

Интернет-журнал «Науковедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 7, №6 (2015) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-6>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/02EVN615.pdf>

DOI: 10.15862/02EVN615 (<http://dx.doi.org/10.15862/02EVN615>)

УДК 332.145

Клявлин Марс Салихович

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»
Архитектурно-строительный факультет
Кафедра «Водоснабжение и водоотведение»
Россия, Уфа¹
Профессор
Доктор химических наук
E-mail: volvita@inbox.ru

Самофеев Никита Святославович

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»
Институт Экономики
Кафедра «Экономики и управления на предприятии нефтяной и газовой промышленности»
Россия, Уфа
Доцент
Кандидат технических наук
E-mail: volvita@inbox.ru

Шильдт Лилия Абулаисовна

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»
Институт Экономики
Кафедра «Экономики и управления на предприятии нефтяной и газовой промышленности»
Россия, Уфа
Старший преподаватель
Кандидат экономических наук
E-mail: volvita@inbox.ru

¹ 450062, Республика Башкортостан, Уфа, Космонавтов ул., 1

Клявлиная Яна Марсовна

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Институт Экономики

Кафедра «Экономики и управления на предприятии нефтяной и газовой промышленности»

Россия, Уфа

Доцент

Кандидат экономических наук

E-mail: Yana_klyavlina@mail.ru

**Проблемы оценки эффективности проектов
совершенствования городских систем
теплогазораспределения (на примере города Уфа)**

Аннотация. Современное городское хозяйство любого мегаполиса сталкивается с проблемами обеспечения потребителей качественным набором услуг.

Ежегодно повышаются и ужесточаются требования к функционированию жилищно-коммунального сектора хозяйствования городов Российской Федерации. На федеральном и региональном уровнях реализуются различные программы поддержки и модернизации действующих систем распределения ресурсов. Одним из сложных элементов коммунальной среды, безусловно, являются системы распределения тепла, ввиду большого числа аварий в них, высокой стоимости ресурсов, дороговизны и сезонности проведения работ, закрытости информации и слабого управления.

Основные решения, предлагаемые операторами услуг и направленные на оптимизацию и совершенствование действующих систем теплораспределения, в основном, предполагают снижение издержек при проведении ремонтно-восстановительных работ и использование эффективных утеплителей для восстановления магистральных сетей теплоснабжения.

Предлагаемый проект децентрализации сетей теплоснабжения города способствует повышению управляемости коммунальной системы и экономии ресурсов, затрачиваемых на снабжение потребителей. Проведенная оценка эффективности предложенного проекта, разработанного для условий города Уфы, выявила низкую коммерческую эффективность, и может быть рекомендована для отдельных локальных районов города, где достигаются наилучшие показатели экономии затрат на отопление и рентабельности.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве моделей реализации автономии, действующих центральных тепловых систем или для вновь проектируемых районов застройки городов страны.

Ключевые слова: центральные тепловые сети; комбинированные системы теплогазораспределения; условные кварталы городской застройки; экономия тепловых ресурсов; капитальные вложения; капитальный ремонт; эффективность проектов теплораспределения; срок окупаемости проекта.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Клявлин М.С., Самофеев Н.С., Шильдт Л.А., Клявлиня Я.М. Проблемы оценки эффективности проектов совершенствования городских систем теплогазораспределения (на примере города Уфа) // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №6 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/02EVN615.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/02EVN615

Статья опубликована 25.11.2015.

Действующие централизованные системы теплоснабжения во многих городах России достались в наследство от тотального государственного регулирования в жилищно-коммунальной отрасли СССР, а с ними ряд системных проблем дальнейшей работоспособности, связанных с обеспечением надежности поставок тепла потребителям [1, 2, 3].

Как показывает накопленный опыт обслуживания централизованных систем отопления, в том числе и в Европе, где центральная система теплоснабжения в большей степени реализована в небольших городах с малой удаленностью пунктов выработки энергии и конечных потребителей, подобные системы обладают своими достоинствами и недостатками [4, 5, 6].

Общеизвестно, что в централизованных системах теплоснабжения все группы потребителей одновременно получают тепловую нагрузку, при этом различают два типа нагрузок, в зависимости от времени протекания: циклично-сезонного периода «осень - весна» и непрерывного круглогодичного [5]. Действующие крупных городах России теплораспределительные системы практически полностью организованы по циклично-сезонному типу, что обосновано необходимостью проведения ремонтных работ в летний период.

Альтернативные решения организации систем теплоснабжения в основном предлагают переход к индивидуализации (автономии) систем распределения тепла. На примере города Уфы - одного из крупных городов Российской Федерации, предложен проект децентрализации системы теплогазораспределения, учитывающий достоинства централизованной и автономных систем, их характеристика представлена в табл. 1.

Таблица 1

Принципиальная сравнительная характеристика централизованной и децентрализованной систем теплоснабжения (разработано авторами)

Преимущества централизованного теплоснабжения	Недостатки централизованного теплоснабжения
1. Сокращение затрат на производство энергетических ресурсов, ввиду сжигания низкосортного топлива, отходов производства и т.д. 2. Мощные очистные и рассеивающие системы продуктов сгорания.	1. Высокая степень износа тепловых сетей, тепловые потери на порядок превышают нормативные уровни, увеличение затрат на подачу тепла. 2. Увеличение аварийности основных магистралей и квартальных участков, большой риск преждевременной повреждаемости сетей, требующий аварийных и внеплановых работ.
Преимущества децентрализованного теплоснабжения	Недостатки децентрализованного теплоснабжения
1. Минимизация транспортных затрат тепловой энергии (ввиду отсутствия магистральных и внешних сетей). 2. Включения расходов на оборудование тепловых систем в сметную стоимость 1 м ² жилья. 3. Сокращение эксплуатационных затрат на плановые ремонты и зарплату персонала.	Большой объем капитальных затрат на оборудование систем, строительство, и эксплуатации.

Ввиду географических особенностей расположения (протяженность более 30 км), застройки кварталов города, в проекте была предложена комбинированная система подачи тепла. Комбинированная система теплоснабжения предусматривает централизованную подачу энергоресурса (предлагается - природный газ (г. Уфа имеет хорошо развитую сеть газопроводов в каждом районе со стопроцентным освоением всей городской территории)) к местной автономной поквартальной системе теплоснабжения, обеспечивающая циркуляцию теплоносителя в ограниченном объеме условного квартала города. Таким образом, все потребители условного квартала (включая объекты жилого, общественного и административного назначения) будут обеспечены теплом. Для предложенной системы будут характерны достоинства централизованной и децентрализованной схемы поставки тепла, синергетически, можно выделить основные из них:

- термодинамическая эффективная цикличность выработки тепловой и электроэнергии;
- высвобождение обслуживающих кадров ввиду сокращения километража трасс системы;
- снижение общих затрат на производство энергоресурсов, путем сжигания топлива низких сортов, производственных отходов т.д.;
- эффективные мощные очистные и рассеивающие системы продуктов сгорания;
- потребительская ориентация системы теплоснабжения (в случае использования децентрализованной части системы для покрытия отопительной нагрузки получают такие данные, как температура наружного воздуха для конкретного района, что, несомненно, является очень важным, по причине того, что из-за различных условий, например в зависимости от расположения, а именно в низине или на возвышенности, температура наружного воздуха может значительно отличаться в близкорасположенных районах, также высока вероятность значительного отличия температур воздуха в удаленных друг от друга районах);
- значительное снижение потерь тепловой энергии при транспортировке тепла по сравнению с централизованной системой, по причине сравнительно малой протяженности квартальной сети теплоснабжения по сравнению с сетью центрального теплоснабжения;
- с учетом того, что на данный момент полимерные трубы большого диаметра (более 1000 мм в диаметре) для сетей теплоснабжения не выпускаются, появляется возможность использования полимерных трубопроводов для децентрализованной части комбинированной системы по причине переноса части тепловой нагрузки на сети централизованного теплоснабжения, что приведет к снижению эксплуатационных расходов вследствие большего срока службы полимерных материалов и снижения гидравлического сопротивления трубопровода;
- снижение затрат на ремонт централизованной части комбинированной системы по причине снижения диаметров тепловой сети из-за переноса части тепловой нагрузки на децентрализованную часть комбинированной системы;
- возможность бороться с несанкционированным отбором тепла путем сверки внутри квартала количества тепла отпущенного в котельной, с суммарным количеством тепла, полученным абонентами.

Комбинированная система теплоснабжения, так же, как централизованная и децентрализованная система, будет обладать рядом недостатков:

- увеличение количества трубопроводов из-за использования трубопроводов централизованной и децентрализованной системы;
- проблема сохранения температуры теплоносителя решается только частично;
- значительные капитальные вложения на начальном этапе;
- необходимость подведения газовой сети к децентрализованной части системы;
- выброс продуктов сгорания в децентрализованной части системы осуществляется непосредственно в жилые районы.

Основным решением проекта является частичный отказ от системы теплоснабжения со строительством приквартирных блочно-модульных котельных, которые будут снабжать теплом все объекты жилого и промышленного назначения в отведенных кварталах. Роль ТЭЦ будет сведена к снабжению горячей водой населения, административных и промышленных зданий.

Основными элементами модульной котельной квартала являются:

- обязательный, при любой комплектации элемент нагрева воды, принимаемый по расчетам мощности квартала;
- автоматические микропроцессорные регуляторы температуры воды прямого и обратного хода;
- здание котельной блочно-модульного типа;
- коммуникации и сети для подачи воды, вентиляции и канализации.

Расчет параметров комбинированного теплоснабжения для города Уфа проводится следующим образом: город разбивается на типовые кварталы, которые, в свою очередь, разбиваются на типовые единицы – жилые здания типового квартала, потребность общественных зданий и сооружений в тепловой энергии учитывается в виде определенного процента от суммарной потребности в тепловой энергии жилых зданий.

Расчет проводился только для децентрализованной части комбинированной системы и только на покрытие отопительно-вентиляционной нагрузки, было принято, что нагрузка горячего водоснабжения покрывается за счет централизованной части комбинированной системы. За основу для расчетов были приняты шесть условных кварталов, распределение капитальных вложений приведено в таблице 2.

Таблица 2

Структура капитальных вложений по условным кварталам г. Уфы по проекту реализации комбинированной системы теплогазораспределения (разработано авторами)

Структура капитальных вложений	Принятые условные кварталы по городу Уфа					
	1	2	3	4	5	6
На строительство котельной, тыс. руб.	2300	1800	2300	1800	1700	1650

Структура капитальных вложений	Принятые условные кварталы по городу Уфа					
	1	2	3	4	5	6
На трубы, тыс. руб., в том числе:	31711	11692,1	19484,2	15682	21370,3	10732
50 мм	6506,5	946,4	-	1313,1	13404,3	2242,2
70 мм	8506,3	5958,4	4301,6	6078,8	3594,8	4660,7
82 мм	2359	1480	1297,7	2711,4	321,7	2080,6
100 мм	6978,4	3226	4061,2	3006,6	3697,2	1464,3
125 мм	7360,3	81,1	6927,3	2078,7	-	284,1
150 мм	-	-	2414,6	493,2	352,3	-
184 мм	1227,8	-	481,8	-	-	-
На оборудование, тыс. руб.	12267,5	4500	12054	2700,2	4357,5	3972,5
Всего, тыс. руб.	47506,3	17992,1	33838,2	20182,2	27427,8	16354,5

Отметим, что в проекте предусматривалась экономия теплоносителя от изменения схемы поставки тепла [7, 8], следовательно, для каждого условного квартала были определены экономия теплоносителя и оценен срок окупаемости мероприятий (таблица 3). Совокупный срок окупаемости мероприятий составит 11,4 лет, а рентабельность вложенного капитала составит 9%. Эксплуатационные ежегодные издержки учитывали амортизационные отчисления, затраты на обслуживание внутриквартальных систем и прочие затраты, их размер оценен размере 26,5 млн. руб.

Таблица 3

**Технико-экономические показатели условных кварталов города Уфы
 (разработано авторами)**

Показатели	Принятые условные кварталы по городу Уфа					
	1	2	3	4	5	6
Потребная мощность генератора, кВт	7010	2600	6888	3272	2490	2270
Общие затраты, млн. руб	47,50	17,99	33,84	20,18	27,42	16,35
Площадь квартала, тыс. м ²	116,8	80,2	129,0	82,1	136,9	83,6
Затраты на 1 м ² , руб./м ²	406,8	224,4	262,2	245,9	200,3	195

Показатели	Принятые условные кварталы по городу Уфа					
	1	2	3	4	5	6
Эффект от экономии теплоносителя, тыс. руб./год.	3574,1	1312,6	3492,3	3520,3	1248,0	1130,8
Срок окупаемости, лет	13,3	13,7	9,7	5,7	21,7	14,5

Обратим внимание, что разделение территории города на условные кварталы производилось по анализу особенностей размещения типовой застройки (преобладающей в Уфе), учете административных и общественных организаций, образующие совокупный реальный квартал в микрорайоне города.

Результаты расчета основных параметров по проекту внедрения комбинированной системы для условий города Уфы с учетом дисконтирования приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты расчета основных показателей по проекту при 10 лет реализации (для 6-и условных кварталов) с учетом дисконтирования (разработано авторами)

Показатель	Значение
Общий объем инвестиций, млн. руб.	163,30
Объем возврата ежегодный, руб.	14,28
Чистый дисконтированный доход, тыс. руб.	-24,93
Внутренняя норма доходности инвестиций, %	0
Индекс доходности, доли	-0,5
Срок окупаемости, лет	≥10 (11,4)

Стоимость проекта (формула 1) для города Уфа может быть приближенно оценена умножением величины средних затрат на 1 м² квартала на общую площадь города [9, 10]:

$$C = S_r \times Z_{cp} \times k_1 \times k_2, \quad (1)$$

где: S_r – площадь города;

Z_{cp} – средние затраты на 1 м² площади квартала (города);

k_1 – коэффициент удорожания работ, учитывающий неподвижные расходы (принят $k_1=1,2$);

k_2 – коэффициент, учитывающий жилые блоки за исключением частных секторов и «пустых» территорий (принят для условий загрузки кварталов г. Уфы $k_2=0,6$).

Стоимость проекта комбинированной системы теплогазораспределения для города Уфы, при условии разбивки города на условные кварталы, составит порядка 1,4 трлн. руб.

По данным оценки ООО «Башкирские распределительные тепловые сети», основного поставщика тепла, одновременно, являющегося и ответственным лицом за проведение капитального ремонта действующих теплосетей города, необходимый объем капитального ремонта действующих сетей требует порядка 7-8 млрд. руб., при этом срок окончания ремонтных работ настанет к 2042 году [11].

Отметим, что с точки зрения затрат и капитальных вложений, властям города Уфы проще постепенно производить капитальный ремонт изношенных теплосетей, чем разрабатывать и внедрять проект децентрализации системы теплораспределения, который значительно дороже. Реализация таких проектов в крупных городах России возможна, и может быть востребована из-за постепенного расширения территории городов [12], в частности, на этапе проектирования жилых кварталов, которые удалены от ТЭЦ.

В целом, подобные инвестиционные проекты вписываются в курс государства на энергосбережение и несут в себе сокращение издержек на поддержание тепловой сети города в будущем. Нельзя забывать и про социальный эффект, заключающийся в независимости от центральной тепловой сети и, как следствие, снижения влияния аварий на теплотрассах целых районов города.

ЛИТЕРАТУРА

1. Львов, Д.С. Современные проблемы энергосбережения в России / Д.С. Львов, В.С. Некрасов // «Энергоэффективная экономика – основа устойчивого развития России в XXI веке»: Сб. докл. межд. симп. – М., 2014. – С. 33-41.
2. Матвеев, В.А. Энергоэффективность – ключевая задача российской экономики / В.А. Матвеев // «Энергоэффективная экономика – основа устойчивого развития России в XXI веке»: Сб. докл. межд. симп. – М., 2014. – С. 12-31.
3. Ковылянский, Я.А. Развитие теплофикации в России в среднесрочной перспективе / Я.А. Ковылянский // Электрические станции. - 2015. - №10. - С. 9-12.
4. Подберецкая, Т.Г. Опыт реализации программ энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве на примере ГУП ДЕЗ района «Преображенское» / Т.Г. Подберецкая // «Энергоэффективная экономика – основа устойчивого развития России в XXI веке»: Сб. докл. межд. симп – Москва, 2014. – С. 56-63.
5. Хрилев, Л.С. Сравнительная оценка отечественных и зарубежных методов разделения расхода топлива в формировании тарифов на ТЭЦ / Л.С. Хрилев [и др.] // Теплоэнергетика. - 2013. - №4. - С. 45-54.
6. Андриющенко, А.И. Комбинированные системы энергоснабжения / А.И. Андриющенко // Теплоэнергетика. - 2014. - №5. - С. 2-6.
7. Андриющенко, А.И. Экономическая эффективность модернизации городских систем теплоснабжения / А.И. Андриющенко // Промышленная энергетика. - 2014. - №12. - С. 41-43.
8. Чистович, С.А. Технологические схемы систем теплофикации, теплоснабжения и отопления [Электронный ресурс] / С.А. Чистович // Вентиляция, отопление, кондиционирование: электрон. журн. - 2007. - №7. - Режим доступа: <http://nordoc.ru/doc/52-52555>.
9. Решецкий, В.И. Экономический анализ и расчет инвестиционных проектов / В.И. Решецкий. – М.: Янтарный сказ, 2012. – 117 С.
10. Савчук, В.П. Инвестиционный анализ и бизнес-планирование. Оценка эффективности инвестиционных проектов / В.П. Савчук. – М.: Абсолют-Б, 2012. – 90 С.
11. Инвестиционные программы на 2015-2017 годы (по городам присутствия ООО «БашРТС»). Официальный сайт ООО «БашРТС». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bgkrb.ru/rtc/disclosure-of-information.php>.
12. Шильдт, Л.А. Градостроительная стратегия развития города Уфы / Л.А. Шильдт, Ю.Р. Заляева // «Наука и образование, общество: проблемы и перспективы развития»: сборник научных трудов по материалам МНПК: в 10 частях. Тамбов, 2013. - С. 155-157.

Рецензент: Статья рецензирована членами редколлегии журнала.

Klyavlin Mars Salikhovich

Ufa state petroleum technological university
Russian Federation, Ufa
E-mail: volvita@inbox.ru

Samofeev Nikita Svyatoslavovich

Ufa state petroleum technological university
Russian Federation, Ufa
E-mail: volvita@inbox.ru

Shildt Lilia Abulaisovna

Ufa state petroleum technological university
Russian Federation, Ufa
E-mail: volvita@inbox.ru

Klyavlina Yana Marsovna

Ufa state petroleum technological university
Russian Federation, Ufa
E-mail: Yana_klyavlina@mail.ru

Problems of an assessment of efficiency of projects of improvement of city systems of heatgas distribution (on the example of the city of Ufa)

Abstract. The modern municipal economy of any megalopolis faces problems of providing consumers with a qualitative set of services.

Annually adjusted and tightened requirements for the functioning of housing and communal sector economic cities of the Russian Federation. At the Federal and regional levels carried out various programs of support and modernization of existing systems of resource allocation. One of the complex elements of the communal environment, of course, are the systems of heat distribution, given the number of accidents in them, high cost of resources, cost and seasonality of the work, restricted access to information and poor governance.

The main solutions proposed by operators and aimed at optimization and improvement of existing systems of heat distribution, mainly associated with lower costs when carrying out repair work and the use of effective insulation for reconstruction of main heating networks.

The proposed project is the decentralization of heat supply of the city contributes to improving the manageability of utility systems and save resources spent on the supply to the consumer. An evaluation of the effectiveness of the proposed project, designed for the city of Ufa, has identified low commercial efficiency, and can be recommended for individual local areas of the city, where the best results are achieved savings of heating costs and profitability.

The results can be used as models for the implementation of the autonomy of existing central heating systems or for newly designed parts of the towns of the country.

Keywords: main thermal networks; the combined systems of heatgas distribution; conditional quarters of city building; economy of thermal resources; capital investments; capital repairs; efficiency of projects of heatdistribution; project payback period.

REFERENCES

1. L'vov, D.S. *Sovremennye problemy energosberezheniya v Rossii* / D.S. L'vov, V.S. Nekrasov // «Energoeffektivnaya ekonomika – osnova ustoychivogo razvitiya Rossii v KhKhI veke»: Sb. dokl. mezhd. simp. – M., 2014. – S. 33-41.
2. Matveev, V.A. *Energoeffektivnost' – klyuchevaya zadacha rossiyskoy ekonomiki* / V.A. Matveev // «Energoeffektivnaya ekonomika – osnova ustoychivogo razvitiya Rossii v KhKhI veke»: Sb. dokl. mezhd. simp. – M., 2014. – S. 12-31.
3. Kovylyanskiy, Ya.A. *Razvitie teplofikatsii v Rossii v srednesrochnoy perspektive* / Ya.A. Kovylyanskiy // *Elektricheskie stantsii*. - 2015. - №10. - S. 9-12.
4. Podberetskaya, T.G. *Opyt realizatsii programm energosberezheniya v zhilishchno-kommunal'nom khozyaystve na primere GUP DEZ rayona «Preobrazhenskoe»* / T.G. Podberetskaya // «Energoeffektivnaya ekonomika – osnova ustoychivogo razvitiya Rossii v KhKhI veke»: Sb. dokl. mezhd. simp – Moskva, 2014. – S. 56-63.
5. Khrilev, L.S. *Sravnitel'naya otsenka otechestvennykh i zarubezhnykh metodov razdeleniya rashoda topliva v formirovanii tarifov na TETs* / L.S. Khrilev [i dr.] // *Teploenergetika*. - 2013. - №4. - S. 45-54.
6. Andryushchenko, A.I. *Kombinirovannyye sistemy energosnabzheniya* / A.I. Andryushchenko // *Teploenergetika*. - 2014. - №5. - S. 2-6.
7. Andryushchenko, A.I. *Ekonomicheskaya effektivnost' modernizatsii gorodskikh sistem teplosnabzheniya* / A.I. Andryushchenko // *Promyshlennaya energetika*. - 2014. - №12. - S. 41-43.
8. Chistovich, S.A. *Tekhnologicheskie skhemy sistem teplofikatsii, teplosnabzheniya i otopleniya [Elektronnyy resurs]* / S.A. Chistovich // *Ventilyatsiya, otoplenie, konditsionirovanie: elektron. zhurn.* - 2007. - №7. - Rezhim dostupa: <http://nordoc.ru/doc/52-52555>.
9. Reshetskiy, V.I. *Ekonomicheskiy analiz i raschet investitsionnykh proektov* / V.I. Reshetskiy. – M.: Yantarnyy skaz, 2012. – 117 S.
10. Savchuk, V.P. *Investitsionnyy analiz i biznes-planirovanie. Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov* / V.P. Savchuk. – M.: Absolyut-B, 2012. – 90 S.
11. *Investitsionnye programmy na 2015-2017 gody (po gorodam prisutstviya OOO «BashRTS»)*. Ofitsial'nyy sayt OOO «BashRTS». [Elektronnyy resurs]. URL: <http://www.bgkrb.ru rtc/disclosure-of-information.php>.
12. Shil'dt, L.A. *Gradostroitel'naya strategiya razvitiya goroda Ufy* / L.A. Shil'dt, Yu.R. Zalyaeva // «Nauka i obrazovanie, obshchestvo: problemy i perspektivy razvitiya»: sbornik nauchnykh trudov po materialam MNPK: v 10 chastyakh. Tambov, 2013. - S. 155-157.