электроэнергии, выработанной по теплофикационному циклу, перераспределения нагрузок между источниками тепла, а также увеличения расхода топлива, связанного с необходимостью загрузки резервного источника электроэнергии на величину ( $\Delta W_{кн} - \Delta W_{тф}$ ) для обеспечения диспетчерского графика нагрузки:

$$\Delta\Pi_6 = [(v_{кн} \Delta W_{кн} - v_{тф} \Delta W_{тф}) + (v_{рез.т} - v_T) \Delta Q_{отп} - (v_{рез.эл} - v_{эл}) (\Delta W_{кн} - \Delta W_{тф})] \Pi_T - \Delta U_{сум}, \quad (2.11)$$

где  $v_{кн}$  и  $v_{тф}$  — удельный расход топлива на отпуск электроэнергии, выработанной соответственно по конденсационному и теплофикационному циклам, г/(кВт·ч);

$\Delta W_{кн}$  и  $\Delta W_{тф}$  — изменение годового отпуска электроэнергии от ТЭЦ, выработанной соответственно по конденсационному и теплофикационному циклам, кВт·ч;

$v_{рез.т}$  и  $v_T$  — удельный расход топлива на отпуск тепла соответственно резервными источниками и ТЭЦ, на которой внедряется мероприятие, кг/Гкал;

$\Delta Q_{отп}$  — увеличение отпуска тепла ТЭЦ вследствие внедрения мероприятия, Гкал;

$v_{рез.эл}$  — удельный расход топлива на отпуск электроэнергии резервными источниками, г/(кВт·ч).

б) При дефиците в энергосистеме электрической и тепловой мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)]

определяется дополнительной выручкой от реализации тепла за вычетом стоимости израсходованного на него топлива, покупкой электроэнергии у избыточной энергосистемы или на оптовом рынке, а также экономией топлива вследствие увеличения отпуска электроэнергии по теплофикационному циклу:

$$\Delta\Pi_6 = T_T \Delta Q_{\text{отп}} (1 - \beta_T) - B_T \Delta Q_{\text{отп}} \Pi_T - T_{\text{эл}} (\Delta W_{\text{кн}} - \Delta W_{\text{тф}}) + (B_{\text{кн}} \Delta W_{\text{кн}} - B_{\text{тф}} \Delta W_{\text{тф}}) \Pi_T - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (2.12)$$

где  $T_T$  — тариф на тепло, руб./Гкал;

$\beta_T$  — коэффициент потерь энергии в тепловых сетях.

### **2.5.3 Годовой прирост балансовой прибыли вследствие увеличения тепловой мощности и энергии без изменения электрической**

а) При наличии в энергосистеме резерва тепловой мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] выражается в экономии топлива вследствие перераспределения тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии (агрегатами энергосистемы):

$$\Delta\Pi_6 = (B_{\text{рез.т}} - B_T) \Delta Q_{\text{отп}} \Pi_T - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (2.13)$$

б) При дефиците в энергосистеме тепловой мощности и энергии прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] определяется по выражению

$$\Delta\Pi_6 = T_T \Delta Q_{\text{отп}} (1 - \beta_T) - B_T \Delta Q_{\text{отп}} \Pi_T - \Delta U_{\text{сум}}. \quad (2.14)$$

### **2.5.4 Годовой прирост балансовой прибыли вследствие увеличения тепловой мощности и энергии с увеличением электрической**

а) При наличии в энергосистеме резерва электрической и тепловой мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] выражается в экономии топлива вследствие перераспределения электрических и тепловых нагрузок между агрегатами энергосистемы:

$$\Delta\Pi_6 = [(B_{\text{мэл}} - B_{\text{эл}}) \Delta W_{\text{отп}} + (B_{\text{рез.т}} - B_T) \Delta Q_{\text{отп}}] \Pi_T - \Delta U_{\text{сум}}. \quad (2.15)$$

б) При дефиците в энергосистеме электрической и тепловой мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] выражается в увеличении выручки от реализации дополнительного количества электрической и тепловой энергии за вычетом связанных с этим дополнительных затрат на топливо:

$$\Delta\Pi_6 = T_{\text{э}} \Delta W_{\text{отп}} (1 - \beta_{\text{эл}}) - (\Delta W_{\text{кн}} B_{\text{кн}} + \Delta W_{\text{тф}} B_{\text{тф}}) \Pi_T + T_T \Delta Q_{\text{отп}} (1 - \beta_T) - B_T \Delta Q_{\text{отп}} \Pi_T - \Delta U_{\text{сум}}. \quad (2.16)$$

### **2.5.5 Годовой прирост балансовой прибыли вследствие увеличения электрической мощности и энергии без изменения тепловой**

Годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] в этом случае определяется аналогично разделу 2.5.1 настоящей Методики.

## 2.6 Предотвращение снижения балансовой прибыли вследствие повышения надежности оборудования ТЭС

Повышение надежности оборудования ТЭС (снижение количества технологических нарушений с полным или частичным сбросом нагрузки) в зависимости от ситуации может повлечь за собой следующие частные экономические результаты:

— предотвращение убытков (снижение прибыли) ТЭС, вызываемых недоотпуском ТЭС электрической и тепловой энергии;

— предотвращение убытков ТЭС, вызываемых расходом топлива на внеплановые пуски основного оборудования в случае его аварийного отключения;

— предотвращение убытков ТЭС, вызываемых проведением восстановительных (аварийных) ремонтов.

### 2.6.1 Предотвращение убытков (снижения балансовой прибыли) ТЭС, вызванных недоотпуском ТЭС электрической и тепловой энергии

Предотвращение снижения балансовой прибыли  $\Delta\Pi'_6$  в данном случае определяется аналогично выражениям (2.15 и 2.16) настоящего РД:

а) При наличии в энергосистеме резерва электрической и тепловой мощности и энергии

$$\Delta\Pi'_6 = [(V_{MЭЛ} - V_{ЭЛ}) \Delta W_{нед} + (V_{рез.т} - V_T) \Delta Q_{нед}] Ц_T - \Delta U_{сум}, \quad (2.17)$$

где  $\Delta W_{нед}$  и  $\Delta Q_{нед}$  — предотвращенные недоотпуски ТЭС электрической и тепловой энергии вследствие проведения мероприятия, направленного на повышение надежности оборудования (кВт·ч, Гкал), определяемые на основе статистических данных об отказах оборудования за ряд предшествующих лет и оценки воздействия мероприятия на сокращение отказов оборудования.

б) При дефиците в энергосистеме электрической и тепловой мощности и энергии

$$\begin{aligned} \Delta\Pi'_6 = & T_{ЭЛ} \Delta W_{нед} (1 - \beta_{ЭЛ}) - V_{ЭЛ} \Delta W_{нед} Ц_T + \\ & + T_T \Delta Q_{нед} (1 - \beta_T) - V_T \Delta Q_{нед} Ц_T - \Delta U_{сум}. \end{aligned} \quad (2.18)$$

### 2.6.2 Предотвращение убытков (снижения балансовой прибыли) ТЭС, связанных с расходом топлива на внеплановые пуски

Предотвращение снижения балансовой прибыли  $\Delta\Pi'_6$  в данном случае определяется аналогично выражениям (2.7) и (2.8) настоящего РД.

## 2.7 Годовой прирост балансовой прибыли вследствие увеличения продолжительности межремонтного периода

### Конденсационные электростанции

а) При наличии в энергосистеме резерва электрической мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] определяется по выражению

$$\Delta\Pi_6 = \Delta n_{рем} (V_{MЭЛ} - V_{ЭЛ}) \Delta W_{рем} Ц_T - \Delta U_{сум}, \quad (2.19)$$

где  $\Delta n_{\text{рем}}$  — сокращение числа ремонтов в расчете на один год в результате увеличения продолжительности межремонтного периода:

$$\Delta n_{\text{рем}} = \frac{1}{t_{\text{мрп1}}} - \frac{1}{t_{\text{мрп2}}} \quad (2.20)$$

(здесь  $t_{\text{мрп1}}$  и  $t_{\text{мрп2}}$  — продолжительность межремонтного периода до и после проведения мероприятия, лет);

$\Delta W_{\text{рем}}$  — количество электроэнергии, которое могло быть отпущено от КЭС, если бы не был выведен в году  $t$  агрегат (энергоблок) в капитальный ремонт, кВт·ч:

$$\Delta W_{\text{рем}} = \Delta N_{\text{расп}} t_{\text{рем.н}} (1 - \beta_{\text{сн.эл}}) \quad (2.21)$$

(в данной формуле  $\Delta N_{\text{расп}}$  — снижение располагаемой электрической мощности ТЭС при выводе основного оборудования в капитальный ремонт, кВт;

$t_{\text{рем.н}}$  — нормативная продолжительность ремонта, ч;

$\beta_{\text{сн.эл}}$  - коэффициент расхода электроэнергии на собственные нужды.)

б) При дефиците электрической мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta П_б$  [см. формулы (1.2) и (2.1)], получаемой от увеличения продолжительности межремонтного периода на КЭС, складывается из увеличения реализации дополнительного отпуска электроэнергии за счет сокращения числа ремонтов в расчете на один год за вычетом возрастания затрат на топливо, связанного с дополнительным отпуском электроэнергии:

$$\Delta П_б = \Delta n_{\text{рем}} [T_{\text{эл}} \Delta W_{\text{рем}} (1 - \beta_{\text{эл}}) - V_{\text{эл}} \Delta W_{\text{рем}} Ц_{\text{т}}] - \Delta U_{\text{сум}} \quad (2.22)$$

### Теплоэлектроцентрали

а) При наличии резерва электрической и тепловой мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta П_б$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] определяется по выражению

$$\Delta П_б = \Delta n_{\text{рем}} [(V_{\text{мэл}} - V_{\text{эл}}) \Delta W_{\text{рем}} + (V_{\text{рез.т}} - V_{\text{т}}) \Delta Q_{\text{рем}}] Ц_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (2.23)$$

где  $\Delta Q_{\text{рем}}$  — количество тепла, которое могло быть отпущено от ТЭЦ, если бы не был выведен в году  $t$  агрегат (энергоблок) в капитальный ремонт, Гкал:

$$\Delta Q_{\text{рем}} = Q_{\text{ном}} t_{\text{рем.л}} (1 - \beta_{\text{сн.т}}) \quad (2.24)$$

(здесь  $Q_{\text{ном}}$  — номинальная тепловая мощность ТЭС, Гкал/ч;

$\beta_{\text{сн.т}}$  - коэффициент расхода тепла на собственные нужды).

б) При дефиците электрической и тепловой мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta П_б$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] от увеличения продолжительности межремонтного периода на ТЭС выражается в увеличении выручки от реализации дополнительного количества энергии за вычетом связанных с этим дополнительных затрат на топливо:



$$\Delta\Pi_6 = \Delta n_{\text{рем}} [T_{\text{эл}} \Delta W_{\text{рем}} (1 - \beta_{\text{эл}}) - B_{\text{эл}} \Delta W_{\text{рем}} \Pi_{\text{т}} + T_{\text{т}} \Delta Q_{\text{рем}} (1 - \beta_{\text{т}}) - B_{\text{т}} \Delta Q_{\text{нед}} \Pi_{\text{т}}] - \Delta U_{\text{сум}}. \quad (2.25)$$

## 2.8 Годовой прирост балансовой прибыли от сокращения продолжительности простоя оборудования в ремонте

### Конденсационные электростанции

а) При наличии резерва электрической мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] определяется по выражению

$$\Delta\Pi_6 = n_{\text{рем}} (B_{\text{мэл}} - B_{\text{эл}}) \Delta W_{\text{рем1}} \Pi_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (2.26)$$

где  $n_{\text{рем}}$  — число ремонтов в расчете на один год:

$$n_{\text{рем}} = \frac{1}{t_{\text{мрп}}} \quad (2.27)$$

(здесь  $t_{\text{мрп}}$  — средняя продолжительность межремонтного периода за ряд лет между двумя любого вида смежными ремонтами, год);

$\Delta W_{\text{рем1}}$  — увеличение отпуска электроэнергии от КЭС в результате уменьшения по сравнению с нормативной продолжительности ремонта, кВт·ч:

$$\Delta W_{\text{рем1}} = \Delta N_{\text{расп}} \Delta t_{\text{рем}} (1 - \beta_{\text{сн.эл}}) \quad (2.28)$$

(в этом выражении  $\Delta t_{\text{рем}}$  — сокращение продолжительности простоя оборудования в ремонте по сравнению с установленным нормативом, ч).

б) При дефиците электрической мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)], получаемый за счет сокращения продолжительности простоя оборудования КЭС в ремонте, определяется аналогично формуле (2.22):

$$\Delta\Pi_6 = n_{\text{рем}} [T_{\text{эл}} \Delta W_{\text{рем1}} (1 - \beta_{\text{эл}}) - B_{\text{эл}} \Delta W_{\text{рем1}} \Pi_{\text{т}}] - \Delta U_{\text{сум}}. \quad (2.29)$$

### Теплоэлектроцентрали

а) При наличии резерва электрической и тепловой мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)], получаемый за счет сокращения продолжительности ремонта, определяется аналогично формуле (2.23):

$$\Delta\Pi_6 = n_{\text{рем}} [(B_{\text{мэл}} - B_{\text{эл}}) \Delta W_{\text{рем1}} + (B_{\text{рез.т}} - B_{\text{т}}) \Delta Q_{\text{рем1}}] \Pi_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}, \quad (2.30)$$

где  $\Delta Q_{\text{рем1}}$  — увеличение отпуска тепла от ТЭЦ при сокращении продолжительности ремонтных работ, Гкал:

$$\Delta Q_{\text{рем1}} = \Delta Q_{\text{ном}} \Delta t_{\text{рем}} (1 - \beta_{\text{сн.т}}). \quad (2.31)$$

б) При дефиците электрической и тепловой мощности и энергии годовой прирост балансовой прибыли  $\Delta\Pi_6$  [см. формулы (1.2) и (2.1)] вследствие сокращения продолжительности ремонта определяется аналогично формуле (2.25):

$$\Delta\Pi_6 = n_{\text{рем}} [T_{\text{эл}} \Delta W_{\text{рем1}} (1 - \beta_{\text{эл}}) - B_{\text{эл}} \Delta W_{\text{рем1}} C_T + T_T \Delta Q_{\text{рем1}} (1 - \beta_T) - B_T \Delta Q_{\text{рем1}} C_T] - \Delta U_{\text{сум}}. \quad (2.32)$$

### 3 УЧЕТ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЗАТРАТ НА ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Затраты на осуществление энергосберегающих мероприятий состоят из капитальных вложений (единовременных затрат) и годовых эксплуатационных издержек, вызванных внедрением мероприятия.

а) Капитальные вложения на осуществление мероприятия  $K_M$  (руб.) складываются из двух составляющих:

$$K_M = K_{M1} + K_{M2}, \quad (3.1)$$

где  $K_{M1}$  — затраты на проведение научно-исследовательских, проектных и конструкторских работ, руб.;

$K_{M2}$  — стоимость строительно-монтажных и наладочных работ, оборудования, материалов, запасных частей и т.п., а также затраты на эксплуатацию в период проведения мероприятия, руб.

Если мероприятие внедряется на нескольких однотипных агрегатах (объектах), то капитальные вложения определяются по выражению

$$K_M = K_{M1} - n_{\text{ар}} K_{M2}, \quad (3.2)$$

где  $n_{\text{ар}}$  — количество агрегатов (объектов), на которых внедряется мероприятие.

Если годовой экономический эффект определяется применительно к одному агрегату (объекту), то

$$K_M = \frac{K_{M1}}{n_{\text{ар}}} + K_{M2}. \quad (3.3)$$

б) В суммарные годовые эксплуатационные издержки, вызванные с внедрением мероприятия ( $\Delta U_{\text{сум}}$ ), входят амортизационные отчисления (в случае увеличения стоимости основных фондов) и дополнительные затраты на эксплуатацию (без учета затрат в период внедрения мероприятия):

$$\Delta U_{\text{сум}} = \Delta U_{\text{ам}} + \Delta U_3, \quad (3.4)$$

где  $\Delta U_{\text{ам}}$  — амортизационные отчисления, руб./год:

$$\Delta U_{\text{ам}} = \frac{\alpha_{\text{ам}}}{100} \cdot K_{\text{м}}, \quad (3.5)$$

$\alpha_{\text{ам}}$  — норма амортизационных отчислений, %;  
 $\Delta U_3$  — дополнительные эксплуатационные издержки (увеличение расхода электроэнергии и тепла, затрат на ремонт, заработной платы и др.), руб./год.

#### 4. АЛГОРИТМ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНОЧНОГО РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТЭС

В ходе расчета экономической эффективности энергосберегающих мероприятий в указанной ниже последовательности определяются следующие показатели:

4.1 Капитальные вложения

$$K_{\text{м}} = K_{\text{м1}} + K_{\text{м2}}.$$

4.2 Годовые дополнительные эксплуатационные издержки

$$\Delta U_{\text{сум}} = \Delta U_{\text{ам}} + \Delta U_3$$

4.3 Годовой прирост балансовой прибыли

Для мероприятия, дающего эффект непосредственно на ТЭС,

$$\Delta \Pi_6 = \Delta B \cdot \Pi_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}.$$

Для мероприятия, дающего эффект в энергосистеме или на данной ТЭС при наличии нескольких групп оборудования,

$$\Delta \Pi_6 = \Delta D + \Delta B \cdot \Pi_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}.$$

Если внедрение мероприятия приводит к нескольким технико-экономическим результатам, то годовой прирост балансовой прибыли определяется по сумме эффектов, получаемых от реализации этих результатов в обоих перечисленных выше случаях:

$$\Delta \Pi_6 = \Sigma \Delta B_i \cdot \Pi_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}$$

и

$$\Delta \Pi_6 = \Sigma \Delta D_i + \Sigma \Delta B_i \cdot \Pi_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}},$$

где  $\Sigma \Delta D_i$  — суммарная дополнительная выручка в энергосистеме или на данной ТЭС с различными группами оборудования, руб.;

$\Sigma \Delta B_i \cdot \Pi_{\text{т}}$  — суммарный энергосберегающий эффект на ТЭС или в энергосистеме в стоимостном выражении, руб.

4.4 Сумма приростов налогов и отчислений

$$\Delta H = \gamma \Delta \Pi_6 \text{ (здесь } \gamma \text{ - процент налогов и отчислений).}$$

4.5 Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta \Pi_{\text{ч}} = \Delta \Pi_6 - \Delta H.$$

4.6 Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{м}}}{\Delta \Pi_{\text{ч}} + \Delta U_{\text{ам}}}.$$

#### Расчет интегральных критериев эффективности

4.7 Поток чистых реальных денег в году t

$$P = \Delta \Pi_{\text{чt}} + \Delta U_{\text{амt}} - K_{\text{мt}} - H_{\text{t}}.$$

4.8 Коэффициент приведения (дисконтирование)

$$a_t = (1 + e)^{1-t}$$

4.9 Чистый экономический эффект в году  $t$

$$\mathcal{E}_{\text{эк}} = (\Delta\Pi_{\text{чт}} + \Delta U_{\text{амт}} - K_{\text{мт}} - H_t + J_t) (1 + e)^{t-1}.$$

4.10 Интегральный эффект (ЧДД) нарастающим итогом

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \sum_1^T (\Delta\Pi_{\text{чт}} + \Delta U_{\text{амт}} - K_{\text{мт}} - H_t + J_t) (1 + e)^{t-1}.$$

4.11 Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия  $T_{\text{ок}}$

Рассчитывается графическим или табличным способом по уравнению

$$\sum_1^T (\Delta\Pi_{\text{чт}} + \Delta U_{\text{амт}} - K_{\text{мт}} - H_t + J_t) (1 + e)^{t-1} = 0.$$

## 5 ПОРЯДОК РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО МЕРОПРИЯТИЯ

Рекомендуется следующий порядок расчета экономической эффективности энергосберегающего мероприятия:

а) На стадии разработки мероприятия рассчитываются:

— ожидаемые технико-экономические результаты проведения мероприятия (повышение КПД нетто котла, снижение расхода электроэнергии на собственные нужды и др.);

— ожидаемые приросты дохода (ожидаемая годовая экономия) от проведения мероприятия;

— ожидаемые затраты на проведение мероприятия;

— ожидаемая экономическая эффективность мероприятия по установленным показателям и критериям.

б) На стадии внедрения мероприятия рассчитываются:

— достигнутые технико-экономические результаты внедрения мероприятия;

— фактические приросты дохода (фактическая годовая экономия) от внедрения мероприятия;

— фактические затраты на внедрение мероприятия;

— фактическая экономическая эффективность мероприятия на базе достигнутых показателей.

Основными составляющими затрат на проведение энергосберегающего мероприятия являются единовременные затраты на разработку проекта, приобретение, доставку и установку оборудования, аппаратуры и приборов, а также годовые текущие расходы, связанные с их эксплуатацией (амортизационные отчисления, расходы на ремонт и техническое обслуживание и др.).

## 6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ НОРМЫ ДИСКОНТИРОВАНИЯ

При оценке эффективности энергосберегающих мероприятий численные значения нормы дисконтирования должны приниматься в зависимости от источника финансирования собственных средств, кредитов и акционерного капитала. При этом нормы дисконтирования могут быть ориентированы на величины, превышающие уровни:

— банковских процентов по вкладам для инвестиций из собственных источников;

— банковских процентов за кредиты для инвестиций, полученных за счет заемных средств;

— ожидаемых доходов по привилегированным акциям для инвестиций, полученных за счет акционерного капитала.

## 7. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

Приведенные ниже восемь примеров расчета выполнены по одной из очередей условной электростанции, оборудованной теплофикационными турбинами Т-100-130 и котлами ТГМП-90, в соответствии с разработанными в настоящей Методике алгоритмами расчета технико-экономических показателей энергосберегающих мероприятий и их эффективности в такой последовательности:

7.1 Повышение КПД нетто котла.

7.2 Снижение удельного расхода тепла брутто на турбину.

7.3 Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды (с.п.).

7.4 Снижение потерь топлива на пуски котла.

7.5 Увеличение электрической и тепловой мощности ТЭЦ.

7.6 Повышение надежности оборудования ТЭС.

7.7 Увеличение продолжительности межремонтного периода.

7.8 Сокращение продолжительности ремонта.

В примерах расчета принято, что все мероприятия, приводящие к перечисленным выше технико-экономическим результатам, проводятся на одной из турбин Т-100-130 и одном из котлов ТГМП-90.

В пятом примере расчет экономической эффективности мероприятия выполнен без учета и с учетом фактора времени (дисконтирования).

В остальных примерах расчеты (как наиболее часто применяемые на практике) выполнены без дисконтирования.

Кроме того, в примерах 5 — 8 расчеты проводятся для случаев, когда рассматриваемая ТЭЦ работает в условиях избыточной (при наличии резерва электрической и тепловой энергии) и дефицитной АО-энерго. В первом случае в результате проведения мероприятия происходит дополнительная экономия топлива в АО-энерго, в другом — прирост выручки (дохода).

### 7.1 Основные исходные данные, используемые в примерах расчета

Таблица 1

Показатель	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя
1. Номинальная мощность:			
электрическая	МВт	$N_{ном}$	100
тепловая	Гкал/ч	$Q_{ном}$	180
2. Годовой отпуск энергии:			
электрической	млн. кВт·ч	$W_{отп}$	596,0
тепловой	тыс. Гкал	$Q_{отп}$	725,3
3. Расход на собственные нужды энергии:			
электрической	млн. кВт·ч	$W_{сп}$	34,7
тепловой	тыс. Гкал	$Q_{сп}$	43,5
4. Годовой расход топлива	тыс. т у.т.	$B$	288,1
5. Удельный расход топлива на отпуск энергии:			
электрической	г/(кВт·ч)	$B_{эл}$	305,6

тепловой	кг/Гкал	$B_T$	131,5
6. Удельный расход топлива от резервных источников на отпуск энергии:			
электрической	г/(кВт·ч)	$B_{рез.эл}$	412,6
тепловой	кг/Гкал	$B_{рез.т}$	180,2
7. Коэффициент использования установленной мощности:			
электрической	%	$K_{эл}$	72,0
тепловой	%	$K_T$	46,0
8. Коэффициент расхода на собственные нужды энергии:			
электрической	%	$\beta_{сн.эл}$	5,50
тепловой	%	$\beta_{сн.т}$	6,00
9. Коэффициент потерь энергии в сетях:			
электрических		$\beta_{эл}$	12
тепловых		$\beta_T$	10
10. Цена 1 т топлива в условном исчислении:	тыс. руб./т у.т.	$C_T$	0,556
11. Средний тариф на отпуск энергии:			
электрической	руб./(кВт·ч)	$T_{эл}$	0,68
тепловой	руб./Гкал	$T_T$	250
12. Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25
13. Норма дисконта	-	$e$	0,1

### Пример 1 Повышение КПД нетто котла

**Мероприятие:** установка стационарного обдувочного устройства на пароперегревателе котла.

**Результат:** повышение КПД нетто котла за счет уменьшения потерь тепла с уходящими газами (приложение А).

#### 1 Исходные данные

Показатель	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя
1. КПД нетто котла:			
до проведения мероприятия	%	$\eta_1$	92,1
после проведения мероприятия	%	$\eta_2$	93,5
2. Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_m$	1200
3. Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	30
В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	30

#### 2 Расчет годового прироста балансовой прибыли

Показатель	Единица измерения	Расчетная формула	Расчет показателя
1. Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B = B (1 - \eta_1/\eta_2)$	$288,1 \times 1000 \times (1 - 92,1/93,5) = 4313,8$
2. Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_T = \Delta B C_T$	$4313,8 \times 0,556 = 2398,47$
3. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta \Pi_б = \Delta C_T - \Delta U_{сум}$	$2398,47 - 30 = 2368,47$

#### 3 Расчет экономической эффективности

##### 1 Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} = \Delta\Pi_{\text{б}} (1 - \gamma/100) = 2368,47 (1 - 0,25) = 1776,35 \text{ тыс. руб.}$$

2 Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{м}}/(\Delta\Pi_{\text{ч}} + \Delta U_{\text{ам}}) = 1200/(1776,35 + 30) = 0,66 \text{ года.}$$

### Пример 2 Снижение удельного расхода тепла брутто на турбину

**Мероприятие:** восстановление уплотнений в проточной части и доведение зазоров до заводских значений.

**Результат:** снижение удельного расхода тепла брутто на турбину за счет уменьшения утечек пара (см. приложение А).

#### 1 Исходные данные

Показатель	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя
1. Удельный расход тепла брутто на турбину:			
до проведения мероприятия	ккал/(кВт·ч)	$q_1$	1628,00
после проведения мероприятия	ккал/(кВт·ч)	$q_2$	1614,00
2. Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_{\text{м}}$	800,00
3. Норма амортизации	%	$\alpha_{\text{ам}}$	2,50
4. Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{\text{сум}}$	20,00
В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{\text{ам}}$	20,00

#### 2 Расчет годового прироста балансовой прибыли

Показатель	Единица измерения	Расчетная формула	Расчет показателя
1. Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B = B (1 - q_2/q_1)$	$288,1 \times 1000 \times (1 - 1614/1628) = 2477,52$
2. Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_{\text{т}} = \Delta B C_{\text{т}}$	$2477,52 \times 0,556 = 1377,5$
3. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta\Pi_{\text{б}} = \Delta C_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}$	$1377,5 - 20 = 1357,5$

#### 3 Расчет экономической эффективности

1 Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} = \Delta\Pi_{\text{б}} (1 - \gamma/100) = 1357,5 (1 - 0,25) = 1018,13 \text{ тыс. руб.}$$

2 Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{м}}/(\Delta\Pi_{\text{ч}} + \Delta U_{\text{ам}}) = 800/(1018,13 + 20) = 0,77 \text{ года.}$$

### Пример 3 Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды (с.н.)

**Мероприятие:** Модернизация дымососа с установкой дополнительных лопаток.

**Результат:** снижение расхода электроэнергии на тягу и дутье вследствие снижения потребляемой мощности дымососа (см. приложение А).

## 1 Исходные данные

Показатель	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя
1. Снижение расхода электроэнергии на с.п.:			
до проведения мероприятия	млн. кВт·ч	$W_{сн1}$	31,8
после проведения мероприятия	млн. кВт·ч	$W_{сн2}$	26,2
2. Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_m$	480
3. Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	12
В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	12



## 2 Расчет годового прироста балансовой прибыли

Показатель	Единица измерения	Расчетная формула	Расчет показателя
1. Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B = B_{\text{эл}} (W_{\text{сн1}} - W_{\text{сн2}})$	$305,6 \times (31,8 - 26,2) = 1711,36$
2. Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_{\text{т}} = \Delta B \text{ Ц}_{\text{т}}$	$1711,36 \times 0,556 = 951,52$
3. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta \text{П}_6 = \Delta C_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}$	$951,52 - 12 = 939,52$

## 3 Расчет экономической эффективности

1 Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta \text{П}_ч = \Delta \text{П}_6 (1 - \gamma/100) = 939,52 (1 - 0,25) = 704,64 \text{ тыс. руб.}$$

2 Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{м}} / (\Delta \text{П}_ч + \Delta U_{\text{ам}}) = 480 / (704,64 + 12) = 0,67 \text{ года.}$$

### Пример 4 Снижение потерь топлива на пуски котла

**Мероприятие:** проведение режимной наладки котла.

**Результат:** сокращение потерь топлива при пуске котла (см. приложение А).

#### 1 Исходные данные

Показатель	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя
1. Потери топлива в условном исчислении при пуске котла из холодного состояния:			
норма	т у.т.	$B_{\text{н}}$	25
факт.	т у.т.	$B_{\text{ф}}$	19
2. Число пусков в году	—	$n_{\text{п}}$	48
3. Число однотипных энергоблоков (агрегатов)	—	$Z$	1
4. Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_{\text{м}}$	100
5. Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{\text{сум}}$	0
В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{\text{ам}}$	0

## 2 Расчет годового прироста балансовой прибыли

Показатель	Единица измерения	Расчетная формула	Расчет показателя
1. Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B = (B_{\text{н}} - B_{\text{ф}}) n_{\text{п}} Z$	$(25 - 19) \times 48 \times 1 = 288$
2. Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_{\text{т}} = \Delta B \text{ Ц}_{\text{т}}$	$288 \times 0,556 = 160,13$
3. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta \text{П}_6 = \Delta C_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}$	$160,13 - 0 = 160,13$

## 3 Расчет экономической эффективности

1 Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta \text{П}_ч = \Delta \text{П}_6 (1 - \gamma/100) = 160,13 (1 - 0,25) = 120,1 \text{ тыс. руб.}$$

2 Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{м}} / (\Delta \text{П}_ч + \Delta U_{\text{ам}}) = 100 / 120,1 = 0,83 \text{ года.}$$

## Пример 5 Изменение электрической и тепловой мощности ТЭЦ

Мероприятие: модернизация проточных частей ЦСД турбины Т-100-130.

Результат: увеличение отпуска электрической и тепловой энергии (варианты № 1 и 2); увеличение тепловой мощности с уменьшением электрической (вариант № 3) — см. приложение А.

### 1. ВАРИАНТ № 1

#### 1.1 Исходные данные без учета фактора времени (дисконтирования)

Показатель	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя
1. Номинальная мощность турбины:			
электрическая	МВт	$N_{ном}$	100,00
увеличение электрической мощности	МВт	$\Delta N_{ном}$	2,00
тепловая	Гкал/ч	$Q_{ном}$	180,00
увеличение тепловой мощности	Гкал/ч	$\Delta Q_{ном}$	4,00
2. Изменение отпуска электроэнергии, выработанной:			
по конденсационному циклу	млн. кВт·ч	$\Delta W_{кн}$	7,00
по теплофикационному циклу	млн. кВт·ч	$\Delta W_{тф}$	4,92
3. Коэффициент использования мощности ТЭЦ:			
электрической	%	$k_{эл}$	72,00
тепловой	%	$k_{т}$	46,00
4. Удельный расход топлива на отпуск энергии:			
электрической	г/(кВт·ч)	$v_{эл}$	305,60
тепловой	кг/Гкал	$v_{т}$	131,50
5. Удельный расход топлива от резервных источников на отпуск энергии:			
электрической	г/(кВт·ч)	$v_{рез.эл}$	412,60
тепловой	кг/Гкал	$v_{рез.т}$	180,20
6. То же по конденсационному циклу			
по теплофикационному циклу	г/(кВт·ч) г/(кВт·ч)	$v_{кн}$ $v_{тф}$	365,00 170,00
7. Коэффициент расхода на с.н. энергии:			
электрической	—	$\beta_{сн.эл}$	0,055
тепловой	—	$\beta_{сн.т}$	0,060
8. Коэффициент потерь энергии в сетях:			
электрических	—	$\beta_{эл}$	0,12
тепловых	—	$\beta_{т}$	0,10
9. Средний тариф на отпуск энергии:			
электрической	руб./(кВт·ч)	$T_{эл}$	0,68
тепловой	руб./Гкал	$T_{т}$	250,00
10. Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_{м}$	3200,00
11. Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,50
12. Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	192,00
в том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	80,00
13. Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$C_{т}$	0,556
14. Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00

## 1.2 Расчет годового прироста балансовой прибыли без учета фактора времени (дисконтирования)

Показатель	Единица измерения	Расчетная формула	Расчет показателя
Увеличение отпуска энергии:			
электрической	млн. кВт·ч	$\Delta W_{\text{отп}} = \Delta N_{\text{ном}} k_{\text{эл}} T_{\text{к}} \times (1 - \beta_{\text{сн.эл}})$	$2 \times 10^3 \times 0,72 \times 8760 (1 - 0,055) \times 10^{-6} = 11,92$
тепловой	тыс. Гкал	$\Delta Q_{\text{отп}} = \Delta Q_{\text{ном}} k_{\text{т}} T_{\text{к}} (1 - \beta_{\text{сн.т}})$	$4 \times 0,46 \times 8760 (1 - 0,06) \times 10^3 = 15,15$

### а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии

1. Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_{\text{т}} = [(V_{\text{мэл}} - V_{\text{эл}}) \times W_{\text{отп}} + (V_{\text{рез.т}} - V_{\text{т}}) \times \Delta Q_{\text{отп}}] \Pi_{\text{т}}$	$[(412,6 - 305,6) \times 11,92 + (180,2 - 131,5) \times 15,15] \times 0,556 = 1119,44$
2. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta \Pi_{\text{б}} = \Delta C_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}$	$1119,44 - 192 = 927,44$

### б) При дефиците электрической и тепловой энергии

1. Прирост дохода	тыс. руб.	$\Delta D = T_{\text{эл}} \Delta W_{\text{отп}} (1 - \beta_{\text{эл}}) - (\Delta W_{\text{кн}} V_{\text{кн}} + \Delta W_{\text{тф}} V_{\text{тф}}) \Pi_{\text{т}} + T_{\text{т}} \Delta Q_{\text{отп}} (1 - \beta_{\text{т}}) - V_{\text{т}} \Delta Q_{\text{отп}} \Pi_{\text{т}}$	$0,68 \times 11,92 \times 10^3 (1 - 0,12) - (7 \times 365 + 4,92 \times 170) \times 0,556 + 250 \times 15,15 \times (1 - 0,1) - 131,5 \times 15,15 \times 0,556 = 7548,94$
2. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta \Pi_{\text{б}} = \Delta D - \Delta U_{\text{сум}}$	$7548,94 - 192 = 7356,94$

## 1.3 Расчет экономической эффективности без учета фактора времени (дисконтирования)

### а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии

1 Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta \Pi_{\text{ч}} = \Delta \Pi_{\text{б}} (1 - \gamma/100) = 927,44 (1 - 0,25) = 695,58 \text{ тыс. руб.}$$

2 Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{м}}}{\Delta \Pi_{\text{ч}} + \Delta U_{\text{ам}}} = \frac{3200}{695,58 + 80} = 4,13 \text{ года.}$$

### б) При дефиците электрической и тепловой энергии

1 Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta \Pi_{\text{ч}} = 7356,94 (1 - 0,25) = 5517,71 \text{ тыс. руб.}$$

2 Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{\text{ок}} = \frac{3200}{5517,71 + 80} = 0,57 \text{ года.}$$

Как отмечалось, критериями эффективности проекта служат выполнения неравенств:

$$\begin{aligned} \Delta \Pi_{\text{ч}} &> 0; \\ T_{\text{ок}} &< T_{\text{пр}}, \end{aligned}$$

где  $T_{\text{пр}}$  — приемлемый для всех участников проекта срок, в течение которого должны быть полностью возвращены единовременные затраты за счет дополнительной чистой прибыли, полученной от внедрения мероприятия.

## 2. ВАРИАНТ № 2

### 2.1 Исходные данные с учетом фактора времени (дисконтирования)

Показатель	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя по годам расчетного периода									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Номинальная мощность турбины: электрическая	МВт	$N_{ном}$	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	увеличение электрической мощности	$\Delta N_{ном}$	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
тепловая	Гкал/ч	$Q_{ном}$	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0
	увеличение тепловой мощности	$\Delta Q_{ном}$	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
2. Коэффициент использования установленной мощности ТЭЦ: электрической	%	$K_{эл}$	72	70	68	67	66	67	69	70	72	74
	тепловой	$K_{т}$	46	45	44	45	42	44	45	47	48	50
3. Коэффициент расхода на с.н. энергии: электрической	—	$\beta_{сн,эл}$	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
	тепловой	$\beta_{сн,т}$	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
4. Коэффициент потерь энергии в сетях: электрических	—	$\beta_{эл}$	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
	тепловых	$\beta_{т}$	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
5. Удельный расход топлива на отпуск энергии: электрической	г/(кВт·ч)	$v_{эл}$	305,6	306,2	306,7	306,9	307,0	306,8	306,5	306,0	305,5	305,4
	тепловой	$v_{т}$	131,5	131,6	131,8	131,9	132,1	131,4	131,6	131,3	131,1	130,0
6. Удельный расход топлива от резервных источников на отпуск энергии: электрической	г/(кВт·ч)	$v_{рез,эл}$	412,6	412,6	412,6	412,6	412,6	412,6	412,6	412,6	412,6	412,6
	тепловой	$v_{рез,т}$	180,2	180,2	180,2	180,2	180,2	180,2	180,2	180,2	180,2	180,2
7. Средний тариф на отпуск энергии: электрической	руб/(кВт·ч)	$T_{эл}$	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
	тепловой	$T_{т}$	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0
8. Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т	$C_{т}$	0,556	0,556	0,556	0,556	0,556	0,556	0,556	0,556	0,556	
9. Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_{м}$	3200,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб/год	$\Delta U_{сум}$	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	
В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб/год	$\Delta U_{ам}$	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	
11. Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	

Примечание - В этом варианте значения удельного расхода топлива, а также отпуска энергии не остаются постоянными в течение расчетного периода.

2.2 Расчет стоимости сэкономленного топлива и прироста дохода вследствие увеличения отпуска электрической и тепловой энергии ТЭЦ с учетом фактора времени (дисконтирования)

Показатель	Единица измерения	Расчетная формула	Значение показателя по годам расчетного периода									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Увеличение отпуска энергии: электрической	млн. кВт·ч	$\Delta W_{отпл} = \Delta N_{эл} k_{эл} T_k (1 - \beta_{снэл})$	11,92	11,59	11,26	11,09	10,93	11,09	11,42	11,59	11,92	12,25
тепловой	тыс. Гкал	$\Delta Q_{отпл} = \Delta Q_{т} k_{тл} T_k (1 - \beta_{снт})$	15,15	14,82	14,49	14,82	13,83	14,49	14,82	15,48	15,81	16,47

**а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии**

Стоимость экономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_{т} = [(B_{резэл} - B_{эл}) \Delta W_{отпл} + (B_{резт} - B_{т}) \Delta Q_{отпл}] C_{т}$	1119,44	1086,13	1052,90	1049,95	1011,54	1045,75	1074,43	1107,80	1141,45	1189,91

**б) При дефиците электрической и тепловой энергии**

Прирост дохода	тыс. руб.	$\Delta D = T_{эл} \Delta W_{отпл} (1 - \beta_{эл}) - (\Delta W_{эл} B_{эл} - \Delta W_{тл} B_{тл}) C_{т} + T_{т} \Delta Q_{отпл} (1 - \beta_{т}) - B_{т} \Delta Q_{отпл} C_{т}$	7548,94	7299,94	7050,18	7000,25	6749,78	6954,33	7200,87	7402,55	7652,51	7960,94

Примечание — Здесь и далее индекс t = 1, 2, 3..., 10 — годы расчетного периода.

**2.3 Расчет экономического эффекта от увеличения мощности и отпуска электрической и тепловой энергии**

**а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии**

Показатель	Значение показателя по годам расчетного периода										Итого за 10 лет	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Единовременные затраты на проведение мероприятия, $K_{эл}$ , тыс. руб.	3200,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3200,00
2. То же с приведением, тыс. руб.	3200,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3200,00
3. Годовой прирост балансовой прибыли $\Delta П_{бл} = \Delta C_{т} - \Delta U_{ам}$ , тыс. руб.	927,44	894,13	860,90	857,95	819,54	853,75	882,43	915,80	949,45	997,91		
4. Годовой прирост чистой прибыли $\Delta П_{чл} = \Delta П_{бл} (1 - \gamma/100)$ , тыс. руб.	695,58	670,60	645,67	643,47	614,66	640,32	661,82	686,85	712,09	748,43		6719,47
5. Амортизационные отчисления $\Delta U_{ам}$ , тыс. руб.	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00		800,0
6. Поток чистых реальных денег $P = (\Delta П_{чл} + \Delta U_{ам} - K_{эл})$ , тыс. руб.	-2424,42	750,60	725,67	723,47	694,66	720,32	741,82	766,85	792,09	828,43		4319,47
7. Коэффициент приведения $\alpha_t = (1 + 0,1)^{-t}$	1,00	0,91	0,83	0,75	0,68	0,62	0,56	0,51	0,47	0,42		—
8. Экономический эффект $\Sigma_{ж} = (\Delta П_{чл} + \Delta U_{ам} - K_{эл}) \times (1 + 0,1)^{-t}$ , тыс. руб.	-2424,42	682,36	599,73	543,55	474,46	447,26	418,74	393,51	369,52	351,34		1856,04
9. Интегральный эффект $\Sigma_{инт} = \Sigma (\Delta П_{чл} + \Delta U_{ам} - K_{эл}) \times (1 +$	-2424,42	-1742,06	-1142,33	-598,78	-124,32	322,93	741,67	1135,19	1504,70	1856,04		1856,04

$0,1)^{14}$ , тыс. руб	-	-	-	-	-	5,28	-	-	-	-	-
10. Срок окупаемости $T_{ок} = \sum (\Delta\Pi_{ит} + \Delta U_{ам} - K_{м}) \times (1 + 0,1)^{14} = 0$ , лет	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**б) При дефиците электрической и тепловой энергии**

Показатель	Значение показателя по годам расчетного периода										Итого за 10 лет	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Единовременные затраты на проведение мероприятия $K_{м}$ , тыс. руб.	3200,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3200,00
2. То же с приведением, тыс. руб.	3200,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3200,00
3. Годовой прирост балансовой прибыли $\Delta\Pi_{бл} = \Delta C_{ит} - \Delta U_{сум}$ , тыс. руб.	7356,94	7107,94	6858,18	6808,25	6557,78	6762,33	7008,87	7210,55	7460,51	7768,94	70900,29	
4. Годовой прирост чистой прибыли $\Delta\Pi_{ч} = \Delta\Pi_{бл} (1 - \gamma/100)$ , тыс. руб.	5517,71	5330,96	5143,63	5106,19	4918,33	5071,74	5256,65	5407,91	5595,39	5826,70	53175,21	
5. Амортизационные отчисления $\Delta U_{ам}$ , тыс. руб.	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	800,0	
6. Поток чистых реальных денег $P = (\Delta\Pi_{ч} + \Delta U_{ам} - K_{м})$ , тыс. руб.	2397,71	5410,96	5223,63	5186,19	4998,33	5151,74	5336,65	5487,91	5675,39	5906,70	50775,21	
7. Коэффициент приведения $\alpha_t = (1 + 0,1)^{-t}$	1,00	0,91	0,83	0,75	0,68	0,62	0,56	0,51	0,47	0,42	—	
8. Экономический эффект $\mathcal{E}_{э} = (\Delta\Pi_{ч} + \Delta U_{ам} - K_{м}) \times (1 + 0,1)^{-t}$	2397,71	4919,05	4317,05	3896,46	3413,93	3198,83	3012,40	2816,17	2647,61	2505,02	33124,22	
9. Интегральный эффект $\mathcal{E}_{инт} = \sum (\Delta\Pi_{ч} + \Delta U_{ам} - K_{м}) \times (1 + 0,1)^{-t}$ , тыс. руб.	2397,71	7316,76	11633,81	15530,27	18944,20	22143,03	25155,43	27971,60	30619,21	33124,22	33124,22	
10. Срок окупаемости $T_{ок} = \sum (\Delta\Pi_{ит} + \Delta U_{ам} - K_{м}) \times (1 + 0,1)^{14} = 0$ , лет	0,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Примечание — Как отмечалось, при учете фактора времени критериями эффективности мероприятия служат неравенства:  $ЧДД > 0$  и  $T_{ок} < T_{пр}$ .

### 3. ВАРИАНТ № 3

#### 3.1 Исходные данные без учета фактора времени (дисконтирования)

Показатель	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя
1. Номинальная мощность турбины:			
электрическая	МВт	$N_{ном}$	100,0
уменьшение электрической мощности	МВт	$\Delta N_{ном}$	2,0
тепловая	Гкал/ч	$Q_{ном}$	180,0
увеличение тепловой мощности	Гкал/ч	$\Delta Q_{ном}$	4,0
2. Изменение отпуска электроэнергии, выработанной:			
по конденсационному циклу	млн. кВт·ч	$\Delta W_{кн}$	7,00
по теплофикационному циклу	млн. кВт·ч	$\Delta W_{тф}$	4,92
3. Коэффициент использования мощности ТЭЦ:			

электрической	%	$K_{эл}$	72,0
тепловой	%	$K_T$	46,00
4. Удельный расход топлива на отпуск энергии:			
электрической	г/(кВт·ч)	$V_{эл}$	305,6
тепловой	кг/Гкал	$V_T$	131,5
5. Удельный расход топлива от резервных источников на отпуск энергии:			
электрической	г/(кВт·ч)	$V_{рез.эл}$	412,6
тепловой	кг/Гкал	$V_{рез.т}$	180,2
6. То же по конденсационному циклу по теплофикационному циклу	г/(кВт·ч)	$V_{кн}$	365,0
	г/(кВт·ч)	$V_{тф}$	170,0
7. Коэффициент расхода на с. н. энергии:			
электрической	—	$\beta_{сн.эл}$	0,055
тепловой	—	$\beta_{сн.т}$	0,06
8. Коэффициент потерь в сетях:			
электрических	—	$\beta_{эл}$	0,12
тепловых	—	$\beta_T$	0,10
9. Средний тариф на отпуск энергии:			
электрической	руб./(кВт·ч)	$T_{эл}$	0,68
тепловой	руб./Гкал	$T_T$	250,0
10. Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_M$	3200,0
11. Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,5
12. Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	192,0
В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	80,0
13. Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$\Pi_T$	0,556
14. Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,0

### 3.2 Расчет стоимости сэкономленного топлива и прироста дохода вследствие увеличения отпуска электрической и тепловой энергии без учета фактора времени (дисконтирования)

Показатель	Единица измерения	Расчетная формула	Расчет показателя
------------	-------------------	-------------------	-------------------

#### а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии

1. Увеличение отпуска тепловой энергии	тыс. Гкал	$\Delta Q_{отп} = \Delta Q_{ном} k_T / 100 \cdot 8760 (1 - \beta_{сн.т}) / 1000$	$4 \cdot 46 / 100 \cdot 8760 \cdot (1 - 0,06) / 1000 = 15,15$
2. Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B = V_{кн} \Delta W_{кн} - V_{тф} \Delta W_{тф} + (V_{рез.т} - V_T) \Delta Q_{отп} - (V_{рез.эл} - V_{эл}) (\Delta W_{кн} - \Delta W_{тф})$	$365 \cdot 7 - 170 \cdot 4,92 + (180,2 - 131,5) 15,15 - (412,6 - 305,6) \cdot (7 - 4,92) = 2233,91$
3. Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_T = \Delta B \Pi_T$	$2233,91 \cdot 556 \cdot 10^{-3} = 1242,05$
4. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta \Pi_6 = \Delta C_T - \Delta U_{сум}$	$1242,05 - 192 = 1050,05$

**б) При дефиците электрической и тепловой энергии**

1. Прирост дохода	тыс. руб.	$\Delta D = T_{\gamma} \Delta Q_{отп} (1 - \beta_{\gamma}) - v_{\gamma} \times \Delta Q_{отп} \Pi_{\gamma} - T_{эл} (\Delta W_{кн} - \Delta W_{тф})$ $1000 + (v_{кн} \Delta W_{кн} - v_{тф} \Delta W_{тф}) \Pi_{\gamma}$	$250 \cdot 15,15 \cdot (1 - 0,1) - 131,5 \cdot 15,15 \cdot 0,556 - 0,68 \cdot (7 - 4,92) \cdot 1000 + (365 \cdot 7 - 170 \cdot 4,92) \cdot 0,556 = 1842,41$
2. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta \Pi_{б} = \Delta D - \Delta U_{сум}$	$1842,41 - 192 = 1650,41$

**3.3 Расчет экономической эффективности без учета фактора времени (дисконтирования)**

**а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии**

1. Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta \Pi_{ч} = \Delta \Pi_{б} (1 - \gamma/100) = 1050,05 (1 - 0,25) = 787,54 \text{ тыс. руб.}$$

2. Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{ок} = K_M / (\Delta \Pi_{ч} + \Delta U_{ам}) = 3200 / (787,54 + 80) = 3,69 \text{ года.}$$

**б) При дефиците электрической и тепловой энергии**

1. Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta \Pi_{ч} = \Delta \Pi_{б} (1 - \gamma/100) = 1650,41 (1 - 0,25) = 1237,81 \text{ тыс. руб.}$$

2. Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{ок} = K_M / (\Delta \Pi_{ч} + \Delta U_{ам}) = 3200 / (1237,81 + 80) = 2,43 \text{ года.}$$

**Пример 6 Повышение надежности оборудования ТЭС**

**Мероприятие:** замена ионного возбудителя тиристорным.

**Результат:** предотвращение недоотпуска энергии (см. приложение А).

**1 Исходные данные**

Показатель	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя
1. Предотвращенный недоотпуск энергии:			
электрической	млн. кВт·ч	$\Delta W_{нед}$	6,00
тепловой	тыс. Гкал	$\Delta Q_{нед}$	7,20
2. Норма пусковых расходов:			
котлов	т у.т.	$v_{нк}$	25,00
турбин	т у.т.	$v_{нт}$	7,00
энергоблоков	т у.т.	$v_{нб}$	35,0
3. Предотвращенное число отказов:			
котлов	—	$z_1$	32,00
турбин	—	$z_2$	12,00
энергоблоков	—	$z_3$	26,00
4. Число однотипных:			
котлов	—	$m_1$	4,00
турбин	—	$m_2$	2,00
энергоблоков	—	$m_3$	2,00
5. Удельный расход топлива на отпуск энергии:			
электрической	г/(кВт·ч)	$v_{эл}$	305,60
тепловой	кг/Гкал	$v_{т}$	131,50
6. Удельный расход топлива от резервных источников на отпуск энергии:			



электрической тепловой	г/(кВт·ч) кг/Гкал	$V_{рез.эл}$ $V_{рез.т}$	412,60 180,20
7. Коэффициент потерь в сетях: электрических тепловых	- -	$\beta_{эл}$ $\beta_{т}$	0,12 0,10
8. Средний тариф на отпуск энергии: электрической тепловой	руб/(кВт·ч) руб/Гкал	$T_{эл}$ $T_{т}$	0,68 250,00
9. Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_m$	620,00
10. Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,50
11. Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведенным мероприятием	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	15,50
В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	15,50
12. Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$\Pi_{т}$	0,556
13. Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00

## 2 Расчет годового прироста балансовой прибыли

Показатель	Единица измерения	Расчетная формула	Расчет показателя
------------	-------------------	-------------------	-------------------

### а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии

1. Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B = (V_{рез.эл} - V_{эл}) \Delta W_{нед} + (V_{рез.т} - V_{т}) \Delta Q_{нед}$	$(412,6 - 305,6) \times 10^{-6} \times 6 \times 10^6 + (180,2 - 131,5) \times 10^{-3} \times 7,2 \times 10^3 = 992,64$
2. Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_{т} = \Delta B \Pi_{т}$	$992,64 \times 0,556 \times 10^{-3} = 551,91$
3. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta \Pi_{б} = \Delta C_{т} - \Delta U_{сум}$	$551,91 - 15,5 = 536,41$

### б) При дефиците электрической и тепловой энергии

1. Прирост дохода	тыс. руб.	$\Delta D = T_{эл} \Delta W_{нед} (1 - \beta_{эл}) - V_{эл} \Delta W_{нед} \Pi_{т} + T_{т} Q_{нед} \times (1 - \beta_{т}) - V_{т} \Delta Q_{нед} \Pi_{т}$	$0,68 \times 6 \times 10^{-3} (1 - 0,12) - 305,6 \times 6 \times 10^{-3} \times 0,556 + 250 \times 7,2 \times (1 - 0,1) - 131,5 \times 7,2 \times 0,556 = 3664,5$
2. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta \Pi_{б} = \Delta D - \Delta U_{сум}$	$3664,5 - 15,5 = 3649$

### в) Предотвращение отказов (внеплановых пусков) оборудования

1. Экономия топлива в условном исчислении: на котлах и турбинах	т у.т.	$\Delta B_{кт} = V_{нк} z_1 m_1 + V_{нт} z_2 m_2$	$25 \cdot 32 \cdot 4 + 7 \cdot 12 \cdot 2 = 3368$
на энергоблоках	т у.т.	$\Delta B_{б} = V_{пб} z_3 m_3$	$35 \cdot 26 \cdot 2 = 1820$
2. Стоимость сэкономленного топлива: на котлах и турбинах	тыс. руб.	$\Delta C_{ткт} = \Delta B_{кт} \Pi_{т}$	$3368 \cdot 0,556 = 1872,61$
на энергоблоках	тыс. руб.	$\Delta C_{тб} = \Delta B_{б} \Pi_{т}$	$1820 \cdot 0,556 = 1011,92$
3. Годовой прирост балансовой прибыли: на котлах и турбинах	тыс. руб.	$\Delta \Pi_{б.кт} = \Delta C_{ткт} - \Delta U_{сум}$	$1872,61 - 15,50 = 1857,11$
на энергоблоках	тыс. руб.	$\Delta \Pi_{б.б} = \Delta C_{тб} - \Delta U_{сум}$	$1011,92 - 15,50 = 996,42$

### 3 Расчет экономической эффективности

#### а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии

1. Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} = \Delta\Pi_{\text{б}} (1 - \gamma/100) = 536,41 (1 - 0,25) = 402,31 \text{ тыс. руб.}$$

2. Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{м}}/(\Delta\Pi_{\text{ч}} + \Delta U_{\text{ам}}) = 620/(402,31 + 15,5) = 1,48 \text{ года.}$$

#### б) При дефиците электрической и тепловой энергии

1. Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} = \Delta\Pi_{\text{б}} (1 - \gamma/100) = 3649(1 - 0,25) = 2736,75 \text{ тыс. руб.}$$

2. Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{м}}/(\Delta\Pi_{\text{ч}} + \Delta U_{\text{ам}}) = 620/(2736,75 + 15,5) = 0,23 \text{ года.}$$

#### в) Предотвращение отказов (внеплановых пусков) оборудования

1. Годовой прирост чистой прибыли:

— на котлах и турбинах

$$\Delta\Pi_{\text{чкт}} = \Delta\Pi_{\text{бкт}} (1 - \gamma/100) = 1857,11 \cdot (1 - 0,25) = 1392,83 \text{ тыс. руб.};$$

— на энергоблоках

$$\Delta\Pi_{\text{чб}} = \Delta\Pi_{\text{бб}} (1 - \gamma/100) = 996,42 \cdot (1 - 0,25) = 747,32 \text{ тыс. руб.}$$

2. Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия:

— на котлах и турбинах

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{м}}/(\Delta\Pi_{\text{чкт}} + \Delta U_{\text{ам}}) = 620/(1392,83 + 15,5) = 0,44 \text{ года};$$

— на энергоблоках

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{м}}/(\Delta\Pi_{\text{чб}} + \Delta U_{\text{ам}}) = 620/(747,32 + 15,5) = 0,81 \text{ года.}$$

### Пример 7 Увеличение продолжительности межремонтного периода

**Мероприятие:** применение антикоррозионных покрытий узлов и деталей: труб поверхностей нагрева котла, лопаток турбины и труб паропроводов.

**Результат:** увеличение продолжительности межремонтного периода (МРП) вследствие повышения надежности металла и соответственно сокращения объема его контроля (см. приложение А).

#### 1 Исходные данные

Показатель	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя
1. Продолжительность МРП:			
до проведения мероприятия	год	$t_{\text{мрп1}}$	4,00
после проведения мероприятия	год	$t_{\text{мрп2}}$	5,00
2. Располагаемая мощность, выводимая в ремонт:			
электрическая	МВт	$\Delta N_{\text{расп}}$	100,0
тепловая	Гкал/ч	$\Delta Q_{\text{расп}}$	180,0
3. Нормативная продолжительность ремонта энергоблока	ч	$t_{\text{рем.н}}$	1300,00
4. Удельный расход топлива на отпуск энергии:			
электрической	г/(кВт·ч)	$V_{\text{эл}}$	305,60
тепловой	кг/Гкал	$V_{\text{т}}$	131,50
5. Удельный расход топлива от резервных источников на отпуск энергии:			
электрической	г/(кВт·ч)	$V_{\text{рез.эл}}$	412,60
тепловой	кг/Гкал	$V_{\text{рез.т}}$	180,20

6. Коэффициент расхода на с.н. энергии: электрической тепловой		$\beta_{сн.эл}$ $\beta_{сн.т}$	0,055 0,06
7. Коэффициент потерь в сетях: электрических тепловых		$\beta_{эл}$ $\beta_{т}$	0,12 0,10
8. Средний тариф на отпуск энергии: электрической тепловой	руб/(кВт·ч) руб/Гкал	$T_{эл}$ $T_{т}$	0,68 250,00
9. Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_m$	860,0
10. Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,50
11. Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб. тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$ $\Delta U_{ам}$	70,0 21,50
12. Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$C_t$	0,556
13. Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00

## 2 Расчет годового прироста балансовой прибыли

Показатель	Единица измерения	Расчетная формула	Расчет показателей
------------	-------------------	-------------------	--------------------

### а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии

1. Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B = (1/t_{мрп1} - 1/t_{мрп2}) [(V_{рез.эл} - V_{эл}) \times W_{расп} t_{рем.н} (1 - \beta_{сн.эл}) + (V_{рез.т} - V_t) \times Q_{расп} t_{рем.н} (1 - \beta_{сн.т})]$	$(1/4 - 1/5) [(412,6 - 305,6) \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3 \times 1300 \times (1 - 0,055) + (180,2 - 131,5) \times 10^{-3} \times 180 \times 1300 \times (1 - 0,06)] = 1192,85$
2. Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_t = \Delta B C_t$	$1192,85 \times 0,556 = 663,22$
3. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_б = \Delta C_t - \Delta U_{сум}$	$663,22 - 70 = 593,22$

### б) При дефиците электрической и тепловой энергии

1. Прирост дохода	тыс. руб.	$\Delta D = (1/t_{мрп1} - 1/t_{мрп2}) [T_{эл} N_{расп} t_{рем.н} \times (1 - \beta_{сн.эл}) (1 - \beta_{эл}) - V_{эл} N_{расп} t_{рем.н} \times (1 - \beta_{сн.эл}) C_t + T_t Q_{расп} (1 - \beta_{сн.т}) \times (1 - \beta_t) - V_t Q_{расп} t_{рем.н} (1 - \beta_{сн.т}) C_t]$	$(1/4 - 1/5) [0,68 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^3 \times 1300 \times (1 - 0,055) \times (1 - 0,12) - 305,6 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3 \times 1300 \times (1 - 0,055) \times 0,556 + 250 \times 10^{-3} \times 180 \times 1300 \times (1 - 0,06) \times (1 - 0,1) - 131,5 \times 10^{-3} \times 180 \times 1300 \times (1 - 0,06) \times 0,556] = 4302,42$
2. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_б = \Delta D - \Delta U_{сум}$	$4302,42 - 70 = 4232,42$

## 3 Расчет экономической эффективности

### а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии

1. Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta П_ч = \Delta П_б (1 - \gamma/100) = 593,22(1 - 0,25) = 444,92 \text{ тыс. руб.}$$

2. Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{ок} = K_M / (\Delta\Pi_{ч} + \Delta U_{ам}) = 860 / (444,92 + 21,5) = 1,84 \text{ года.}$$

*б) При дефиците электрической и тепловой энергии*

1. Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta\Pi_{ч} = \Delta\Pi_6 (1 - \gamma/100) = 4232,42 (1 - 0,25) = 3174,31 \text{ тыс. руб.}$$

2. Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{ок} = K_M / (\Delta\Pi_{ч} + \Delta U_{ам}) = 860 / (3174,31 + 21,5) = 0,27 \text{ года.}$$

### Пример 8 Сокращение продолжительности ремонта

**Мероприятие:** внедрение схемы ускоренного расхолаживания турбоагрегата.

**Результат:** сокращение простоя в ремонте турбоагрегата за счет ускоренного его охлаждения после останова по сравнению с режимом естественного охлаждения (см. приложение А).

#### 1 Исходные данные

Показатель	Единица измерения	Условное обозначение	Значение показателя
1. Средняя продолжительность межремонтного периода за ряд лет между двумя видами ремонта	год	$t_{мрп}$	0,50
2. Сокращение продолжительности простоя оборудования в ремонте по сравнению с нормой		$t_{рем}$	20,00
3. Располагаемая мощность, выводимая в ремонт: электрическая	МВт	$\Delta N_{расп}$	100,0
тепловая	Гкал/ч	$\Delta Q_{расп}$	180,0
4. Удельный расход топлива на отпуск энергии: электрической	г/(кВт·ч)	$v_{эл}$	305,60
тепловой	кг/Гкал	$v_{т}$	131,50
5. Удельный расход топлива от резервных источников на отпуск энергии: электрической	г/(кВт·ч)	$v_{рез.эл}$	412,60
тепловой	кг/Гкал	$v_{рез.т}$	180,20
6. Коэффициент расхода на с.п. энергии: электрической		$\beta_{с.п.эл}$	0,055
тепловой		$\beta_{с.п.т}$	0,06
7. Коэффициент потерь в сетях: электрических		$\beta_{эл}$	0,12
тепловых		$\beta_{т}$	0,10
8. Средний тариф на отпуск энергии: электрической	руб/(кВт·ч)	$T_{эл}$	0,68
тепловой	руб/Гкал	$T_{т}$	250,00
9. Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_M$	120,0
10. Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,50
11. Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	3,00
В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	3,00
12. Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$\Pi_{т}$	0,556
13. Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00

## 2 Расчет годового прироста балансовой прибыли

Показатель	Единица измерения	Расчетная формула	Расчет показателя
------------	-------------------	-------------------	-------------------

### а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии

1. Экономия топлива в условном исчислении	тыс. т у.т.	$\Delta B = 1/t_{\text{мрп}} [(V_{\text{рез.эл}} - V_{\text{эл}}) N_{\text{расп}} \Delta t_{\text{рем}} (1 - \beta_{\text{си.эл}}) + (V_{\text{рез.т}} - V_{\text{т}}) Q_{\text{расп}} \Delta t_{\text{рем}} (1 - \beta_{\text{си.т}})]$	$1/0,5 [(412,6 - 305,6) \times 10^{-3} \times 100 \times 20 \times (1 - 0,055) + (180,2 - 131,5) \times 10^{-3} \times 180 \times 20 \times (1 - 0,06)] = 734,06$
2. Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_{\text{т}} = \Delta B C_{\text{т}}$	$734,06 \times 0,556 = 408,14$
3. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta \Pi_{\text{б}} = \Delta C_{\text{т}} - \Delta U_{\text{сум}}$	$408,14 - 3 = 405,14$

### б) При дефиците электрической и тепловой энергии

1. Прирост дохода	тыс. руб.	$\Delta D = 1/t_{\text{мрп}} [T_{\text{эл}} N_{\text{расп}} \Delta t_{\text{рем.л}} \times (1 - \beta_{\text{си.эл}}) (1 - \beta_{\text{эл}}) - V_{\text{эл}} N_{\text{расп}} \Delta t_{\text{рем.к}} \times (1 - \beta_{\text{си.эл}}) C_{\text{т}} + T_{\text{т}} Q_{\text{расп}} \Delta t_{\text{рем.к}} \times (1 - \beta_{\text{си.т}}) (1 - \beta_{\text{т}}) - V_{\text{т}} Q_{\text{расп}} \Delta t_{\text{рем.к}} \times (1 - \beta_{\text{си.т}}) C_{\text{т}}]$	$1/0,5 [0,68 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^3 \times 20 \times (1 - 0,055) \times (1 - 0,12) - 305,6 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3 \times 20 \times (1 - 0,055) \times 0,556 + 250 \times 10^{-3} \times 180 \times 20 \times (1 - 0,06) \times (1 - 0,1) - 131,5 \times 10^{-3} \times 180 \times 20 \times (1 - 0,6) \times 0,556] = 2647,64$
2. Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta \Pi_{\text{б}} = \Delta D - \Delta U_{\text{сум}}$	$2647,64 - 3 = 2644,64$

## 3 Расчет экономической эффективности

### а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии

1. Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta \Pi_{\text{ч}} = \Delta \Pi_{\text{б}} (1 - \gamma/100) = 405,14 (1 - 0,25) = 303,85 \text{ тыс. руб.}$$

2. Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{м}} / (\Delta \Pi_{\text{ч}} + \Delta U_{\text{ам}}) = 120 / (303,8 + 3) = 0,39 \text{ года.}$$

### б) При дефиците электрической и тепловой энергии

1. Годовой прирост чистой прибыли

$$\Delta \Pi_{\text{ч}} = \Delta \Pi_{\text{б}} (1 - \gamma/100) = 2644,64 (1 - 0,25) = 1983,48 \text{ тыс. руб.}$$

2. Срок окупаемости единовременных затрат на проведение мероприятия

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{м}} / (\Delta \Pi_{\text{ч}} + \Delta U_{\text{ам}}) = 120 / (1983,48 + 3) = 0,06 \text{ года.}$$

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(справочное)

**ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА, ВЫПОЛНЕННЫЕ В ФОРМАТЕ Excel 7.0**

	A	B	C	D	E	F
1		<b>Пример 1. Повышение КПД нетто котла</b>				
2		<b>Исходные данные</b>				
3	1	КПД нетто котла:				
4		до проведения мероприятия	%	$\eta_1$	92,10	Задается
5		после проведения мероприятия	%	$\eta_2$	93,50	Задается
6	2	Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_m$	1200,00	Задается
7	3	Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,50	Задается
8	4	Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	30,00	Задается
9		В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	30,00	Задается
10	5	Годовой расход топлива в условном исчислении	тыс. т у.т.	B	288,10	Задается
11	6	Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$C_r$	0,556	Задается
12	7	Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00	Задается
13		<b>Расчет годового прироста балансовой прибыли</b>				
14	1	Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B$	4313,80	=E10*1000*(1-E4/E5)
15	2	Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_r$	2398,47	=E14*E11
16	3	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_б$	2368,47	=E15-E8
17		<b>Расчет экономической эффективности</b>				
18	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	1776,35	=E16*(1-E12/100)
19	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	0,66	=E6/(E18+E9)
20						

21		<b>Пример 2. Снижение удельного расхода тепла брутто на турбину</b>				
22		<b>Исходные данные</b>				
23	1	Удельный расход тепла брутто на турбину:				
24		до проведения мероприятия	ккал/(кВт·ч)	$q_1$	1628,00	Задается
25		после проведения мероприятия	ккал/(кВт·ч)	$q_2$	1614,00	Задается
26	2	Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_m$	800,00	Задается
27	3	Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,50	Задается
28	4	Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	20,00	Задается
29		В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	20,00	Задается
30	5	Годовой расход топлива в условном исчислении	тыс. т у.т.	B	288,10	Задается

31	6	Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$C_T$	0,556	Задается
32	7	Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00	Задается
33		<b>Расчет годового прироста балансовой прибыли</b>				
34	1	Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B$	2477,52	$=E30*1000*(1-E25/E24)$
35	2	Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_T$	1377,50	$=E34*E31$
36	3	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_6$	1357,50	$=E35-E28$
37		<b>Расчет экономической эффективности</b>				
38	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	1018,13	$=E36*(1-E32/100)$
39	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	0,77	$=E26/(E38+E29)$
40						

41		<b>Пример 3. Снижение расхода электроэнергии на собственные нужды (с.н.)</b>				
42		<b>Исходные данные</b>				
43	1	Снижение расхода электроэнергии на с.н.:				
44		до проведения мероприятия	млн. кВт·ч	$W_{сн1}$	31,80	Задается
45		после проведения мероприятия	млн. кВт·ч	$W_{сн2}$	26,20	Задается
46	2	Удельный расход условного топлива на электроэнергию	г/(кВт·ч)	$В_{эл}$	305,60	Задается
47	3	Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_m$	480,00	Задается
48	4	Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,50	Задается
49	5	Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	12,00	Задается
50		В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	12,00	Задается
51	6	Годовой расход топлива в условном исчислении	тыс. т у.т.	$B$	288,10	Задается
52	7	Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$C_T$	0,556	Задается
53	8	Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00	Задается
54		<b>Расчет годового прироста балансовой прибыли</b>				
55	1	Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B$	1711,36	$=E46*(E44-E45)$
56	2	Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_T$	951,52	$=E55*E52$
57	3	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_6$	939,52	$=E56-E49$
58		<b>Расчет экономической эффективности</b>				
59	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	704,64	$=E57*(1-E53/100)$
60	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	0,67	$=E47/(E59+E50)$

61		<b>Пример 4. Снижение потерь топлива на пуски котла</b>				
62		<b>Исходные данные</b>				
63	1	Потери топлива в условном исчислении при пуске котла (агрегата) из холодного состояния:				Задается
64		норма	т у.т.	$В_n$	25,00	Задается
65		факт.	т у.т.	$В_ф$	19,00	Задается

66	2	Число пусков в году	-	$n_p$	48,00	Задается
67	3	Число однотипных энергоблоков (агрегатов)	-	$z$	1,00	Задается
68	4	Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_m$	100,00	Задается
69	5	Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,50	Задается
70	6	Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	0,00	Задается
71		В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	0,00	Задается
72	7	Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$C_T$	0,556	Задается
73	8	Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00	Задается
74		Расчет годового прироста балансовой прибыли				
75	1	Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B$	288,00	$=(E64-E65)*E66*E67$
76	2	Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_T$	160,13	$=E75*E72$
77	3	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_б$	160,13	$=E76-E70$
78		Расчет экономической эффективности				
79	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	120,10	$=E77*(1-E73/100)$
80	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	0,83	$=E68/(E79+E71)$
81						

82		Пример 5. Изменение электрической и тепловой мощности ТЭЦ Результат: Увеличение отпуска электрической и тепловой энергии (варианты № 1 и 2); увеличение тепловой мощности с уменьшением электрической энергии (варианты № 3)				
83		Вариант № 1 Исходные данные без учета фактора времени (дисконтирования)				
84	1	Номинальная мощность турбины:				
85		электрическая	МВт	$N_{ном}$	100,00	Задается
86		увеличение электрической мощности	МВт	$\Delta N_{ном}$	2,00	Задается
87		тепловая	Гкал/ч	$Q_{ном}$	180,00	Задается
88		увеличение тепловой мощности	Гкал/ч	$\Delta Q_{ном}$	4,00	Задается
89	2	Изменение отпуска электроэнергии, выработанной:				
90		по конденсационному циклу	млн. кВт·ч	$\Delta W_{кн}$	7,00	Задается
91		по теплофикационному циклу	млн. кВт·ч	$\Delta W_{тф}$	4,92	Задается
92	3	Коэффициент использования мощности ТЭЦ:				
93		электрической	%	$k_{эл}$	72,00	Задается
94		тепловой	%	$k_T$	46,00	Задается
95	4	Удельный расход топлива на отпуск энергии:				
96		электрической	г/(кВт·ч)	$v_{эл}$	305,60	Задается
97		тепловой	кг/Гкал	$v_T$	131,50	Задается
98	5	Удельный расход топлива от резервных источников на				



		отпуск энергии:				
99		электрической	г/(кВт·ч)	$V_{рез.эл}$	412,60	Задается
100		тепловой	кг/Гкал	$V_{рез.т}$	180,20	Задается
101	6	То же по конденсационному циклу	г/(кВт·ч)	$V_{кн}$	365,00	Задается
102		по теплофикационному циклу	г/(кВт·ч)	$V_{тф}$	170,00	Задается
103	7	Коэффициент расхода на с.н. энергии:				
104		электрической	—	$\beta_{сн.эл}$	0,055	Задается
105		тепловой	—	$\beta_{сн.т}$	0,060	Задается
106	8	Коэффициент потерь энергии в сетях:				
107		электрических	—	$\beta_{эл}$	0,12	Задается
108		тепловых	—	$\beta_{т}$	0,10	Задается
109	9	Средний тариф на отпуск энергии:				
110		электрической	руб/(кВт·ч)	$T_{эл}$	0,68	Задается
111		тепловой	руб/Гкал	$T_{т}$	250,00	Задается
112	10	Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_m$	3200,00	Задается
113	11	Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,50	Задается
114	12	Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	192,00	Задается
115		В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	80,00	Задается
116	13	Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$C_t$	0,556	Задается
117	14	Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00	Задается
118		<b>а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии</b>				
119		<b>Расчет годового прироста балансовой прибыли</b>				
120	1	Увеличение отпуска электроэнергии	млн. кВт·ч	$\Delta W_{отп}$	11,92	$=E86*1000*E93/100*8760*(1-E104)/1000000$
121	2	Увеличение отпуска тепловой энергии	тыс. Гкал	$\Delta Q_{отп}$	15,15	$=E88*E94/100*8760*(1-E105)/1000$
122	3	Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B$	2013,37	$=(E99-E96)*E120+(E100-E97)*E121$
123	4	Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_t$	1119,44	$=E122*E116$
124	5	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_б$	927,44	$=E123-E114$
125		<b>Расчет экономической эффективности</b>				
126	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	695,58	$=E124*(1-E117/100)$
127	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	4,13	$=E112/(E126+E115)$
128						
129		<b>б) При дефиците электрической и тепловой энергии</b>				
130		<b>Расчет годового прироста балансовой прибыли</b>				
131	1	Прирост дохода	тыс. руб.	$\Delta D$	7548,94	$=E110*E120*1000*(1-E107)-(E90*E101+E91*E102)*E116+$

						$E111 * E121 * (1 - E108) - E97 * E121 * E116$
132	2	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta\Pi_6$	7356,94	$=E131 - E114$
133		Расчет экономической эффективности				
134	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta\Pi_ч$	5517,71	$=E132 * (1 - E117 / 100)$
135	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	0,57	$=E112 / (E134 + E115)$

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Вариант № 2													
2	Исходные данные с учетом фактора времени (дисконтирования)													
3	1 Номинальная мощность турбины:													
4	электрическая	МВт	$N_{ном}$	100,00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	Задается
5	увеличение электрической мощности	МВт	$\Delta N_{ном}$	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	Задается
6	тепловая	Гкал/ч	$Q_{ном}$	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	Задается
7	увеличение тепловой мощности	Гкал/ч	$\Delta Q_{ном}$	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	Задается
8	2 Изменение отпуска электроэнергии, выработанной:													
9	по конденсационному циклу	млн. кВт·ч	$\Delta W_{от}$	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	Задается
10	по теплофикационному циклу	млн. кВт·ч	$\Delta W_{тф}$	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92	Задается
11	3 Коэффициент использования мощности ТЭЦ:													
12	электрический	%	$K_{эл}$	72,00	70,00	68,00	67,00	66,00	67,00	69,00	70,00	72,00	74,00	Задается
13	тепловой	%	$K_{т}$	46,00	45,00	44,00	45,00	42,00	44,00	45,00	47,00	48,00	50,00	Задается
14	4 Удельный расход топлива на отпуск энергии:													
15	электрической	г/(кВт·ч)	$B_{эл}$	305,60	306,20	306,70	306,90	307,00	306,80	306,50	306,00	305,50	305,40	Задается
16	тепловой	кг/Гкал	$B_{т}$	131,50	131,60	131,80	131,90	132,10	131,40	131,60	131,50	131,10	130,00	Задается
17	5 Удельный расход топлива от резервных источников на отпуск энергии:													
18	электрической	г/(кВт·ч)	$B_{рез.эл}$	412,60	412,60	412,60	412,60	412,60	412,60	412,60	412,60	412,60	412,60	Задается
19	тепловой	кг/Гкал	$B_{рез.т}$	180,20	180,20	180,20	180,20	180,20	180,20	180,20	180,20	180,20	180,20	Задается
20	6 То же по конденсационному циклу	г/(кВт·ч)	$B_{кон}$	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	365,00	Задается
21	по теплофикационному циклу	г/(кВт·ч)	$B_{тф}$	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00	Задается
22	7 Коэффициент расхода на													



43	4	Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_{\text{т}}$	1119,44	1086,13	1052,90	1049,95	1011,54	1045,75	1074,43	1107,80	1141,45	1189,91	N16)*N41 =N42*N35
44	5	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_{\text{б}}$	927,44	894,13	860,90	857,95	819,54	833,75	882,43	915,80	949,45	997,91	=N43-N33
45															
46		Расчет экономической эффективности													
47					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
48	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_{\text{ч}}$	695,58	670,60	645,67	643,47	614,66	640,32	661,82	686,85	712,09	748,43	=N44*(1-N36/100)
49	2	Поток чистых реальных денег	тыс. руб.	P	-2424,42	750,60	725,67	723,47	694,66	720,32	741,82	766,85	792,09	828,43	=N48+N34-N31
50	3	Коэффициент приведения	-	$\alpha_t$	1,00	0,91	0,83	0,75	0,68	0,62	0,56	0,51	0,47	0,42	=(1+0,1)^-(1-N47)
51	4	Экономический эффект	тыс. руб.	$\Sigma_{\text{эк}}$	-2424,42	682,36	599,73	543,55	474,46	447,26	418,74	393,51	369,52	351,34	=N49*N50
52	5	Интегральный эффект	тыс. руб.	$\Sigma_{\text{инт}}$	-2424,42	-1742,06	-1142,33	-598,78	-124,32	322,95	741,67	1135,19	1504,07	1856,04	=M52+N51
53	6	Срок окупаемости	лет	$T_{\text{ок}}$	-	-	-	-	-	5,28	-	-	-	-	-
54															
55		б) При дефиците электрической и тепловой энергии			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
56		Расчет годового прироста балансовой прибыли													
57	1	Прирост дохода	тыс. руб.	$\Delta D$	7548,94	7299,94	7050,18	7000,25	6749,78	6954,33	7200,87	7402,55	7652,51	7960,94	=N29*N40*1000*(1-N26)-(N9*N20+N21*(N10)*N35+N30*N41*(1-N27)-N16*N41*N35
58	2	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_{\text{б}}$	7356,94	7107,94	6858,18	6808,25	6557,78	6762,33	7008,87	7210,55	7460,51	7768,94	=N57-N33
59															
60		Расчет экономической эффективности													
61	1	Годовой прирост чистой прибыли за год t	тыс. руб.	$\Delta П_{\text{ч}}$	5517,71	5330,96	5143,63	5106,19	4918,33	5071,74	5256,65	5407,91	5595,39	5826,70	=N58*(1-N36/100)
62	2	Поток чистых реальных денег	тыс. руб.	P	2397,71	5410,96	5223,63	5186,19	4998,33	5151,74	5336,65	5487,91	5675,39	5906,70	=N61+N34-N31

63	3	Коэффициент приведения	-	$\alpha_t$	1,00	0,91	0,83	0,75	0,68	0,62	0,56	0,51	0,47	0,42	$= (1+0,1)^n (1-N35)$
64	4	Экономический эффект	тыс. руб.	$\Sigma_{эк}$	2397,71	4919,05	4317,05	3896,46	3413,93	3198,83	3012,40	2816,17	2647,61	2505,02	$= N62 * N63$
65	5	Интегральный эффект	тыс. руб.	$\Sigma_{инт}$	2397,71	7318,76	11633,81	15530,27	18944,20	22143,03	25155,43	27971,60	30619,21	33124,22	$= M65 + N64$
66	6	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	0,57										

136		Вариант № 3				
137		Исходные данные без учета фактора времени				
138	1	Номинальная мощность турбины:				
139		электрическая	МВт	$N_{ном}$	100,00	Задается
140		уменьшение электрической мощности	МВт	$\Delta N_{ном}$	2,00	Задается
141		тепловая	Гкал/ч	$Q_{ном}$	180,00	Задается
142		увеличение тепловой мощности	Гкал/ч	$\Delta Q_{ном}$	4,00	Задается
143	2	Изменение отпуска электроэнергии, выработанной:				
144		по конденсационному циклу	млн. кВт·ч	$\Delta W_{кн}$	7,00	Задается
145		по теплофикационному циклу	млн. кВт·ч	$\Delta W_{тф}$	4,92	Задается
146	3	Коэффициент использования мощности ТЭЦ:				
147		электрической	%	$k_{эл}$	72,00	Задается
148		тепловой	%	$k_T$	46,00	Задается
149	4	Удельный расход топлива на отпуск энергии:				
150		электрической	г/(кВт·ч)	$v_{эл}$	305,60	Задается
151		тепловой	кг/Гкал	$v_T$	131,50	Задается
152	5	Удельный расход топлива от резервных источников на отпуск энергии:				
153		электрической	г/(кВт·ч)	$v_{рез.эл}$	412,60	Задается
154		тепловой	кг/Гкал	$v_{рез.т}$	180,20	Задается
155	6	То же по конденсационному циклу	г/(кВт·ч)	$v_{кн}$	365,00	Задается
156		по теплофикационному циклу	г/(кВт·ч)	$v_{тф}$	170,00	Задается
157	7	Коэффициент расхода на с.н. энергии:				
158		электрической	-	$\beta_{сн.эл}$	0,055	Задается
159		тепловой	-	$\beta_{сн.т}$	0,06	Задается
160	8	Коэффициент потерь в сетях:				
161		электрических	-	$\beta_{эл}$	0,12	Задается
162		тепловых	-	$\beta_T$	0,10	Задается
163	9	Средний тариф на отпуск энергии:				
164		электрической	руб/(кВт·ч)	$T_{эл}$	0,68	Задается
165		тепловой	руб/Гкал	$T_T$	250,00	Задается
166	10	Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_m$	3200,00	Задается
167	11	Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,50	Задается
168	12	Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	192,00	Задается
169		В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	80,00	Задается
170	13	Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$C_T$	0,556	Задается
171	14	Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00	Задается
172						
173		а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии				
174		Расчет годового прироста балансовой прибыли				
175	1	Увеличение отпуска тепловой энергии	тыс. Гкал	$\Delta Q_{отп}$	15,15	$=E142*E148/100*8760*(1-E159)/1000$
176	2	Экономия топлива в условном	т у.т.	$\Delta B$	2233,91	$=E155*E144-E156*E145$

		исчислении				$+(E154-E151)*E175-(E153-E150)*(E144-E145)$
177	3	Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_T$	1242,05	$=E176*E170$
178	4	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_6$	1050,05	$=E177-E168$
179		Расчет экономической эффективности				
180	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	787,54	$=E178*(1-E171/100)$
181	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	3,69	$=E166/(E180+E169)$
182						
183		б) При дефиците электрической и тепловой энергии				
184		Расчет годового прироста балансовой прибыли				
185	1	Прирост дохода	тыс. руб.	$\Delta D$	1842,41	$=E165*E175*(1-E162)-E151*E175*E170-E164*(E144-E145)*1000+(E155*E144-E156*E145)*E170$
186	2	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_6$	1650,41	$=E185-E168$
187		Расчет экономической эффективности				
188	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	1237,81	$=E186*(1-E171/100)$
189	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	2,43	$=E166/(E188+E169)$

190		<b>Пример 6. Повышение надежности оборудования ТЭС</b>				
191		<b>Исходные данные</b>				
192	1	Предотвращенный недоотпуск энергии:				
193		электрической	млн. кВт·ч	$\Delta W_{нед}$	6,00	Задается
194		тепловой	тыс. Гкал	$\Delta Q_{нед}$	7,20	Задается
195	2	Норма пусковых расходов:				
196		котлов	т у.т.	$V_{нк}$	25,00	Задается
197		турбин	т у.т.	$V_{нт}$	7,00	Задается
198		энергоблоков	т у.т.	$V_{нб}$	35,00	Задается
199	3	Предотвращенное число отказов:				
200		котлов	—	$Z_1$	32,00	Задается
201		турбин	—	$Z_2$	12,00	Задается
202		энергоблоков	—	$Z_3$	26,00	Задается
203	4	Число однотипных:				
204		котлов	—	$m_1$	4,00	Задается
205		турбин	—	$m_2$	2,00	Задается
206		энергоблоков	—	$m_3$	2,00	Задается
207	5	Удельный расход топлива на отпуск энергии:				
208		электрической	г/(кВт·ч)	$V_{эл}$	305,60	Задается
209		тепловой	кг/Гкал	$V_T$	131,50	Задается
210	6	Удельный расход топлива от резервных источников на отпуск энергии:				
211		электрической	г/(кВт·ч)	$V_{рез.эл}$	412,60	Задается
212		тепловой	кг/Гкал	$V_{рез.т}$	180,20	Задается
213	7	Коэффициент потерь в сетях:				
214		электрических	—	$\beta_{эл}$	0,12	Задается
215		тепловых	—	$\beta_T$	0,10	Задается



216	8	Средний тариф на отпуск энергии:				
217		электрической	руб/ (кВт·ч)	$T_{эл}$	0,68	Задается
218		тепловой	руб/Гкал	$T_{т}$	250,00	Задается
219	9	Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_m$	620,00	Задается
220	10	Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,50	Задается
221	11	Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	15,50	Задается
222		В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	15,50	Задается
223	12	Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$\Pi_{т}$	0,556	Задается
224	13	Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00	Задается
225						
226		<b>а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии</b>				
227		<b>Расчет годового прироста балансовой прибыли</b>				
228	1	Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B$	992,64	$=(E211-E208)*E193+(E212-E209)*E194$
229	2	Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_{т}$	551,91	$=E228*E223$
230	3	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_б$	536,41	$=E229-E221$
231		<b>Расчет экономической эффективности</b>				
232	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	402,31	$=E230*(1-E224/100)$
233	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	1,48	$=E219/(E232+E222)$
234						
235		<b>б) При дефиците электрической и тепловой энергии</b>				
236		<b>Расчет годового прироста балансовой прибыли</b>				
237	1	Прирост дохода	тыс. руб.	$\Delta D$	3664,50	$=E217*E193*1000*(1-E214)-E208*E193*E223+E218*E194*(1-E215)-E209*E194*E223$
238	2	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_б$	3649,00	$=E237-E222$
239		<b>Расчет экономической эффективности</b>				
240	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	2736,75	$=E238*(1-E224/100)$
241	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	0,23	$=E219/(E240+E222)$
242						
243		<b>в) Предотвращение отказов (внеплановых пусков) оборудования</b>				
244	1	Экономия топлива в условном исчислении:				
245		на котлах и турбинах	т у.т.	$\Delta B_{кт}$	3368,00	$=E196*E200*E204+E197*E201*E205$
246		на энергоблоках	т у.т.	$\Delta B_б$	1820,00	$=E198*E202*E206$
247	2	Стоимость сэкономленного топлива:				
248		на котлах и турбинах	тыс. руб.	$\Delta C_{кт}$	1872,61	$=E245*E223$
249		на энергоблоках	тыс. руб.	$\Delta C_{тб}$	1011,92	$=E246*E223$
250	3	Годовой прирост балансовой прибыли:				
251		на котлах и турбинах	тыс. руб.	$\Delta П_{бкт}$	1857,11	$=E248-E221$

252		на энергоблоках	тыс. руб.	$\Delta\Pi_{66}$	996,42	=E249-E221
253	4	Годовой прирост чистой прибыли:				
254		на котлах и турбинах	тыс. руб.	$\Delta\Pi_{\text{квт}}$	1392,83	=E251*(1-E224/100)
255		на энергоблоках	тыс. руб.	$\Delta\Pi_{\text{чб}}$	747,32	=E252*(1-E224/100)
256	5	Срок окупаемости:				
257		на котлах и турбинах	лет	$T_{\text{ок}}$	0,44	=E219/(E254+E221)
258		на энергоблоках	лет	$T_{\text{ок}}$	0,81	=E219/(E255+E221)
259						

260		<b>Пример 7. Увеличение продолжительности межремонтного периода</b>				
261		<b>Исходные данные</b>				
262	1	Продолжительность МРП:				
263		до проведения мероприятия	год	$t_{\text{мрп}_1}$	4,00	Задается
264		после проведения мероприятия	год	$t_{\text{мрп}_2}$	5,00	Задается
265	2	Располагаемая мощность, выводимая в ремонт:				
266		электрическая	МВт	$\Delta N_{\text{расп}}$	100,00	Задается
267		тепловая	Гкал/ч	$\Delta Q_{\text{расп}}$	180,00	Задается
268	3	Нормативная продолжительность ремонта энергоблока	ч	$t_{\text{рем.н}}$	1300,00	Задается
269	4	Удельный расход топлива на отпуск энергии:				
270		электрической	г/(кВт·ч)	$v_{\text{эл}}$	305,60	Задается
271		тепловой	кг/Гкал	$v_{\text{т}}$	131,50	Задается
272	5	Удельный расход топлива от резервных источников на отпуск энергии:				
273		электрической	г/(кВт·ч)	$v_{\text{рез.эл}}$	412,60	Задается
274		тепловой	кг/Гкал	$v_{\text{рез.т}}$	180,20	Задается
275	6	Коэффициент расхода на с.н. энергии:				
276		электрической		$\beta_{\text{сн.эл}}$	0,055	Задается
277		тепловой		$\beta_{\text{сн.т}}$	0,06	Задается
278	7	Коэффициент потерь в сетях:				
279		электрических		$\beta_{\text{эл}}$	0,12	Задается
280		тепловых		$\beta_{\text{т}}$	0,10	Задается
281	8	Средний тариф на отпуск энергии:				
282		электрической	руб/(кВт·ч)	$T_{\text{эл}}$	0,68	Задается
283		тепловой	руб/Гкал	$T_{\text{т}}$	250,00	Задается
284	9	Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_{\text{м}}$	860,00	Задается
285	10	Норма амортизации	%	$\alpha_{\text{ам}}$	2,50	Задается
286	11	Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{\text{сум}}$	70,00	Задается
287		В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{\text{ам}}$	21,50	Задается
288	12	Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$\text{Ц}_{\text{т}}$	0,556	Задается
289	13	Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00	Задается
290						
291		<b>а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии</b>				
292		<b>Расчет годового прироста балансовой прибыли</b>				
293	1	Экономия топлива в условном исчислении	т у.т.	$\Delta B$	1192,85	=(1/E263-1/E264)*((E273-E270)/1000*E266*E268*(1-E276)+

						$(E274-E271)/1000*E267*E268*(1-E277))$
294	2	Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_T$	663,22	$=E293*E288$
295	3	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_6$	593,22	$=E294-E286$
296		Расчет экономической эффективности				
297	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	444,92	$=E295*(1-E289/100)$
298	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	1,84	$=E284/(E297+E287)$
299						
300		б) При дефиците электрической и тепловой энергии				
301		Расчет годового прироста балансовой прибыли				
302	1	Прирост дохода	тыс. руб.	$\Delta D$	4302,42	$=(1/E263-1/E264)*$ $(E282/1000*E266*1000$ $*E268*(1-E276)*(1-$ $E279)-E270/$ $1000000*E266*1000*$ $E268*(1-E276)*E288+$ $E283/1000*E267*E268$ $*(1-E277)*(1-E280)-$ $E271/1000*E267*E268$ $*(1-E277)*E288)$
303	2	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_6$	4232,42	$=E302-E286$
304		Расчет экономической эффективности				
305	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	3174,31	$=E303*(1-E289/100)$
306	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	0,27	$=E284/(E305+E287)$
307						

308		Пример 8. Сокращение продолжительности ремонта				
309		Исходные данные				
310	1	Средняя продолжительность межремонтного периода за ряд лет между двумя видами ремонта	год	$t_{мрп}$	0,50	Задается
311	2	Сокращение продолжительности простоя оборудования в ремонте по сравнению с нормой	ч	$t_{рем}$	20,00	Задается
312	3	Располагаемая мощность, выводимая в ремонт:				
313		электрическая	МВт	$\Delta N_{расп}$	100,00	Задается
314		тепловая	Гкал/ч	$\Delta Q_{расп}$	180,00	Задается
315	4	Удельный расход топлива на отпуск энергии:				
316		электрической	г/(кВт·ч)	$B_{эл}$	305,60	Задается
317		тепловой	кг/Гкал	$B_T$	131,50	Задается
318	5	Удельный расход топлива от резервных источников на отпуск энергии:				
319		электрической	г/(кВт·ч)	$B_{рез.эл}$	412,60	Задается
320		тепловой	кг/Гкал	$B_{рез.т}$	180,20	Задается
321	6	Коэффициент расхода на с.н. энергии:				
322		электрической	—	$\beta_{сн.эл}$	0,055	Задается
323		тепловой	—	$\beta_{сн.т}$	0,06	Задается
324	7	Коэффициент потерь в сетях:				
325		электрических	—	$\beta_{эл}$	0,12	Задается

326		тепловых	—	$\beta_T$	0,10	Задается
327	8	Средний тариф на отпуск энергии:				
328		электрической	руб/ (кВт·ч)	$T_{эл}$	0,68	Задается
329		тепловой	руб/Гкал	$T_T$	250,00	Задается
330	9	Единовременные затраты на проведение мероприятия	тыс. руб.	$K_m$	120,00	Задается
331	10	Норма амортизации	%	$\alpha_{ам}$	2,50	Задается
332	11	Суммарные эксплуатационные расходы, вызванные проведением мероприятия	тыс. руб.	$\Delta U_{сум}$	3,00	Задается
333		В том числе амортизационные отчисления	тыс. руб.	$\Delta U_{ам}$	3,00	Задается
334	12	Цена 1 т топлива в условном исчислении	тыс. руб/т у.т.	$C_T$	0,556	Задается
335	13	Процент налогов и отчислений	%	$\gamma$	25,00	Задается
336						
337		<b>а) При наличии резерва электрической и тепловой энергии</b>				
338		<b>Расчет годового прироста балансовой прибыли</b>				
339	1	Экономия топлива в условном исчислении	т у. т.	$\Delta B$	734,06	$= 1/E310*((E319-E316)/1000000*E313*1000*E311*(1-E322)+(E320-E317)/1000*E314*E311*(1-E323))$
340	2	Стоимость сэкономленного топлива	тыс. руб.	$\Delta C_T$	408,14	$=E339*E334$
341	3	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_б$	405,14	$=E340-E332$
342		<b>Расчет экономической эффективности</b>				
343	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	303,85	$= E341*(1-E335/100)$
344	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	0,39	$=E330/(E343+E333)$
345						
346		<b>б) При дефиците электрической и тепловой энергии</b>				
347		<b>Расчет годового прироста балансовой прибыли</b>				
348	1	Прирост дохода	тыс. руб.	$\Delta D$	2647,64	$=1/E310*(E328/1000*E313*1000*E311*(1-E322)*(1-E325)-E316/1000000*E313*1000*E311*(1-E322)*E334+E329/1000*E314*E311*(1-E323)*(1-E326)-E317/1000*E314*E311*(1-E323)*E334)$
349	2	Годовой прирост балансовой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_б$	2644,64	$=E348-E332$
350		<b>Расчет экономической эффективности</b>				
351	1	Годовой прирост чистой прибыли	тыс. руб.	$\Delta П_ч$	1983,48	$= E349*(1-E335/100)$
352	2	Срок окупаемости	лет	$T_{ок}$	0,06	$=E330/(E351+E333)$

### Список использованной литературы:

1. Практические рекомендации по оценке эффективности и разработке инвестиционных проектов и бизнес-планов в электроэнергетике (с типовыми примерами). — М.: РАО "ЕЭС России", АО "Научный центр прикладных исследований", 1999.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция) / Министерство экономики РФ; Министерство финансов РФ; ГК по строительству, архитектуре и жилищной политике. - М.: 2000.
3. Методика экспресс-оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий на ТЭС. РД 153-34.1-09.321-2002.
4. Методические указания по анализу изменения удельных расходов топлива на электростанциях и в энергообъединениях. РД 34.08.559 - 96