

ООО «Предприятие группы «Городской центр экспертиз»-  
«Городской центр экспертиз-энергетика»

Название организации – разработчика

«УТВЕРЖДАЮ»  
Генеральный директор  
ООО «ГЦЭ - энерго»  
Москаленко А.В.  
2012г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Главный инженер  
филиала «СРЗ «Нерпа»  
ОАО «ЦС «Звездочка»  
Нейман Г.Р.  
24.04 2012г.



**Программа энергосбережения  
филиала «СРЗ «Нерпа» ОАО «ЦС «Звездочка»**

наименование работы и обследуемого объекта  
к Договору № 1503/Э от «01» июня 2012 года

Главный энергетик филиала «СРЗ «Нерпа»  
ОАО «ЦС «Звездочка»

(должность ответственного за реализацию программ энергосбережения, подпись, Ф.И.О.)

Кузнецов В.В.

Технический директор ООО «ГЦЭ-энерго»

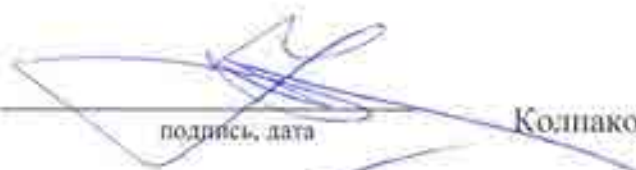
(должность исполнителя, подпись, Ф.И.О.)

Тарасовский В.Г.

Санкт-Петербург 2012

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель отдела:  
Д.т.н., профессор

  
\_\_\_\_\_ подписи, дата Колшаков С.П.

Инженер-электрик

  
\_\_\_\_\_ подписи, дата Кешелова И.А.

Инженер-теплоэнергетик

  
\_\_\_\_\_ подписи, дата Шошкин А.Н.



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ</b> .....	<b>2</b>
<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ</b> .....	<b>5</b>
1.1 Установка ЧРП на электроприводах котельных .....	5
1.2 Снижение потерь холостого хода в трансформаторах .....	6
1.3 Модернизация системы освещения .....	7
1.3.1 Замена ламп ДРЛ и ЛН в системе освещения .....	7
1.3.2 Установка фотореле на систему наружного освещения .....	8
<b>2 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ В СИСТЕМЕ ВОЗДУХА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ (ВНД)</b> .....	<b>10</b>
<b>3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ</b> .....	<b>11</b>
3.1 Внедрение системы диспетчеризации теплоснабжения предприятия .....	11
3.2 Наладка гидравлического режима тепловых сетей .....	12
3.3 Экранирование отопительного оборудования .....	14
3.4 Ремонт обмуровки паровых котлов .....	18
3.5 Внедрение на котлах системы автоматического регулирования процессов горения .....	19
3.6 Ремонт изоляции паровых и водяных тепловых сетей .....	19
3.7 Приобретение и монтаж электронагревателей сетевой воды в системе подогрева мазута и отопления на расходном складе мазута .....	21
3.8 Автоматизация системы подогрева сетевой воды на котельной с установкой регулирующей арматуры и приборов, обеспечивающих температуру теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха .....	23
3.9 Модернизация (автоматизация) тепловых пунктов основных объектов для обеспечения автоматизированного регулирования режима подачи теплоносителя .....	23
3.10 Утепление фасадов зданий и замена оконных блоков на стеклопакеты .....	24
<b>4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ РАСХОДА ВОДЫ</b> .....	<b>24</b>
4.1 Прекращение сброса воды из системы отопления .....	24
<b>5 ОБОБЩЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ</b> .....	<b>26</b>



## АННОТАЦИЯ

В Программе приведены мероприятия по повышению эффективности потребления ТЭР в системах энергоснабжения филиала «СРЗ «Нерпа» ОАО «ЦС «Звездочка». Мероприятия разработаны специалистами ООО «ГЦЭ-энерго» по результатам энергетического обследования предприятия, проведенного в 2012 г.

Разработанная Программа энергосбережения позволит достичь следующих целевых показателей энергосбережения и повышения энергоэффективности:

- Снижение потребления электроэнергии на 1299,14 тыс.кВт·ч в год или на 11%;
- Снижение потребления тепловой энергии на 5223,2 Гкал в год или на 19%;
- Снижение потребления котельного топлива 198 тыс.кг в год или на 3,2%;
- Снижение потребления воды на 20,9 тыс. м<sup>3</sup> в год или на 1,8%.

Потенциал энергосбережения составляет 21,042 млн. руб. При суммарных ориентировочных затратах на внедрение предлагаемых мероприятий в размере 70,727 млн.руб. простой срок окупаемости составляет 3,4 года.





## 1 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

На основании анализа полученной документальной информации, а также по результатам инструментальных измерений, анализом работы электропривода и пожеланиями заказчика было определено, что основными направлениями снижения электропотребления на предприятии, являются:

- установка ЧРП на электроприводах котельной №1;
- снижение потерь холостого хода в трансформаторах;
- модернизация системы освещения.

### 1.1 Установка ЧРП на электроприводах котельных

Из анализа работы тягодутьевых механизмов и насосного оборудования следует, что для рационализации работы электродвигателей необходима установка ЧРП (см. «Отчёт» стр. 27 п.п. 2.4.2).

Для расчета потребляемой мощности тягодутьевыми механизмами при частотном регулировании используем формулы подобия:

$$P_{ном}/P_{чрп} = (Q_{ном}/Q_{ф})^3,$$

Где:  $Q_{ном}$  и  $Q_{ф}$  – номинальный и фактический расходы воздуха;

$P_{ном}/P_{чрп}$  – номинальная мощность и мощность с ЧРП при  $Q_{ф}$ .

Расчёт эффективности насосного оборудования при установке ЧРП производился по формуле:

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot \eta_{к.у.}} \quad (\text{кВт})$$

где:  $Q$  – средний расход жидкости (м<sup>3</sup>/с) через насос;

$H$  – давление на выходе из насоса (м)

$g$  – ускорение свободного падения (9,81 м/с<sup>2</sup>)

$\rho$  – плотность жидкости (кг/м<sup>3</sup>)

$\eta$  – КПД насосной установки ( $\eta = \eta_{насоса} \cdot \eta_{д.}$ )

Расчётное время котельной №1 составляет 5000 часов в год

Экономический эффект рассчитывался исходя из средневзвешенного тарифа 2,154 руб./кВтч.

В таблице 1 приведены результаты расчётов в денежном и натуральном выражении.



**Таблица 1 - Результаты расчётов в денежном и натуральном выражении**

№	Тип оборудования	Rном кВт	Rфакт кВт	Rчрп кВт	Rэк кВт	Экономия тыс. кВтч в год	Экономия тыс. руб в год
Тягодутьевые механизмы котельной							
1	Дымосос Д-15.5 котёл № 2	45	26	23	3	15	32
2	Вентилятор ВД-10 котёл № 2	40	18	13,7	4,3	21,5	46
3	Дымосос Д-15.5 котёл № 1	45	34	15,4	18,6	93	200
4	Вентилятор ВД-10 котёл № 1	40	10	8,6	1,4	7	15
Итого:		170	88	60,7	27,3	136,5	294
Насосное оборудование котельной							
5	Насос №1 ХВО КМ-80-50	15	11	3,2	7,8	39	84
6	Подпиточный насос КМ-80-50-200	15	6	3,2	2,8	14	30
Итого:		30	17	6,4	10,6	53	114
Итого по всей котельной							408

Годовая экономия составит 189,5 тыс. кВт ч в год. При усреднённом тарифе на электроэнергию 2,154 руб. за 1 кВтч, годовая экономия составит 408 тыс. руб. в год.

Стоимость установки ЧРП составляет 705 тыс. руб. Срок окупаемости данного мероприятия составит 1,7 года.

Для обеспечения надёжности работы рекомендуются преобразователи частоты следующих производителей: Mitsubishi electric, Toshiba, Emotron, Siemens.

## 1.2 Снижение потерь холостого хода в трансформаторах

Из протокола инструментального обследования системы электроснабжения филиала «СРЗ «Нерпа» ОАО «ЦС «Звездочка» следует, что для снижения потерь холостого хода в трансформаторах необходимо произвести распределение нагрузки между не нагруженными трансформаторами и отключение трансформаторов, работающих на холостом ходу (см. «Отчёт» приложение 1).

В таблице 2 приведены рекомендации по распределению нагрузки между трансформаторами и отключению трансформаторов работающих на холостом ходу.

**Таблица 2 - Рекомендации по сокращению потерь холостого хода в трансформаторах**

Наименование подстанции	Наименование трансформаторов, рекомендованных к объединению нагрузки	Наименование отключаемых трансформаторов	Экономия электроэнергии в тыс. кВтч за год	Экономия электроэнергии в тыс. руб за год
РПТТ-1	ТП-1 Т-1 яч 29	ТП-1 Т-2 яч 10	16,644	35,8



Наименование подстанции	Наименование трансформаторов, рекомендованных к объединению нагрузки	Наименование отключаемых трансформаторов	Экономия электроэнергии в тыс. кВтч за год	Экономия электроэнергии в тыс. руб за год
	ТП-1 Т-2 яч 10	ТП-2 Т-2 яч 28	16,645	35,8
	ТП-2 Т-1 яч 9			
	ТП-2 Т-2 яч 28			
ТП-17	ТП-30 КТПН яч 16	ТП-30 КТПН яч 16	10,950	23,6
	ТП-30 КТПН яч 16			
РП-7	ТП-7/2 Т-1 яч 1	ТП-7/2 Т-2 яч 11	23,214	50
	ТП-7/2 Т-2 яч 11			
РТП-3	ТП-5 Т-2 яч 7	ТП-5 Т-2 яч 19	16,644	35,8
	ТП-5 Т-2 яч 19			
	ТП-9 Т-2 яч 22	ТП-9 Т-1 яч 22	5,343	11,5
	ТП-9 Т-1 яч 22			
	ТП-6 Т-2 яч 18	ТП-6 Т-1 яч 10	16,644	35,8
	ТП-6 Т-1 яч 10			
Итого:			106,084	228,506

### 1.3 Модернизация системы освещения

#### 1.3.1 Замена ламп ДРЛ и ЛН в системе освещения

В таблице 3 приведены результаты расчета экономического эффекта при замене светильников с лампами ЛН, ДРЛ на КЛЛ и ДРИ соответственно.

Таблица 3 - Расчет экономии электроэнергии при замене ламп ДРЛ и ЛН в системе освещения

Существующее освещение					Рекомендуемое				
Тип лампы	Мощность, Вт	Кол., шт	Устан-я мощность, кВт	Потреб-е в год, тыс.кВтч	Тип лампы	Мощность, Вт	Устан. мощность, кВт	Потр. в год, тыс.кВтч	Экон-я в тыс. кВтч
<b>Замена светильников с лампами ДРЛ на светильники с лампами ДРИ</b>									
ДРЛ-250	250	1000	250	496,50	ДРИ-150	150	150,00	297,90	198,60
ДРЛ-400	400	265	106	210,52	ДРИ-250	250	66,25	131,57	78,94
<b>Замена ламп ЛН на лампы КЛЛ</b>									
ЛН-60	60	1662	100	198,04	КЛЛ-12	12	19,94	39,61	158,44
ЛН-100	100	3500	350	695,10	КЛЛ-20	20	70,00	139,02	556,08
Экономия, тыс.кВтч					992,06				

Таким образом, общая экономия электроэнергии при внедрении данного мероприятия составляет 992,06 тыс.кВтч. в год или 2083 тыс.руб. в год.

При суммарных затратах на светильники и лампы в размере 1642 тыс.руб. (затраты указаны с учётом стоимости монтажных работ), срок окупаемости





данного мероприятия составит:

$$r = \frac{1642}{2083} = 0,8 \text{ года.}$$

### 1.3.2 Установка фотореле на систему наружного освещения

Согласно приложению к постановлению администрации города Мурманска от 9 августа 2011 г. № 1398 «В условиях недостаточной видимости по заявке ММБУ «Единая дежурно-диспетчерская служба» (Андреев В.Н.) обеспечить включение устройств наружного освещения в городе Мурманске с отклонением до 30 минут от утвержденного графика», предлагается установить на систему наружного освещения фотореле.

Принимаем избыточное время работы уличного освещения 15 минут в сутки или 92 часа в год. При установленной мощности уличных светильников 124,3 кВт годовая экономия составит 11,436 тыс. кВтч в год. Установка фотореле на коммутационных аппаратах исключит избыточное время работы светильников.

Предлагается установить фотореле испанского производителя ORBIS ориентировочная стоимость такого реле составляет 1500 руб. Для обеспечения всех точек коммутации фотореле потребуется 15000 руб. (сумма затрат указана без учёта стоимости монтажных и проектных работ). При расчётном тарифе 2,154 руб. за кВтч стоимость сэкономленной электроэнергии составит 24633,2 рублей в год, следовательно срок окупаемости составит 7 месяцев.

Поставщик ЗАО «МПЮ Электромонтаж» <http://WWW.electro-mpo.ru>, изготовитель гарантирует нормальную работу фотореле в диапазоне температур от  $-30^{\circ}$  до  $+50^{\circ}$ С. Реле устанавливается в цепь управления магнитным пускателем, при помощи которого осуществляется включение и отключение осветительных приборов.

Основные характеристики фотореле:

Предназначено для автоматического управления уличным освещением, освещением мест общего пользования или индивидуальных рабочих мест в зависимости от уровня освещённости.

Номинальное напряжение: 230 В, 50 Гц.

Регулируемый диапазон освещённости срабатывания: 5-300 Лк.

Отличия российских аналогов (производитель «Реле и автоматика» г.





Москва):

- стоимость от 1600 руб;
- диапазон рабочих температур: от  $-20$  до  $+45^{\circ}\text{C}$ .



## 2 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ В СИСТЕМЕ ВОЗДУХА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ (ВНД)

Для снижения уровня потерь рекомендуется децентрализовать систему ВНД.

В таблице приведены мероприятия для децентрализации системы ВНД.

**Таблица 4 - Мероприятия для децентрализации системы ВНД**

№ п/п	Наименование мероприятия	Количество сокращённых потерь, %
1	Разделить существующую сеть ВНД на 2 части (оставить резервный воздухопровод соединяющий 2 части)	10
2	Установить компрессоры в 1-й и 2-й энергоблоки	
3	Провести демонтаж воздухопровода	
4	Проложить воздухопровод по возможности внутри зданий, предусмотреть установку конденсатоотводчиков	
5	Заглушить ветви сети ВНД не имеющих потребителей	30
6	Произвести замену компрессоров 2М 10-50/8 на GA160VSD по 2 в каждом энергоблоке	
7	Применить частотное регулирование компрессоров	
	Итого:	40

Ориентировочные затраты на децентрализацию систему ВНД (с учётом стоимости компрессоров) составят 25 млн. руб.

В таблице 2 приведён экономический эффект в тыс. руб./год от внедрения новых компрессоров по отношению к 2011 году.

**Таблица 5 - Экономический эффект в тыс. руб./год от внедрения новых компрессоров по отношению к 2011 году**

№№	Статьи затрат	2М 10-50/8	GA160VSD	Экономия, тыс. руб.
1	Электроэнергия	8331,6	4999	3332,6
2	Заработная плата обслуживающего персонала	1200	240	960
3	Компрессорное масло	250	220	30
4	Запасные части	1200	150	1050
	Итого экономия:			5372

С учётом затрат на внедрение нового оборудования, срок окупаемости составит:

$$\tau = \frac{25000}{5372} = 4,7 \text{ года.}$$



### **3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

На основе анализа работы системы теплоснабжения предприятия, предлагаются следующие энергосберегающие мероприятия:

- внедрение системы диспетчеризации теплоснабжения предприятия;
- наладка гидравлического режима тепловых сетей;
- экранирование отопительного оборудования;
- ремонт обмуровки паровых котлов;
- ремонт изоляции паровых и водяных тепловых сетей;
- приобретение и монтаж электронагревателей сетевой воды в системе подогрева мазута и отопления на расходном складе;
- автоматизация системы подогрева сетевой воды на котельной с установкой регулирующей арматуры и приборов, обеспечивающих температуру теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха;
- модернизация тепловых пунктов основных объектов для обеспечения регулирования подачи теплоносителя;
- утепление фасадов зданий и замена оконных блоков на стеклопакеты.

#### **3.1 Внедрение системы диспетчеризации теплоснабжения предприятия**

Внедрение системы диспетчеризации теплоснабжения предприятия включает в себя:

- установка приборов учета тепловой энергии и теплоносителя;
- установка приборов контроля параметров теплоносителя;
- создание автоматизированной системы передачи показаний приборов, установленных в узлах поступления тепловой энергии и у потребителей;
- разработка или приобретение программного обеспечения для диспетчеризации.

Диспетчеризация системы теплоснабжения предприятия позволит осуществлять непрерывный контроль режимов теплоснабжения, режимов работы оборудования тепловых пунктов. Это в свою очередь позволит оперативно выявлять нарушения в работе оборудования, отклонения от нормальных режимов теплоснабжения и своевременно принимать меры по устранению этих нарушений.





В результате будут обеспечены оптимальные режимы теплоснабжения и теплопотребления, что приведет к эффективному использованию энергоресурсов, снижению их нерационального использования.

Так же система диспетчеризации позволит быстро осуществлять сбор и хранение информации о работе системы теплоснабжения, формировать все необходимые отчеты, связанные с потреблением топлива, выработкой и потреблением тепловой энергии, осуществлять их анализ и на основе этого осуществлять планирование. Сократятся затраты времени на подготовку отчетов и планирование.

Общий экономический эффект от внедрения системы диспетчеризации теплоснабжения СРЗ оценивается в 1,5% от общего объема теплопотребления и составляют 539,64 Гкал /год или 1039 тыс. рублей в год.

Затраты на внедрение системы диспетчеризации теплоснабжения, составляют 3,5 млн. рублей. Срок окупаемости затрат составит 3,4 года.

### **3.2 Наладка гидравлического режима тепловых сетей**

Выводы, сделанные в отчете, подтверждают необходимость проведения наладочных работ в системе теплоснабжения предприятия, как внутренних тепловых сетей, так и внешних.

В ходе проведения энергетического обследования определено:

- несоответствие фактического температурного перепада по подающему и обратному трубопроводам расчетному температурному графику;
- несоответствие данных по тепловым нагрузкам потребителей фактическим значениям;
- отсутствие расчетов по гидравлическому режиму сети;
- отсутствие обоснованных расчетов дросселирующих и регулирующих устройств потребителей;
- отсутствие расчетной схемы тепловых сетей, с указанием длин участков, диаметров и расходов теплоносителя по участкам.

Отсутствие наладочных работ на тепловых сетях влечет за собой такие последствия как:

- сверхнормативную подачу тепловой энергии на отдельные



потребители, что вызывает избыточные потери тепловой энергии через открытые окна;

- снабжение тепловой энергией отдельных потребителей ниже нормативного уровня влечет за собой использование местных электрических отопительных приборов.

В связи с указанными проблемами, специалисты ООО «ГЦЭ-Энерго» рекомендуют проведение наладочных работ на водяных тепловых сетях предприятия.

Наладка тепловых сетей должна проводиться специализированной наладочной организацией, имеющей соответствующую лицензию и опыт проведения работ подобного рода. Наладка проводится в три этапа. Первый этап заключается в обследовании системы теплоснабжения. Результатом первого этапа должен стать отчет, содержащий:

- чертежи всех без исключения внутренних систем теплоснабжения зданий и сооружений;
- расчетную схему наружных сетей теплоснабжения, с указанием на ней диаметров трубопроводов, их протяженности и расходов теплоносителя.
- перечень зданий и сооружений, подключенных к тепловым сетям с указанием отопительной, вентиляционной нагрузки и нагрузки горячего водоснабжения;
- расчетный температурный график регулирования отопительно-вентиляционной нагрузки;
- пьезометрический график гидравлического режима тепловых сетей.

Второй этап заключается в установке дросселирующих устройств (шайб, сопел, регулирующих клапанов и др.).

Третий этап – регулировка теплового и гидравлического режима работы тепловых сетей с возможной корректировкой размеров дроссельных устройств на основе произведенных инструментальных замеров.

По данным специализированных наладочных организаций после проведения режимной наладки системы теплоснабжения экономия тепловой энергии по оценкам экспертов может составить 3% от годового потребления тепловой энергии



на отопление. Для предприятия «СРЗ «Нерпа» потребившего в 2011 году на нужды отопления и вентиляции 28020 Гкал, в натуральном выражении экономия составит 840,6 Гкал год. Таким образом, экономия при тарифе на тепловую энергию 1924,81 руб. за 1 Гкал составит 1617,9 тыс. руб. год при соответствующем улучшении качества теплоснабжения.

Экономическая эффективность достигается за счет снижения расхода сетевой воды в системе теплоснабжения, при котором происходит:

- экономия топлива на подогрев сетевой воды;
- экономия топлива на подогрев подпиточной воды в связи с уменьшением расхода подпиточной воды;
- экономии электроэнергии на перекачку сетевой и подпиточной воды;
- снижение потерь сетевой воды и тепловых потерь с ПСВ за счёт устранения сверхнормативных утечек у конечных потребителей, вынужденных эксплуатировать систему теплопотребления «на пролив»;
- устранение «перетоков» у потребителей.

Следствием «перетока» являются тепловые потери через открытые окна, которые спровоцированы повышенной температурой воздуха внутри помещений.

Проведение режимной наладки системы теплоснабжения должно выполняться «под ключ» исключительно специализированной наладочной организацией, имеющей опыт подобных работ. Организация проводит весь комплекс работ, либо обеспечивает методическое руководство и контроль выполнения этапов, реализовать которые в полном объёме не в состоянии.

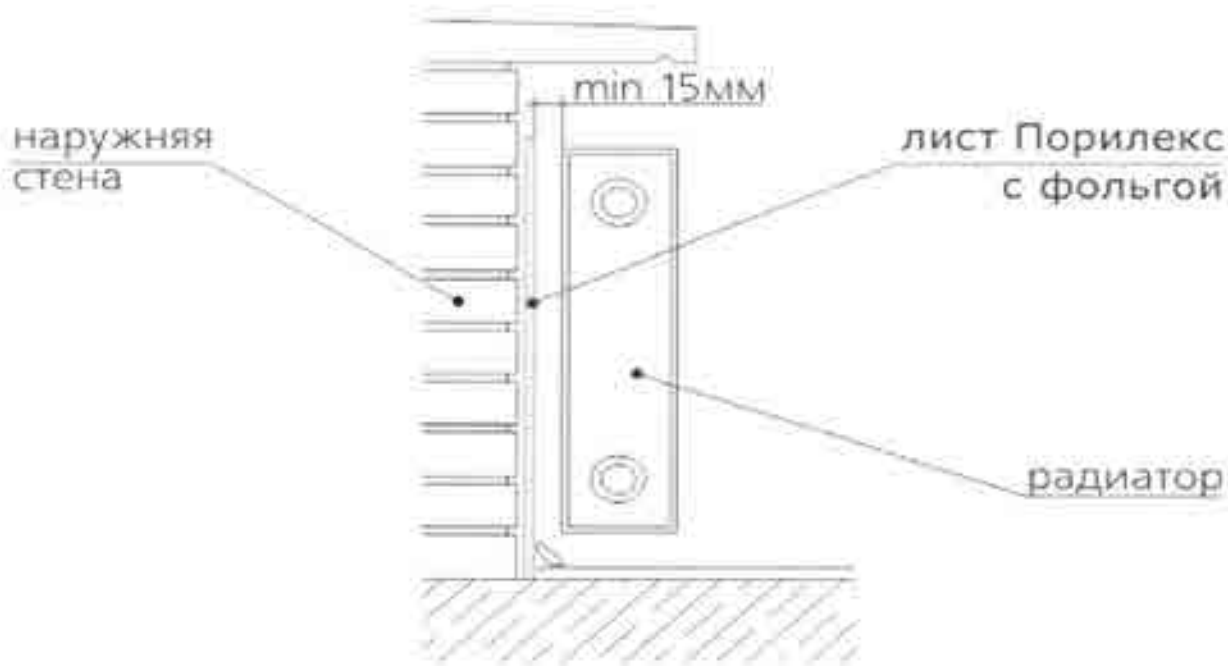
Ожидаемая стоимость режимной наладки (без стоимости модернизируемого оборудования) для системы теплоснабжения оценивается в 5,5 млн. руб. Срок окупаемости составляет 3,4 года.

### **3.3 Экранирование отопительного оборудования**

Обогрев промышленных объектов обеспечивается отопительными агрегатами (радиаторами, конвекторами, регистрами), закрепленными на внутренних стенах зданий. Отопительный агрегат нагревает стену, вследствие чего потери тепла за счет теплопроводности в этой части ограждения увеличиваются, согласно закону Фурье, пропорционально росту перепада температур на поверхностях стен. Примеры схем утепления стены за радиатором представлены на рисунке 1.



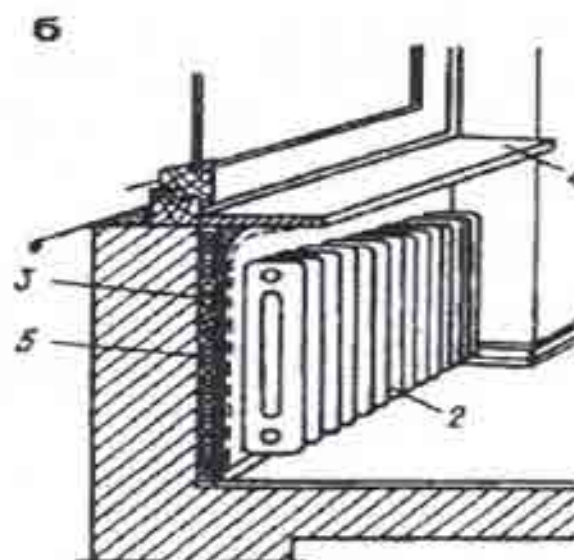
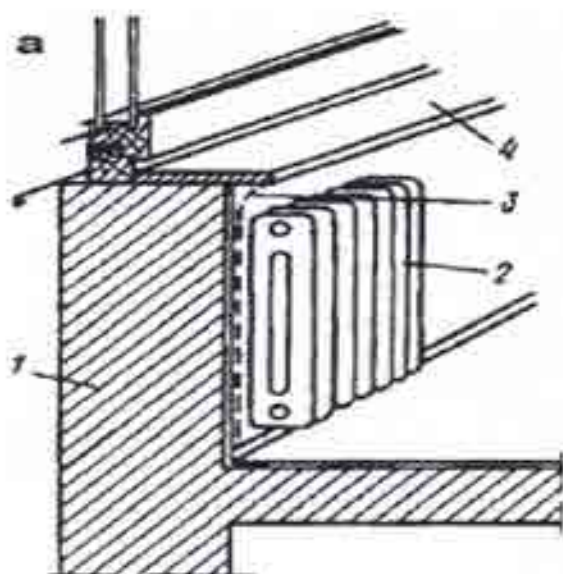




### В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛООВОГО ЭКРАНА ЗА РАДИАТОРОМ



«Атласол К» применяется в качестве экрана, отражающего тепловой поток радиаторной системы. Материал монтируется рядом с нагревательным элементом с зазором 4-5 см (сторонами поперечности) в сторону отапливаемого помещения. Сохраняет тепло и долговечен.



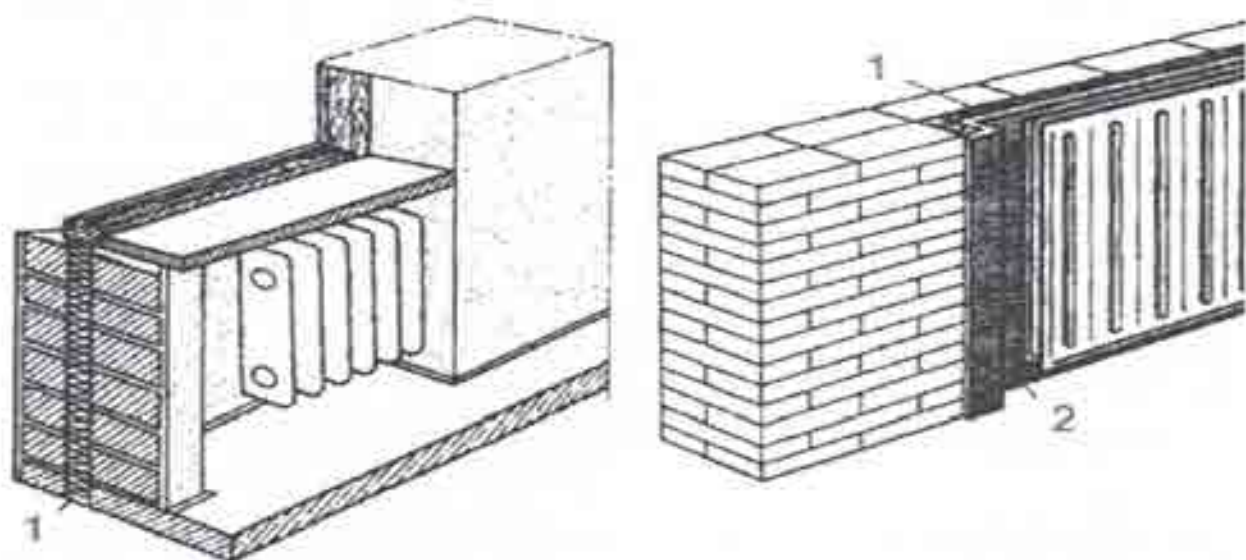
1 - наружная стена; 2 - радиатор; 3 - алюминиевая фольга; 4 - подоконник; 5 - утеплитель.

Рисунок 1 - Примеры схем утепления стены за радиатором



Отопительный агрегат, как правило, устанавливаются на наружные стены помещения под окнами. При работе агрегат нагревает участок стены, расположенный непосредственно за ней. Получается, что этот участок значительно теплее остальной стены, и температура за агрегатом может достигать 40°C. При этом, тепловая энергия расходуется на обогрев холодных кирпичей или бетонных плит наружной стены дома, вместо обогрева воздуха внутри помещения. Такая установка батарей является причиной увеличения тепловых потерь.

Если батарея установлена в нише, то снижается толщина наружной стены и тепловые потери будут еще больше, по сравнению с установкой на целую стену. Утепление стены за радиатором в нише представлено на рисунке 2.



1 - утепляющий материал; 2 - алюминиевая фольга.

**Рисунок 2 - Утепление стены за радиатором в нише**

Уменьшения тепловых потерь можно добиться за счет использования теплоотражающих экранов, изолирующих участки стен, расположенные за отопительными приборами. В качестве таких экранов используются материалы с низким коэффициентом теплопроводности (около 0,05 Вт/м·°С). Например, пенофол - вспененная основа с односторонним фольгированием.

Для того чтобы избежать передачи тепловой энергии от нагретой фольги к стене, между фольгой и стеной должна обязательно быть прослойка из материала с низкой теплопроводностью и небольшой толщиной. Именно все эти свойства сочетаются в таких материалах как «Порилекс» с фольгой или «Пенофол». Рекомендуемая толщина изоляции 3-5мм. Отражающий слой должен быть обращен





в сторону источника тепловой энергии.

Расчет экономии производится исходя из значений потребления на отопление. В 2011 году потребление на отопление 28020 Гкал.

Для сокращения потерь тепловой энергии через ограждения, в местах установки отопительных агрегатов рекомендуется:

- установить теплоизоляционный материал за отопительным прибором на внутренней поверхности стены, для сокращения потерь вследствие теплопроводности через ограждения;

- отопительный агрегат наряду с конвективной составляющей отдает тепловую энергию за счет излучения, поэтому на поверхности утеплителя, обращенной к отопительному прибору, устанавливается экран из алюминиевой фольги, отражающий падающее от батареи лучистое тепло внутрь помещения.

На рынке представлен ряд материалов, состоящих из тонкого слоя утеплителя с фольгированием. Например, комплексная изоляция «Пенофол С», или МегаизолАЛ. Необходимо учесть, что для обеспечения конвективного теплообмена надо оставить зазор между отопительным прибором и поверхностью стены не менее 1,5 см, а предпочтительнее 3÷6 см. При установке теплоизоляционного экрана лучше располагать его ближе к поверхности стены, а не к поверхности батареи. Можно прикрепить его к стене с помощью обычного двустороннего скотча, или с помощью степлера – к деревянной рейке. Размер экрана должен несколько превосходить проекцию прибора на участок стены.

Толщина изоляции выбирается максимально возможная при условии наличия зазора в 3 см. В случае, если зазор между батареей и стеною не позволяет разместить теплоизоляционный материал, возможно применение специальной фольги – армафола.

Технико-экономические расчеты производятся по аналогии с другими объектами, на которых внедрялись мероприятия по экранированию отопительного оборудования. Определено, что установка теплоотражающих экранов обеспечит экономию 3% тепловой энергии, расходуемой на отопление посредством водяных отопительных агрегатов.

Для предприятия, потребляющего на отопление 28020 Гкал/год, экономия составит 840,6 Гкал/год или (при стоимости 1 Гкал – 1924,81 руб.) – 1617,9 тыс.





руб.

Затраты рассчитываются следующим образом:

– расход материала экранов – например самоклеющегося пенофола С принимается 5 м<sup>2</sup> на один отопительный агрегат, что в денежном выражении составит 450 руб.;

– расход вспомогательных материалов – алюминиевого скотча принимается из расчета 0,5 рулона на агрегат, что в денежном выражении составит 40 руб.;

– итого с учетом доставки материалов – 20% от стоимости, работы – 100% от стоимости затраты на отопительный агрегат составят 1078 руб. без НДС;

– срок окупаемости мероприятия по экранированию отопительных агрегатов для аналогичных предприятий исходя из опытных данных составляет 0,5 – 3 года, общие затраты при сроке окупаемости мероприятия в 3 года составят 4855 тыс. руб.

При этом следует учитывать, что экранирование в существующих условиях позволит поднять температуру в помещениях, но не принесет прямой экономии средств, поэтому для снижения затрат, после внедрения мероприятия следует произвести регулировку расхода теплоносителя на отопление объекта.

#### **3.4 Ремонт обмуровки паровых котлов**

В ходе инструментального обследования системы теплоснабжения были замерены температуры на поверхности обмуровки работающих паровых котлов. Результаты замеров отражены в протоколах и из анализа их следует, что температура на поверхности обмуровки значительно превышает допустимую. Из данного факта следует, что потери тепловой энергии через обмуровку котлов превышают расчетно - допустимые. Обмуровка имеет трещины, в местах оборудования лазов для чистки, полностью не восстановлена.

Данные недостатки позволяют сделать вывод о необходимости ремонта обмуровки котлов.

Стоимость материалов и работ по капитальному ремонту обмуровки котла ДКВР 20/13 составляет 1199 тыс. руб., затраты на три котла составят 3596 тыс. руб. Экономический эффект от экономии топлива, при уменьшении потерь тепловой энергии в атмосферу через обмуровку котлов, составляют 1,5% от потребляемого



топлива (для котлов на мазуте). При потреблении котлами в 2011 году 4401 тонн мазута М-100 экономия составит 66 тонн в год или в денежном выражении, при стоимости мазута равной 14,96 тыс. руб. за тонну составит 658,4 тыс. руб. в год. Простой срок окупаемости составит 5,5 года.

### 3.5 Внедрение на котлах системы автоматического регулирования процессов горения

В результате обследования выявлено, что система автоматизации котлов находится в неисправном состоянии. Управление работой котлов осуществляется вручную операторами. Регулирование разряжения в газоходе не осуществляется, шиберы открыты постоянно. Регулирование подачи воздуха так же проводится вручную шиберными заслонками.

Данное положение с управлением процессами горения не позволяют добиваться оптимальных параметров теплопередачи и полноты сгорания мазута. Внедрение системы автоматического регулирования процессов горения, с применением частотного регулирования мощности электропривода, позволяют снизить расход топлива на 3% при сохранении тех же параметров теплоносителя.

При потреблении мазута в 2011 году 4401 тонн, экономия составит 132 тонны в год, при стоимости 1 тонны – 14,96 тыс. руб., за год экономия составит 1975 тыс. руб.

Оборудование трех котлов ДКВР 20/13 автоматикой процессов горения, ориентировочно стоит 6350 тыс. руб. Простой срок окупаемости составит 3,2 года.

### 3.6 Ремонт изоляции паровых и водяных тепловых сетей

Расчет необходимых инвестиций для проведения ремонта паровых ТС сведен в таблицу 6.

Таблица 6 - Расчет необходимых инвестиций для замены изоляции паровых сетей

Номер участка	Длина	Диаметр, Ду	Площадь поверхности	Стоимость материалов	Стоимость работ и доставки	Стоимость замены изоляции на участке
-	м	мм	м <sup>2</sup>	руб.	руб.	тыс. руб.
№1	280	325	2572	514400	925920	856,64
№2	405	273	2274	454800	718640	600,2
Итого:						1456,84





На основании информации о ценах на тепловую изоляцию фирмы ООО «Элит» необходимые средства для замены тепловой изоляции составят 1456,84 тыс. руб.

Экономический эффект рассчитывается при условии достижения величины тепловых потерь после монтажа тепловой изоляции на уровень нормативных. В этом случае потребление тепловой энергии в виде пара снизится на 144,6 Гкал/год (см. таблицу 23).

Экономия тепловой энергии в денежном выражении, при себестоимости тепловой энергии 1924,81 руб. Гкал, составит 278,3 тыс. руб./год. Срок окупаемости составляет 5,2 года.

Расчет необходимых инвестиций для водяных сетей выполнен на основании информации о ценах на тепловую изоляцию ООО «Строй-изоляция». Необходимые средства для замены тепловой изоляции на указанных участках составят 1017,4 тыс. руб.

Расчет необходимых инвестиций для проведения ремонта водяных ТС сведен в таблицу 7.

**Таблица 7 - Расчет необходимых инвестиций для замены изоляции водяных тепловых сетей**

Номер участка	Длина	Цена 1м <sup>2</sup> , ТМ	Цена 1 бандажа	Установка новой изоляции	Доставка изоляции	Стоимость демонтажа старой изоляции	Стоимость замены изоляции на участке
-	м	руб.	руб.	руб.	руб.	руб.	тыс. руб.
№1	460	169,9	10	95	120	50	278,5
№2	300	169,9	10	95	250	50	161,4
№3	300	169,9	10	95	250	50	161,4
№4	180	169,9	10	95	250	50	180,9
№5	205	169,9	10	95	250	50	235,2
Итого							1017,4

Экономический эффект рассчитывается при условии достижения величины тепловых потерь после монтажа тепловой изоляции на уровень нормативных. В этом случае потребление тепловой энергии в теплофикационной воде снизится на 467,1 Гкал в год. Эксплуатация трубопроводов с изоляцией из ТЕХ МАТ повышает все показатели надёжности (безотказность, сохранность, долговечность, ремонтпригодность) тепловых сетей.





Экономия тепловой энергии в денежном выражении, при себестоимости тепловой энергии 1924,81 руб. Гкал, составит 899 тыс. руб. в год. Срок окупаемости составляет 1,1 года.

Расчеты затрат на ремонт данных участков проведены при условии использования в качестве тепловой изоляции маты толщиной 80мм минеральной ваты компании Rockwool TEX MAT.

Для расчета стоимости затрат на закупку тепловой изоляции проведен анализ данного сегмента рынка. По критерию «минимальная цена» и ближайшее расположение офиса дилера к заказчику выбрана продукция компании «Элита» (Россия, г.Архангельск, ул. Гайдара, 44 к.1, прайс-лист на продукцию: <http://www.elitacompany.ru>).

При расчете стоимости восстановления тепловой изоляции на паровых тепловых сетях учитывалась стоимость матов тепловой изоляции, покровного слоя, бандажа и стоимость монтажных работ по оценке завода-изготовителя.

### **3.7 Приобретение и монтаж электронагревателей сетевой воды в системе подогрева мазута и отопления на расходном складе мазута.**

В настоящее время поставка мазута на котельную предприятия осуществляется автомобильным транспортом. Мазут скачивается из машин в две расходные емкости по 100 м<sup>3</sup>.

При этом на предприятии также имеются два хранилища для мазута, находящиеся в режиме консервации: основной склад мазута (нефтехозяйство) объемом 7,0 тыс. м<sup>3</sup> и расходный склад мазута (PCM) объемом 4,0 тыс. м<sup>3</sup>, в которые ранее раскачивали мазут из танкеров. Однако, последние пять лет мазут танкерами не поставляется и резервуары пустуют. Отказ от поставки мазута танкерами вызван наряду с другими причинами также и целью экономии мазута и тепловой энергии, необходимой на обеспечение подогрева мазута при его хранении.

Оба хранилища (PCM, нефтехозяйство) оборудованы системами подогрева мазута и греющими спутниками мазутопроводов. От котельной до хранилищ проложены паропроводы, на хранилищах установлены пароводяные подогреватели, обеспечивающие подогрев мазута (на PCM) и подогрев воды для спутников мазутопроводов (на нефтехозяйстве). Поскольку оба хранилища



находятся на расстоянии около 2 км от котельной, а состояние теплоизоляции, стенок и запорной арматуры паропроводов достаточно ветхое, отсутствует система возврата конденсата, то затраты на подогрев мазута при его хранении на данных хранилищах (при транспортировке мазута танкерами) достаточно значительны.

В целях снижения потерь тепловой энергии пара при транспортировке на нефтехозяйство РСМ предлагается отказаться от использования пара от основной котельной и перейти к эксплуатации электропарогенераторов или индукционных электронагревателей мазута и мазутопроводов. [http://www.city-connect.ru/podogrev\\_rezervuarov.html](http://www.city-connect.ru/podogrev_rezervuarov.html).

Учитывая, что фактическое техническое состояние оборудования на РСМ гораздо более работоспособно и оптимально в части необходимых объемов перевалки и хранения мазута, чем на нефтехозяйстве, предлагается рассмотреть модернизацию системы подогрева и хранения мазута на РСМ.

При использовании электропарогенераторов технологическая цепочка не нарушается, нагрев мазута и обогрев спутников мазутопроводов производится существующим оборудованием, что снижает затраты на внедрение. При этом следует при проектировании предусмотреть возврат конденсата из подогревателей. Для обеспечения значительного увеличения электрической нагрузки (ориентировочно 2 МВт) при внедрении электрокотлов необходимо предусмотреть прокладку дополнительной высоковольтной кабельной линии от энергоблока №1 до РСМ с монтажом комплектной понижающей подстанции наружной установки. Необходимая эл. мощность может быть задействована за счет компрессоров ВВД №№ 1,3 установленных в энергоблоке и в настоящее время неиспользуемых по причине их неисправности.

Просчитать экономический эффект от внедрения данного мероприятия не представляется возможным, так как данные по объемам пара используемого на обогрев РСМ не представлены (пар не подавался 5 лет, расходомер пара отсутствует). При этом, учитывая исключенные потери тепла в паропроводе и потерь с конденсатом при предлагаемом способе хранения и подогрева мазута, снижение затрат при существующем тарифе на потребляемую эл. энергию (2154 руб./МВт\*ч) очевидно.



**3.8 Автоматизация системы подогрева сетевой воды на котельной с установкой регулирующей арматуры и приборов, обеспечивающих температуру теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха.**

Регулировка температуры нагрева сетевой воды на паровых водонагревателях Э-300, Э-500, расположенных в котельной, производится обслуживающим персоналом вручную. Температура прямой сетевой воды, выходящей из котельной, зависит от следующих факторов:

- параметров входящего в нагреватели пара (расход, давление, температура);
- параметров выходящего из нагревателей конденсата (расход, давление, температура);
- температуры наружного воздуха;
- степени точности ручной регулировки подачи пара (слива конденсата) для поддержания температуры по заданному графику, обусловленной человеческим фактором.

Для обеспечения более экономного расходования тепловой энергии предлагается внедрить на водонагревателях Э-300, Э-500 автоматическую систему регулирования температуры нагрева сетевой воды, обеспечивающую поддержание необходимой температуры по заданному графику в зависимости от температуры окружающей среды.

Внедрение данного мероприятия, исходя из опыта аналогичных предприятий, позволяет снизить потребление тепловой энергии (ТЭ) на 6,5% от энергии, потребляемой на отопление и вентиляцию за год. СРЗ Нерпа потребляет на цели отопления 28020 Гкал в год (2011 г.). Экономия ТЭ составит 1821,3 Гкал в год или в денежном выражении при себестоимости 1 Гкал равной 1924,8 руб. – 3505,6 тыс. руб. в год.

Затраты на внедрение данного мероприятия составят ориентировочно 10,5 млн. руб., простой срок окупаемости составит 2,9 года.

**3.9 Модернизация (автоматизация) тепловых пунктов основных объектов для обеспечения автоматизированного регулирования режима подачи теплоносителя.**

Наряду с установкой тепловых счетчиков по всем основным объектам (для оценки количества потребленной тепловой энергии и горячей воды и внедрения





стимулирующих мероприятий по их экономии), предлагается оснастить тепловые пункты основных потребителей тепловой энергии автоматизированными системами регулирования объема теплоносителя, для возможности программирования режимов отопления объектов, в том числе для возможности снижения температуры в производственных помещениях в нерабочее время.

Внедрение данного мероприятия позволяет снизить потребление тепловой энергии на отопление на 2% в год. При потреблении 28020 Гкал в год экономия составит 560,4 Гкал в год или 1078,7 тыс. руб. в год. При затратах на оборудование автоматических тепловых пунктов равных 4500 тыс. руб. срок окупаемости составит 4,2 года.

### **3.10 Утепление фасадов зданий и замена оконных блоков на стеклопакеты.**

Обследование предприятия СРЗ «Нерпа» показало, что на предприятии уже проводится планомерная работа по замене деревянных оконных рам на пластиковые стеклопакеты. Тепловизионная съемка показала, что в тех зданиях, где проведена замена оконных рам (корпус 3, энергоблок №1 и др.) потери тепловой энергии в атмосферу значительно меньше, чем там, где остаются устаревшие деревянные рамы. Предлагается для экономного использования тепловой энергии, а следовательно и жидкого топлива продолжить по возможности замену в помещениях деревянных рам на стеклопакеты. Оценка экономического эффекта по данному мероприятию не проводилась, поскольку предполагает проведение детальных инструментальных замеров, не предусмотренных рамками заключенного договора первичного энергетического обследования.

## **4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ РАСХОДА ВОДЫ**

### **4.1 Прекращение сброса воды из системы отопления**

Значительные потери воды происходят в результате неэффективной работы системы отопления, при недостаточной температуре теплоносителя в конечных точках производится сброс воды в системы канализации. Прекращение сброса теплоносителя приведет к экономии воды, уменьшит затраты энергии на нагрев, снизит риск возникновения аварийных ситуаций, обеспечит экономию эл. энергии.

Прекращение сброса теплоносителя возможно при условии обеспечения нормального температурного режима в помещениях: объекта №12, корпуса №1,



блока складов №1.2, энергоблока №2, нефтехозяйства. Замеры параметров тепловой сети показали, что для достижения вышеперечисленных задач целесообразно разделить систему отопления на два самостоятельных участка с возможностью подключения в один общий, в аварийных ситуациях. Первый участок обеспечивать тепловой энергией от блока котельных №1, а второй от модульной автоматической котельной, смонтированной в районе вышеперечисленных объектов. Это разделение позволит снизить потери энергии в сетях. Обеспечит тепловые режимы в цехах с максимальным количеством работников, позволит значительно сэкономить топливо и воду.

В настоящее время отечественная промышленность выпускает модульные котельные различных мощностей. Простые расчеты показали, что необходима котельная с тепловой нагрузкой 2,5 Гкал в час, или 3МВт. Информацию о модульных котельных представлена в интернете. Для примера модульная водогрейная котельная с котлами ДЕВ-4-14ГМ (КВ-ГМ-2,9-150С) стоимость комплекта 2090 тыс. руб. При потере воды за отопительный период в количестве 20856 тонн, при стоимости воды 15,41 руб. за тонну, получаем экономию 321,4 тыс. руб. Не учитывая экономию топлива, простой срок окупаемости составит 6,5 лет.



## 5 ОБОБЩЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Обобщенная характеристика рекомендуемых энергосберегающих мероприятий приведена в таблице 6.

**Таблица 8 - Характеристика энергосберегающих мероприятий**

Рекомендуемые энергосберегающие мероприятия	Энергосбережение		Необходимые инвестиции, тыс. руб.	Срок окупаемости, лет
	ГЭР/Год	Тыс. руб./Год		
<b>1. В системе электроснабжения</b>				
Снижение потерь холостого хода в трансформаторах	106,1 тыс. кВт·ч	228,5	0	0
Установка ЧРП на электроприводах котельных	189,5 тыс. кВт·ч	408	705	1,7
Замена ЛН, светильников с лампами типа ДРЛ на более энергоэффективные источники света	992,1 тыс. кВт·ч	2083	1642	0,8
Установка фотореле на систему наружного освещения	11,44 тыс. кВт·ч	24,6	15	0,6
<b>Итого по системе электроснабжения:</b>	<b>1299,14 тыс. кВт·ч</b>	<b>2744,1</b>	<b>2362</b>	<b>0,9</b>
<b>2. В системе водоснабжения</b>				
Прекращение сброса воды из системы отопления	20856 м <sup>3</sup> в год	321,4	2090	6,5
<b>Итого по системе водоснабжения:</b>	<b>20856 м<sup>3</sup> в год</b>	<b>321,4</b>	<b>2090</b>	<b>6,5</b>
<b>3. В системе теплоснабжения</b>				
Экранирование отопительного оборудования	840,6 Гкал	1617,9	4855	3,0
Наладка системы отопления	840,6 Гкал	1617,9	5500	3,4
Диспетчеризация системы отопления	539,6 Гкал	1039	3500	3,4
Ремонт изоляции водяных и паровых тепловых сетей	620,7 Гкал	1177,3	2474,2	2,1
Автоматизация системы подогрева сетевой воды на котельной с установкой регулирующей арматуры и приборов, обеспечивающих температуру теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха.	1821,3 Гкал	3505,6	10500	2,9
Модернизация тепловых пунктов основных объектов для обеспечения регулирования подачи теплоносителя.	560,4 Гкал	1078,7	4500	4,2
<b>Итого по системе теплоснабжения:</b>	<b>5223,2 Гкал</b>	<b>10036,4</b>	<b>31329,2</b>	<b>3,1</b>
<b>4. В системе топливоснабжения</b>				
Капитальный ремонт	66 т.	658,4	3596	5,5





Рекомендуемые энергосберегающие мероприятия	Энергосбережение		Необходимые инвестиции, тыс. руб	Срок окупаемости, лет
	ГЭР/Год	Тыс. руб./Год		
обмуровки паровых котлов				
Внедрение на котлах автоматики процессов горения	132	1975	6350	3,2
Итого по системе топливоснабжения	198 т	2633,4	9946	3,8
<b>5. В системе ВНД</b>				
Децентрализация системы ВНД	2463,7 тыс. кВт·ч	5307	25000	4,7
Итого по системе ВНД	2463,7 тыс. кВт·ч	5307	25000	4,7
Всего	-	21042,3	70727,3	3,4

