

УДК 004.9:65

Информационное обеспечение управления качеством теплообеспечения потребителей

Е.Л. Архангельская, Н.Н. Елизарова
ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
Иваново, Российская Федерация
E-mail: jast_eva@mail.ru, elisarova@it.ispu.ru

Авторское резюме

Состояние вопроса: В настоящее время недостаточно внимания уделено оценке качества теплообеспечения потребителей, существуют лишь типовые методики распределения тепловой энергии. Необходима методика для анализа оценки показателей качества теплоснабжения конкретных городов.

Материалы и методы: Используются материалы предприятия «Коммунальные технологии», которые обрабатывались методом кластерного анализа. Использовались расчетный метод для оценки показателей качества и метод дерева решений для отображения возможных вариантов.

Результаты: Проведен анализ показателей качества и нормативов теплообеспечения. Предложена методика оценки качества обеспечения тепловой энергией. Разработан алгоритм информационного обеспечения для конкретного предприятия. Рассмотрен пример реализации предложенного алгоритма.

Выводы: Предложенная методика оценки качества предоставляемой тепловой энергии может быть использована для анализа работы обеспечивающих организаций и управления процессом теплообеспечения потребителей.

Ключевые слова: информационное обеспечение, показатели качества, теплообеспечение, кластеризация, принятие решений.

Quality management information support of consumers' heat supply

E.L. Arkhangel'skaya, N.N. Elizarova
Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russian Federation
E-mail: jast_eva@mail.ru, elisarova@it.ispu.ru

Abstract

Background: Currently, it is paid not enough attention to the assessment of the quality of the consumers' heat supply and there are only standard methods of thermal energy distribution. It is necessary to develop a methodology for assessing quality of specific cities heat supply.

Materials and methods: The author used materials of the "Utility Technology" company, which were processed by cluster analysis. The author used calculation method for the evaluation of quality indicators and method of decision tree to display the options.

Results: The analysis of heat supply quality indicators and standards was carried out. The method of heat supply quality assessment was suggested. The information support for a particular company was developed. An example of the algorithm implementation was considered.

Conclusions: The proposed method of heat supply quality assessment can be used for the analysis of the heat supplying organizations work and managing the process of customers' heat supply.

Key words: information support, heat supply, clusterization, decision making.

Определение показателей качества и нормативов теплоснабжения. В рыночной экономике проблема качества является важнейшим фактором повышения уровня жизни, экономической, социальной и экологической безопасности. Качество продукции – понятие многогранное. В первую очередь качество продукции ассоциируется с комплексом ее естественных свойств, которые определяют ее полезность. Полезность вещи определяет ее потребительскую стоимость. В условиях товарного производства потребительская стоимость является носителем экономических отношений людей. Поэтому качество – это экономическая категория, обуславливающая взаимоотноше-

ния между производителями и потребителями продукции¹.

Вместе с тем потребительская стоимость определяет только полезность вещи, независимо от степени этой полезности. В общем случае под качеством продукции понимается совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Качество продукции следует рассматривать как важнейшую потребительскую характеристику, включающую не только естественно-

¹ ИСО 8402-94. Управление качеством и определение качества. Словарь; ГОСТ 15467-79. Качество продукции. Термины.

технические, но и общественные ее свойства. Если первые указывают на абсолютную применимость продукции с точки зрения удовлетворения определенной потребности, то вторые – показывают область общественных взаимоотношений, связанных с производством и потреблением продукции. Последнее обстоятельство позволяет соизмерять затраты производителей и потребителей, обусловленные качеством продукции.

Рассматривая теплоэнергетическую продукцию с системных позиций, нетрудно заметить специфические особенности ее производства и потребления. Это, во-первых, непрерывность и, во-вторых, совпадение во времени производства и теплопотребления. Непрерывность этих процессов приводит к тому, что не имеется возможности выбраковать и изъять продукцию, не отвечающую стандартам качества. Совпадение во времени производства и потребления указывает на жесткую зависимость производства энергии от режима ее потребления. Эти специфические свойства топливно-энергетического комплекса (ТЭК) определяют введение нового понятия – качества энергоснабжения, под которым следует понимать надежное обеспечение потребителей энергией в необходимом количестве и требуемого качества в соответствии с заданным режимом ее потребления.

Категория качества энергоснабжения не имеет смысла, если система не может обеспечить как минимум бесперебойность подачи энергии [1]. В действительности надо говорить о надежности энергоснабжения – комплексе свойств, которые характеризуют способность системы сохранять во времени значения всех параметров и выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях эксплуатации.

Под качеством энергии следует понимать совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением [2]. В некоторых случаях для более полной характеристики качества энергии необходима информация и о качестве энергоносителя. Это особенно важно для характеристики качества тепловой энергии, носителем которой может быть любая материя, находящаяся в любом агрегатном состоянии и, следовательно, обладающая не только различными физико-химическими, но и термодинамическими свойствами.

Не менее важными для характеристики качества энергоснабжения являются данные о режиме отпуска и потребления энергии. Под режимом понимается изменение расходов и параметров энергоносителей в зависимости от времени и других условий на протяжении всего расчетного периода. В частности, изменение значений показателей потребления энергии во времени, например по часам за характерные

сутки, или, например, в зависимости от метеорологических условий.

Таким образом, важно не только произвести качественную энергию, но и надежно обеспечить каждого потребителя этой энергией в соответствующий момент времени. Проблемы надежности и качества энергоснабжения взаимосвязаны и должны решаться совместно.

В настоящее время нет единого понимания «качества теплоснабжения». Однако основным результатом функционирования систем энергоснабжения является надежное обеспечение потребителей тепловой энергией (ТЭ) в заданном количестве и требуемого качества. Качество теплоснабжения должно учитывать надежность снабжения, качество тепловой энергии и теплоносителя при обязательном соблюдении режима отпуска тепла потребителям. Фактически необходимо говорить о качестве функционирования системы теплоснабжения. Сложные технические системы рекомендуется оценивать показателем качества функционирования [2]:

$$F_x(t) = F[X(t)], \quad (1)$$

где $X(t)$ – вектор математической модели функционирования системы в момент t , способный оценить состояние i -го элемента системы. Если элемент работает, то $X(t) = 1$, если не работает, то $X(t) = 0$. Таким образом, можно учесть бесперебойность работы системы. Если состояние системы изменяется случайным образом, то показателем системы является математическое ожидание случайной функции $F_x(t)$ в момент времени t .

Основной задачей системы теплоснабжения является надежное обеспечение потребителей тепловой энергии в необходимом количестве и требуемого качества в соответствии с заданным режимом функционирования. Поэтому функция качества теплоснабжения может быть представлена в виде функционала, аргументами которого являются параметры качества поставки ТЭ:

$$F_x(t) = \sum_{j=0}^m P[q_j] \prod_{i=1}^n P[K_{i \min} \leq K_i \leq K_{i \max} | (q_j \geq Q)], \quad (2)$$

где $j = 0, \dots, m$ – возможные состояния системы; $P[q_j]$ – вероятность нахождения системы в состоянии j , которое характеризуется пропускной способностью q_j ; $P[K_{i \min} \leq K_i \leq K_{i \max} | (q_j \geq Q)]$ – вероятность того, что показатель качества тепловой энергии K_i будет находиться в заданных пределах, а пропускная способность q_j будет удовлетворять режиму теплопотребления Q ; n – число рассматриваемых показателей качества энергии.

Значение данного функционала представляет собой интегрированную оценку качества теплоснабжения. В этом случае за харак-

теристика качества функционирования системы теплоснабжения следует принимать математическое ожидание энергии, полученной потребителями в соответствии с графиком его нагрузки при показателях качества, лежащих в допустимых границах. Комплексный показатель определяет вероятность обеспечения качества теплоснабжения, что позволяет осуществить непосредственный переход к количественной оценке качества теплоснабжения. Для этого необходимо найти математическое ожидание энергии, которую сможет получить потребитель при заданных показателях качества и в необходимом режиме:

$$Q_0 = QF_x(t), \quad (3)$$

где Q – тепловая энергия, потребляемая за рассматриваемый период при отсутствии нарушений качества теплоснабжения.

В системе теплоснабжения может наблюдаться нарушение качества теплоснабжения в результате перерывов в снабжении, недопоставки требуемого количества (недотоп) или принудительной поставки избыточного тепла (перетоп) потребителю. Поэтому за характеристику качества функционирования системы теплоснабжения следует принимать часовой (месячный или годовой) расход тепла как разность между расчетным расходом Q_p и фактически поданным Q_f , которая определяет количество тепла, избыточно поставленное или недопоставленное в результате перетопы или недотопы (перерыва теплоснабжения):

$$\pm \Delta Q = Q_p - Q_f. \quad (4)$$

Таким образом, реализуется возможность количественной оценки качества теплоснабжения. Для этого необходимо знать, каким образом нарушение качества теплоснабжения повлияет на количество энергии, получаемой потребителями. Это утверждение можно описать физико-математической моделью функционирования системы теплоснабжения, базирующейся на системе уравнений материального и теплового балансов (теплопередачи), а также уравнений сохранения импульсов (гидравлического расчета).

Материальный баланс системы теплоснабжения рассчитывается по формуле

$$G_1 = \sum_{i=1}^n G_i + G_2 + (G_{y1} + G_{y2}), \quad (5)$$

где G_1 и G_2 , G_{y1} и G_{y2} – расход и утечки теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах; G_i – суммарный расход сетевой воды на i -й абонентский ввод, который равен сумме расчетных расходов на отопление G_{oi} , вентиляцию G_{vi} и ГВС $G_{ГВСi}$:

$$G_i = G_{oi} + G_{ГВСi} + G_{vi}. \quad (6)$$

Тепловой баланс системы теплоснабжения рассчитывается как

$$Q_1 = Q_\Sigma + Q_2 + Q_{y1,2} + Q_{n1,2}, \quad (7)$$

где Q_1 и Q_2 , $Q_{y1,2}$, $Q_{n1,2}$ и Q_Σ – расход тепла в подающем и обратном трубопроводах, с утечками и потерями, а также суммарный на отопление Q_{oi} , вентиляцию Q_{vi} и ГВС $Q_{ГВСi}$ i -го потребителя:

$$Q_\Sigma = \sum_{i=1}^n (Q_{oi} + Q_{vi} + Q_{ГВСi}). \quad (8)$$

Гидравлический баланс, определяющий располагаемый напор в любой точке системы теплоснабжения, рассчитывается следующим образом:

$$\Delta H_{ист} = \sum_{i=1}^n \Delta H_i + \Delta H_1 + \Delta H_2, \quad (9)$$

где $\Delta H_{ист}$ – располагаемый напор на источнике; ΔH_i – располагаемый напор на вводе i -го потребителя; ΔH_1 и ΔH_2 – потери напора на участке подающего и обратного трубопроводов, м.

Качество системы проявляется в полной мере только в процессе ее использования по назначению. Поэтому для более глубокого понимания взаимосвязей в системе теплоснабжения необходимо уточнить схемные и конструктивные решения потребителя, на границе которого и должны соблюдаться расчетные параметры качества теплоснабжения.

Любая система существует в пределах каких-либо ограничений, налагаемых, как правило, покупателями или уполномоченными органами. Это требования качества теплоснабжения, экологической безопасности, безопасности труда, ценовые ограничения. Существуют активные системы, способные противостоять негативным воздействиям окружающей среды (неквалифицированным действиям администраций разных уровней, конкуренции других проектов), и пассивные, у которых это свойство отсутствует.

Выделим группы показателей, с помощью которых можно охарактеризовать и оценить качество поставляемой тепловой энергии и бесперебойность теплоснабжения [2, 3]:

1. Термодинамические показатели – показатели качества тепловой энергии, гарантирующие подачу в теплоиспользующие установки потребителей необходимого количества теплоносителя с требуемыми энергетическими параметрами.

2. Физико-химические показатели качества теплоносителя, характеризующие степень его пригодности для нормальной работы тепловых сетей и теплопотребляющих установок, влияющие на сохранность и долговечность оборудования абонента, а также отвечающие санитарно-противоэпидемическим правилам и нормам.

3. Показатели бесперебойности теплоснабжения, характеризующие перерывы в подаче тепловой энергии, вызванные остановками на плановые ремонты или связанные с технологическими отказами и авариями.

Включаемые в оценку качества теплоснабжения параметры относятся к границам эксплуатационной ответственности теплоснабжающей организации и абонента тепловой энергии. При оценке качества теплоснабжения целесообразно различать нормативные (расчетные), договорные (диспетчерские) и фактические значения параметров.

Нормативные значения показателей, определяющих качество теплоснабжения, задаются действующими нормативно-техническими документами (ГОСТ, СНиП, СанПиН, РД и др.)², закладываются в проекты систем теплоснабжения и указываются в технических условиях на присоединение потребителей. Договорные значения показателей качества, в отличие от нормативных, соответствуют реально достижимым значениям показателей качества в эксплуатируемых системах. Эти значения декларируются при заключении договоров.

В идеале договорные значения должны совпадать с нормативными показателями качества теплоснабжения. Однако в действующих системах, не подвергавшихся модернизации или реконструкции, эти значения имеют объективную тенденцию к ухудшению относительно нормативных. Значения фактических показателей получаются в результате контроля и измерения параметров качества теплоснабжения. В случае определения уровня качества теплоснабжения необходимо определить отклонение договорных параметров от нормативных, фактических параметров от договорных или нормативных значений.

В случае нарушения качества теплоснабжения, например температуры, расхода или давления теплоносителя, эквивалентно изменяется количество энергии, поступающей в систему теплоснабжения потребителей. Вследствие этого изменяется температура внутреннего воздуха, т.е. нарушается микроклимат в помещениях зданий, который и является конечным критерием эффективности функционирования системы теплоснабжения. Следовательно, мерой отклонения показателей, характеризующих изменение параметров качества теплоснабжения, может служить коэффициент [2]

$$k_k = \frac{\Delta Q}{Q_p} = \frac{Q_p - Q_{\text{ф}}}{Q_p}, \quad (10)$$

где ΔQ – недоотпуск или перерасход тепла вследствие нарушения качества теплоснабжения; Q_p , $Q_{\text{ф}}$ – расчетный и фактический отпуск тепла при технологических отказах в системе теплоснабжения и нарушениях качества теплоснабжения потребителей.

² РД 153-34.0-20.507-98. Типовая инструкция по технической эксплуатации систем транспорта и распределения тепловой энергии. – М.: СПО ОРГРЭС, 1999.

Выявим цепочку формул, с помощью которых будет оцениваться качество теплоснабжения.

1. Коэффициент соотношения действительного и требуемого потребления тепловой энергии:

$$\gamma = \frac{Q_d}{Q_p} = \frac{t_{\text{вд}} - t_{\text{нд}}}{t_{\text{вр}} - t_{\text{нр}}}. \quad (11)$$

2. Из формулы (11) следует, что температура воды в подающей магистрали по диспетчерскому графику теплоотпуска должна учитывать температуру наружного воздуха:

$$t_{\text{нв}} = t_{\text{вд}} - \gamma(t_{\text{вр}} - t_{\text{нр}}), \quad (12)$$

где $t_{\text{вр}}$ и $t_{\text{вд}}$ – температура воздуха в помещениях, расчетная и действительно достижимая; $t_{\text{нр}}$ и $t_{\text{нд}}$ – температура наружного воздуха, расчетного и соответствующего диспетчерскому графику после введения ограничений.

3. Коэффициент недотопа потребителей:

$$k_n = (1 - \gamma) * 100\%. \quad (13)$$

4. В результате недотопа потребителей температура внутреннего воздуха в помещении (квартире) будет снижаться на величину

$$t_{\text{вд}} = t_{\text{нр}} + (t_{\text{вр}} - t_{\text{нр}}) * \frac{t_{1d} - t_{\text{нр}}}{t_{1p} - t_{\text{нр}}}, \quad (14)$$

где t_{1d} и t_{1p} – температура теплоносителя на подающей магистрали, соответствующая расчетному и диспетчерскому графикам отпуска тепла.

Для быстрого и качественного обеспечения потребителей тепловой энергией и принятия решений по исправлению неисправностей необходимо распределить их на группы, внутри которых будут учитываться и рассчитываться показатели качества одного типа.

Методика оценки качества обеспечения тепловой энергии. Для управления теплоснабжением необходимо сформировать информационное обеспечение, которое позволило бы повысить эффективность принимаемых решений. Очень важно создание методик для анализа оценки показателей качества теплоснабжения конкретных городов, с адаптацией к их условиям. Поэтому была разработана система информационного обеспечения, опирающаяся на показатели, описанные выше.

В ходе работы был составлен комплексный алгоритм оценки качества предоставляемой тепловой энергии:

1. Кластеризация потребителей по 3 параметрам:

- *объем помещения;*
- *количество человек проживающих/работающих;*
- *нормативная температура в данном помещении.*

2. Проверка данных, фильтрация, заполнение пропусков, нахождение ошибочных данных.

3. Обобщение кластеров в более крупные с помощью качественного параметра: *тип потребителей* (1 – государственная контора, офисы, рабочие места; 2 – частный сектор, частное жилье; 3 – ТСЖ, ЖКХ, частный потребитель; 4 – нежилое помещение).

4. Расчет показаний, оценивающих качество обеспечения ТЭ, установленных для каждой группы.

5. Рекомендации для принятия решений по улучшению качества теплового обеспечения потребителей и уменьшению количества аварийных ситуаций (с помощью дерева решений).

Рассмотрим пример реализации алгоритма для предприятия ООО «Коммунальные технологии» г. Новочебоксарск. В табл. 1 приведен фрагмент данных, по которым проводилась классификация.

Проведены следующие расчеты.

1. Выполнена кластеризация потребителей методом k-средних (реализовано в программе Deduktor).

На рис. 1 представлена карта Кохонена, с помощью которой осуществлялось разбиение всего множества потребителей на

18 классов. Одновременно с этим была проведена фильтрация данных и восстановление пропусков.

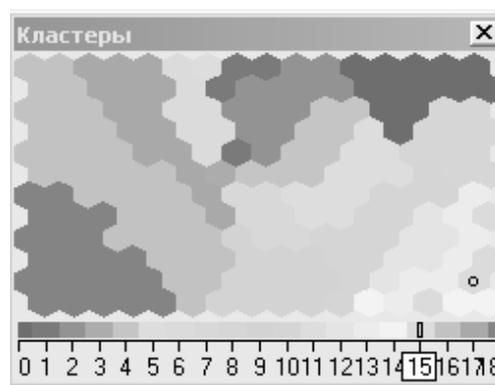


Рис. 1. Разбиение на кластеры

В табл. 2 представлен пример полученных данных после кластеризации по трем параметрам: объем помещения; количество человек проживающих/работающих; нормативная температура в данном помещении.

Таблица 1. Исходные данные для классификации

Наименование потребителя	V, м ³	T, °C	Кол-во человек	Категория
Управление ФСКН России по ЧР - Чувашии	23154	18	359	АДМ. ЗДАНИЕ
ТСЖ «Уютный дом»	399	20	146	УЧРЕЖДЕНИЕ
ТСЖ «Южная – 18»	7466	22	210	ЖИЛЬЕ
ТСЖ «Комфорт»	5006	22	190	ЖИЛЬЕ
МУП «УК в ЖКХ г. Новочебоксарск»	9216	22	200	ЖИЛЬЕ
ул. Винокурова, 26А	231	5	0	НЕЖИЛОЙ ПОМ
ул. Солнечная, 40	371	-	5	ЧАСТНЫЙ ДОМ

Таблица 2. Обработанные данные

Наименование потребителя	Улица	V, м ³	Категория	Кол-во человек	Номер кластера
Управление Судебного департамента в ЧР	СОВЕТСКАЯ	23154,0	АДМ. ЗДАНИЕ	360,0	15
ООО «Росгосстрах-Поволжье»	СОЛНЕЧНАЯ	1378,0	УЧРЕЖДЕНИЕ	290,0	2
Управление Федеральной регистрационной службы по ЧР	СОВЕТСКАЯ	881,0	АДМ. ЗДАНИЕ	359,0	1
Управление Федеральной службы РФ по контролю за оборотом наркотиков по ЧР	ЗАВОДСКАЯ	3106,0	ОФИС	171,0	4
ГУЗ «Республиканское патолого-анатомическое бюро» МЗ и СР ЧР	ПИОНЕРСКАЯ	1947,0	МОРГ	35,0	2
ТСЖ «Уютный дом»	СТРОИТЕЛЕЙ г.НЧ	7466,0	ЖИЛЬЕ	146,0	11
ТСЖ «Южная – 18»	ЮЖНАЯ	30538,0	ЖИЛЬЕ	210,0	14
ТСЖ «Комфорт»	ВИНОКУРОВА	16193,0	ЖИЛЬЕ	190,0	10
МУП «УК в ЖКХ г. Новочебоксарск»	10-Й ПЯТИЛЕТКИ	11725,0	ЖИЛЬЕ	200,0	10
МУП «УК в ЖКХ г. Новочебоксарск»	10-Й ПЯТИЛЕТКИ	7681,0	ЖИЛЬЕ	156,0	11
МУП «УК в ЖКХ г. Новочебоксарск»	В.ИНТЕРНАЦИОНАЛ	44107,0	ЖИЛЬЕ	458,0	14
МУП «УК в ЖКХ г. Новочебоксарск»	ВИНОКУРОВА	10668,0	ЖИЛЬЕ	203,0	10

Так как для потребителей различных типов температурные ограничения могут не сильно отличаться, то, используя качественный параметр «тип потребителя», выделим 4 укрупненных класса (рис. 2):

1 класс – государственные организации (офисы, рабочие места): температура на рабочих местах на превышает 18–19 °С, объем помещения превышает 1,5 тыс. м³;

2 класс – частные дома (отапливаются совершенно по другой системе, но учитывать их необходимо);

3 класс – многоэтажные дома (ТСЖ, ЖКХ, кооперативы): температура > 20 °С, объем помещения 5–10 тыс. м³;

4 класс – нежилые помещения.

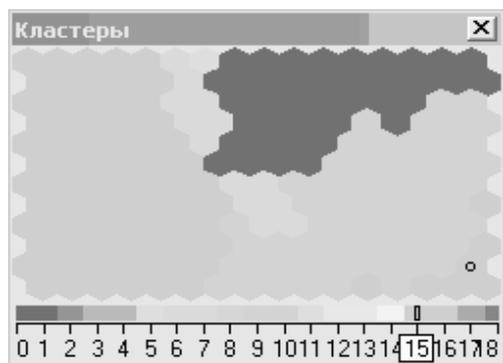


Рис. 2. Укрупненные классы

2. Так как выбросов не обнаружено и коррекции не требуется, осуществлен расчет основных показаний для двух классов: государственные организации; многоэтажные дома.

В качестве примера для расчетов рассмотрим: средняя температура наружного воздуха в феврале –4,8 °С, а заданная диспетчером для квартальных в соответствии с выделенным лимитом газа $t_{нд} = -0,53$ °С.

Для 1-го класса коэффициент недотопа составил

$$K_n = (1 - (18 - (-0,53)) / (18 - (-4,8))) * 100 = 18,5 \%$$

Для 3-го класса

$$K_n = (1 - (22 - (-0,53)) / (22 - (-4,8))) * 100 = 16 \%$$

3. Для принятия решений по улучшению качества теплоснабжения определены экономические последствия недотопа.

Для 1-го класса:

- потери, связанные с невыпуском продукции и снижением качества, с браком;

- прямые затраты на возмещение недоотпуска тепла за счет использования электроэнергии;

- косвенные ущербы от роста заболеваемости работников.

Для 3-го класса:

- прямые затраты на оборудование и электроэнергию для обогрева;

- затраты на возмещение ущерба здоровью;

- последствия после использования газа в качестве обогрева;

- ущерб от пожаров в связи с необходимостью дополнительного обогрева за счет других источников;

- рост квартплаты вследствие ускоренного износа зданий.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что необходим контроль качества предоставляемой тепловой энергии и не раз в месяц, а с периодичностью раз в неделю в целях успешной корректировки температуры теплоносителя, величины давления, а также проверки тепломагистралей на утепление и изоляцию.

Разработанное информационное обеспечение включает:

- электронное хранилище для всех собранных данных о потребителях, со средними температурами в помещениях, нормативных и фактических (данные могут быть импортированы из существующей учетной системы теплообеспечивающей организации);

- алгоритм кластеризации потребителей;

- расчет показателей и нормативов качества теплоснабжения;

- рекомендации для принятия решений по управлению теплообеспечением потребителей.

При использовании электронного хранилища можно отслеживать понижение или повышение температуры у потребителей в зависимости от внешней температуры чаще, чем раз в месяц, и после этого производить корректировку или температуры теплоносителя, или напора теплоносителя в теплотрассе.

Это позволит поддерживать постоянный температурный режим у потребителей ТЭ, что приведет к продуктивной работе на рабочих местах, уютной домашней обстановке.

Разработанная система информационного обеспечения предназначена:

- для руководителя теплообеспечивающей организации в целях управления основными процессами и оптимизации потерь;

- для контролирующих органов (например, МУП, администрации), перед которыми отчитываются обеспечивающие организации.

Результаты работы планируется внедрить в ООО «Коммунальные технологии» г. Новочебоксарск.

Список литературы

1. Кузнецов Е.П. О последствиях нарушения режима отпуска тепла потребителям. – 1996. – № 2.
2. Качество теплоснабжения городов / Е.П. Кузнецов, Н.В. Кобышева, Т.А. Дацюк и др. – 2-е изд. – СПб.: ПЭИПК, 2007.
3. Любушкин Н.П. Анализ финансово-экономической деятельности предприятия. – М.: ЮНИТИ, 2002.

References

1. Kuznetsov, E.P. O posledstviyakh narusheniya rezhima otpuska tepla potrebitelyam [On consequences of network disturbance of heat allocation to consumers]. 1996. № 2.
2. Kuznetsov, E.N. Kobysheva, N.V., Datsyuk, T.A. *Kachestvo teplosnabzheniya gorodov* [Quality of cities heat supply]. Saint-Petersburg, PEIPK, 2007.
3. Lyubushkin, N.P. *Analiz finansovo-ekonomicheskoy deyatel'nosti predpriyatiya* [Analysis of financial and economic activity of enterprise]. Moscow, YuNITI, 2002.

Архангельская Елизавета Леонидовна,
ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
студент,
e-mail: jast_eva@mail.ru

Елизарова Надежда Николаевна,
ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий,
телефон (4932) 26-98-55,
e-mail: elisarova@it.ispu.ru