

DOI: 10.15593/2409-5125/2016.02.06

УДК 697.1:330.131.5 (470.53)

**Т.Н. Белоглазова, Т.Н. Романова**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ МАЛОЭТАЖНОГО МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ**

Рассматривается вопрос обоснования источника теплоснабжения малоэтажного жилого дома. Для сравнения приняты такие источники, как система централизованного теплоснабжения, индивидуальная газовая котельная и поквартирное теплоснабжение. Единая система теплоснабжения обеспечивает надежность и эффективность работы системы теплоснабжения. При этом рост тарифов на тепловую энергию способствует внедрению альтернативных вариантов теплоснабжения. Варианты систем теплоснабжения обеспечивают предъявляемые к ним требования при разной величине капитальных и текущих затрат. Это связано с конструктивными, технологическими особенностями систем и тарифами на энергоносители. В статье приведен анализ роста тарифов на различные виды энергоносителей. Экономическая эффективность вариантов зависит от природно-климатических факторов. Поэтому представляет интерес использование различных вариантов источника теплоснабжения малоэтажного жилого дома для конкретного региона. Варианты теплоснабжения от газовой котельной и с установкой поквартирных теплогенераторов обладают рядом преимуществ для потребителей. Во-первых, появляется возможность регулирования в соответствии с индивидуальными требованиями потребителя. Во-вторых, индивидуальное поквартирное теплоснабжение повышает заинтересованность потребителей в ресурсосбережении. Обоснованный выбор источника теплоснабжения жилого дома произведен с учетом капитальных и текущих затрат, а также с учетом инфляции на энергоресурсы.

**Ключевые слова:** теплоснабжение, жилой дом, нормы потребления энергии, тариф, отопление, газовая котельная, теплогенератор, экономическая эффективность, срок окупаемости, чистый дисконтированный доход.

Теплоснабжение объектов жилищно-коммунального хозяйства является важным социальным вопросом, который оказывает влияние на условия жизни. Суровые климатические условия в большинстве регионов страны, особенности развития систем те-

плоснабжения требуют взвешенного и рационального подхода с точки зрения системы нормирования и образования тарифов. Для большей части потребителей, присоединенных к системе центрального теплоснабжения, возможность влияния на систему теплоснабжения практически отсутствует. Рост цен на тепловую энергию и изменение нормативов приводит к увеличению расходов за услуги, не стимулирует при этом снижение потерь тепла при транспортировке и выработке тепловой энергии. Принятые технические решения по реконструкции систем теплоснабжения требуют значительных инвестиций [1–6]. Варианты реконструкции системы отопления и источника тепла для конкретного потребителя характеризуются различными экономическими показателями [7, 8]. Для обоснования вариантов теплоснабжения конкретного потребителя необходимо учитывать конструктивно-компоновочные, климатические, экономические аспекты.

В Перми застройка малоэтажными жилыми многоквартирными домами представлена достаточно широко. Это комфортная среда, с развитой инфраструктурой. Но дома не отвечают современным требованиям теплозащиты зданий. В основном жилые малоэтажные дома постройки до 1999 г. имеют низкую (класс D) или очень низкую (класс E) энергетическую эффективность. Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление этих зданий составляет +6... +75 %, или более 75 % от нормативных значений, установленных современными требованиями. Причинами низкого уровня эффективности являются не только устаревшие нормы, по которым возводились здания, а также изношенность конструкций. Для зданий с энергетической эффективностью классов D, E рекомендуется предусматривать разработку мероприятий по реконструкции ограждающих конструкций и системы отопления и теплоснабжения. Данное обстоятельство тесно связано с обеспечением вопросов надежности и реконструкции систем теплоснабжения [9–13].

Нормативы потребления коммунальных услуг зависят от природно-климатических факторов, поэтому имеют региональный характер. В Перми для жилых двухэтажных домов до 1999 г. постройки месячный норматив теплопотребления для отопления составляет 0,0514 Гкал/м<sup>2</sup> общей площади, рассчитанных на

7 месяцев отопительного периода<sup>1</sup>. Для домов, построенных после 1999 г., норматив теплопотребления меньше и составляет 0,0195 Гкал/м<sup>2</sup> общей площади. Увеличение тарифов на тепловую энергию для двухэтажных домов до 1999 г. постройки приводит к существенному росту затрат на коммунальные услуги. При наличии узла учета оплата услуг теплоснабжения осуществляется по фактическим данным. При этом может наблюдаться превышение расхода тепла на отопление, вызванное изношенностью конструкций и систем теплопотребления.

Нормативы на горячую воду<sup>2</sup>, утвержденные в 2015 г., приводят к увеличению затрат на горячее водоснабжение и обеспечивают условия для установки индивидуальных узлов учета. Затраты тепла на нагрев горячей воды не зависят от этажности домов, в расчетах их принимают в зависимости от вида установленных приборов. Для всех потребителей, вне зависимости от этажности и года постройки здания, не оборудованного общедомовыми или индивидуальными узлами учета, становится актуальным вопрос увеличения тарифов на энергоресурсы из-за ввода повышающих коэффициентов<sup>3</sup>. Введенные коэффициенты не отражают реального потребления у абонента, в целом способствуют заинтересованности в установке узлов учета энергии и реконструкции систем теплопотребления<sup>4</sup>.

В статье рассмотрены варианты теплоснабжения двухэтажных многоквартирных жилых домов: от центральной системы теплоснабжения (ЦСТ), газовой котельной и с поквартирными теплогене-

---

<sup>1</sup> Об утверждении нормативов потребления коммунальной услуги по отоплению в жилых помещениях на территории Пермского края (для населения Пермского городского округа): постановление правительства Пермского края от 16.07.2014 № 624-п. URL: <http://docs.cntd.ru/document/494904249> (дата обращения: 26.12.2015).

<sup>2</sup> Об утверждении нормативов потребления коммунальных услуг по холодному водоснабжению, горячему водоснабжению в жилых помещениях для I группы муниципальных образований Пермского края: постановление правительства Пермского края от 17.09.2015 № 647-п. URL: <http://docs.cntd.ru/document/430622369> (дата обращения: 26.12.2015).

<sup>3</sup> О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов (с изм. на 25 декабря 2015 г.): постановление правительства РФ от 06 мая 2011 г. № 354. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902280037> (дата обращения: 26.12.2015).

<sup>4</sup> О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам предоставления коммунальных услуг: постановление Правительства РФ от 16 апреля 2013 года № 344. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант». URL: <http://base.garant.ru/70360118/#ixzz3sfq4NFW> (дата обращения: 26.12.2015).

раторах для значений нормативов потребления тепла, установленных в 2015 г. Представленные варианты теплоснабжения с учетом стабильного роста тарифов на тепловую энергию ЦСТ для потребителей позволяют принять обоснованное решение. Экономическое обоснование показывает, что не всегда вложенные инвестиции сопровождаются уменьшением затрат на услуги энергоснабжения.

В современных условиях правила предоставляют возможность выбора разных источников теплоснабжения зданий от централизованной системы ЦСТ, от автономного источника теплоты, обслуживающего одно здание и от индивидуальных теплогенераторов (СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», актуализированная редакция СНиП 41-01–2003).

Система централизованного теплоснабжения обеспечивает подачу тепла большому количеству различных потребителей, расположенных вне места выработки тепла. Работа ЦСТ обеспечивает теплоснабжение потребителей, обоснованное нормативными правовыми актами РФ и (или) договором теплоснабжения. При этом имеют место значительные экономические затраты, связанные с потерями при транспортировке и распределении.

Потребитель становится требовательнее и заинтересован платить за качественные, экономически обоснованные услуги. При возможности присоединения к разным источникам теплоснабжения появляется реальная перспектива формирования взаимовыгодных механизмов управления в теплоснабжении.

Системы автономного теплоснабжения предусматривают присоединение жилых домов к индивидуальным газовым котельным (СП 60.13330.2012). Внутреннее оборудование системы отопления (СО) и горячего водоснабжения (ГВС) размещается идентично ЦСТ. При теплоснабжении от автономного, близкорасположенного источника тепла у потребителя появляется преимущество в регулировании при эксплуатации систем СО и ГВС. При этом появляется ряд эксплуатационных затрат на обслуживание и работу котельной. Выбор оборудования и размещение для системы автономного теплоснабжения на газообразном топливе зависит от общей тепловой производительности. Для жилых многоквартирных зданий допускается устройство отдельно стоящих, пристроенных и крышных котельных (СП 41-104–2000. Проектирование авто-

номных источников теплоснабжения). В котельной предусматривается применение водогрейных котлов с температурой воды до 115 °С. Тепловая мощность пристроенной или крышной котельной не должна быть более 3,0 МВт. Не допускается встраивать котельные в жилые многоквартирные здания.

Поквартирное теплоснабжение предусматривает обеспечение теплоносителем систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения каждой квартиры в жилом многоквартирном здании. Система состоит из индивидуального источника теплоты – теплогенератора, трубопроводов горячего водоснабжения с водоразборной арматурой, трубопроводов отопления с отопительными приборами и теплообменников систем вентиляции. Для поквартирных систем теплоснабжения жилых зданий следует применять автоматизированные теплогенераторы на газовом топливе с герметичными камерами сгорания полной заводской готовности, отвечающие требованиям СП 41-108–2004 «Поквартирное теплоснабжение жилых зданий с теплогенераторами на газовом топливе».

Технико-экономическое обоснование вариантов теплоснабжения двухэтажных жилых многоквартирных домов для условий г. Пермь выполнено с учетом нормативов, установленных в сентябре 2015 г. и перспективного анализа роста тарифов на энергоресурсы.

Исследование проведено для вариантов теплоснабжения жилого многоквартирного двухэтажного дома до 1999 г. постройки от ЦСТ, индивидуальной водогрейной котельной на газовом топливе и поквартирного теплоснабжения.

На экономические показатели вариантов теплоснабжения данных объектов влияет динамика тарифов на тепловую энергию ЦСТ и на газовое топливо. Данное исследование расширено и учитывает взаимосвязь тарифов на тепловую, электрическую энергию и газовое топливо, так как при поквартирном теплоснабжении котлы используют не только газовое топливо, но и электрическую энергию. Средний рост тарифов за период 2010–2015 гг. для населения Перми составил на электрическую энергию 10,68 % в год, газовое топливо 15,8 % в год, тепловую энергию 12,76 % в год. На основе ретроспективного анализа произведен прогноз роста тарифов (табл. 1).

Таблица 1

Прогноз роста тарифов на энергетические ресурсы  
для коммунально-бытовых потребителей г. Пермь

Вид ресурса	Тариф по годам расчета, руб.			Тариф по годам расчета с учетом повышающего коэффициента, для потребителей без узлов учета, руб.		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Тепловая энергия от ЦСТ, Гкал	1678,63	1892,82	2134,35	1930,42	2744,59	3414,96
Электрическая энергия, общий тариф с газовыми плитами, кВт·ч	3,37	3,73	4,13	3,88	5,41	6,61
Электрическая энергия, общий тариф с электри- ческими плитами и кот- лом до 15 кВт, кВт·ч	2,39	2,65	2,93	2,75	3,84	4,68
Газовое топливо на ото- пление с одновремен- ным использованием газа на другие цели, м <sup>3</sup>	4,26	4,93	5,71	4,90	7,15	9,14

Повышающие коэффициенты для потребителей, у которых не установлены узлы учета (при наличии технической возможности), составляют с 1 января по 30 июня 2015 г. – 1,1; с 1 июля по 31 декабря 2015 г. – 1,2; с 1 января по 30 июня 2016 г. – 1,4; с 1 июля по 31 декабря 2016 г. – 1,5; с 2017 г. – 1,6.

Расчетная нагрузка для отопления и горячего водоснабжения определяет выбор оборудования котельной и влияет на величину КЗ. Для двухэтажного жилого дома до 1999 г. постройки для условий г. Перми произведен расчет энергопотребления по удельным показателям и нормативам потребления, результаты которого приведены в табл. 2.

Площадь застройки дома  $S_{застр} = 259 \text{ м}^2$ . Общая площадь дома  $S = 518 \text{ м}^2$ . Периметр здания  $P = 80 \text{ м}$ . Высота этажа 3 м. Строительный объем  $V = 1554 \text{ м}^3$ . Количество жителей определено исходя из норматива жилой площади на 1 жителя и составляет  $n_{жит} = 518/16 = 33 \text{ чел}$ .

Максимальные нагрузки на систему отопления определены по расчету исходя из удельных показателей. Для дома до 1999 г. постройки максимальный часовой расход на отопление составляет  $Q_o = 58,6$  кВт, на ГВС  $Q_{h \max} = 36,96$  кВт. Среднечасовая нагрузка на ГВС  $Q_{hm} = 10,1$  кВт. При выборе оборудования котельной расчетная тепловая производительность (мощность)  $Q_{\text{кот}}$ , кВт, определяется по методике СП 41-108–2004:

$$Q_{\text{кот}} = Q_o + Q_{hm} = 58,6 + 10,1 = 68,7.$$

При выборе оборудования для поквартирного теплоснабжения теплопроизводительность теплогенераторов для жилых квартир определяется максимальной нагрузкой горячего водоснабжения в зависимости от числа установленных санитарно-технических приборов или расчетной нагрузкой отопления. Годовые расходы тепла на отопление и ГВС представлены в табл. 2.

Таблица 2

Теплопотребление жилого дома общей площадью  $518 \text{ м}^2$  с учетом повышающих коэффициентов, для потребителей без узлов учета тепловой энергии

Показатель	По расчету на основе удельных показателей	По нормативу потребления коммунальных услуг для здания с коэффициентом		
		1	1,2	1,6
Тепловая энергия на отопление здания за отопительный период $Q_o$ , Гкал/год	133,06	186,38	223,65	298,20
Тепловая энергия на ГВС $Q_{\text{ГВС}}$ , Гкал/год	67,79	54,31	65,17	86,90
Тепловая энергия на отопление здания и ГВС $Q_{\text{год}}$ , Гкал/год	200,85	240,69	288,83	385,10

Нормативы теплопотребления не отражают действительного потребления тепла. На объекте при установке приборов учета появляется возможность реально оценить теплопотребление и даже в ряде случаев удастся снизить расходы, связанные с отоплением и ГВС. При отсутствии индивидуальных или общедомовых приборов учета количество тепла, предъявляемое к оплате, может воз-

расти в 1,92 раза. В табл. 3 представлен расчет стоимости тепловой энергии от ЦСТ с учетом ежегодного роста тарифов по табл. 3.

Таблица 3

Стоимость тепловой энергии на отопление  
и горячее водоснабжение жилого дома общей площадью 518 м<sup>2</sup>  
на период 2015–2017 гг. (тыс.руб./год)

Показатель	2015	2016	2017
Тариф на тепловую энергию от ЦСТ, руб./Гкал	1678,63	1892,82	2134,35
Стоимость тепловой энергии по расчету на основе удельных показателей, тыс. руб./год	337,16	380,18	428,69
По нормативу потребления коммунальных услуг без коэффициента, тыс.руб./год	404,03	455,58	513,71
По нормативу потребления коммунальных услуг с коэффициентом 1,2, тыс.руб./год	484,83	*	*
По нормативу потребления коммунальных услуг с коэффициентом 1,4, тыс. руб./год	*	637,81	*
По нормативу потребления коммунальных услуг с коэффициентом 1,6, тыс.руб./год	*	*	821,94

\*При отсутствии узлов учета применяются повышающие коэффициенты, соответствующие годам расчета.

В 2017 г. для жилого дома общей площадью 518 м<sup>2</sup> при отсутствии индивидуальных или общедомовых приборов стоимость услуг теплоснабжения от ЦСТ может возрасти в 2,44 раза. Тогда как при установке узлов учета стоимость услуг теплоснабжения в пределах расчетных значений, близких к проектным решениям, может увеличиться в 1,27 раза.

Для обоснования присоединения жилых домов в существующей жилой застройке необходимо учитывать возможность размещения котельной и существенные капитальные затраты (КЗ). При одинаковой производительности стоимость котельных может существенно различаться, она зависит от установленного оборудования, степени автоматизации, затрат на строительство газораспределительных сетей. При выборе оборудования необходимо обеспечивать надежную и безопасную работу в автоматическом режиме. Блочная котельная для выбранной нагрузки (0,07 МВт) характеризуется большими капитальными затратами, при сравнении с вариантом строительства помещения, отвечающего требованиям к установке



газоиспользующего оборудования и индивидуального проекта. Поэтому принят вариант отдельно стоящего помещения автоматизированной котельной на базе котлов отечественного производства.

На рынке оборудования представлено много различных вариантов конструктивного исполнения котельных, которые отличаются по стоимости и эксплуатационным характеристикам. Стоимость оборудования принята по среднему уровню цен. КЗ определяются по объектам-аналогам, и для газовой отдельно стоящей либо пристроенной котельной мощностью 0,07 МВт составляют 1,4 млн руб.

Для системы поквартирного теплоснабжения приняты к установке индивидуальные теплогенераторы мощностью 20,2 кВт. Котел двухконтурный с закрытой камерой сгорания российского производства. При установке теплогенератора отвод продуктов сгорания осуществляется с помощью дымового канала, выведенного выше кровли здания. При реконструкции предусмотрена автоматическая система регулирования у каждого потребителя. Что обеспечивает возможность рационально использовать энергоресурсы. Общее снижение расхода тепловой энергии для потребителей на отопление в среднем за отопительный период составляет 12,5 %. Уменьшение затрат на ГВС связано с отсутствием потерь тепла в стояках и подводках и рациональным использованием в результате персональной заинтересованности абонентов и может в среднем достигать 17 %.

При использовании энергозависимого оборудования номинальное потребление электрической энергии отдельным котлом составляет 152 Вт. Поэтому в расчетах учтено дополнительное повышение затрат на электрическую энергию до 110 кВт в месяц для каждой квартиры. Стоимость реконструкции СО и установка теплогенератора определена на основе сметного расчета. Расчет выполнен с учетом индексов пересчета на первый квартал 2015 г. Для 16-квартирного двухэтажного жилого дома капитальные затраты на установку теплогенераторов в каждой квартире и реконструкцию системы отопления составили 2540,5 тыс. руб.

При рассмотрении варианта теплоснабжения от ЦТС предусмотрены капитальные затраты в размере 750 000 руб. на реконструкцию теплового ввода, которые связаны с установкой узла учета и узла смешения, а также автоматики регулирования.

Сравнение вариантов теплоснабжения жилого дома оценивается по методике [14, 15]. Доход определяется разностью текущих затрат, варианты проектов сравниваются по показателю приведенных затрат, чистому дисконтированному доходу, сроку окупаемости.

Приведенные затраты с учетом дисконтирования и инфляции определены по формуле

$$Z_{пр} = \alpha \cdot K + T - D,$$

где  $Z_{пр}$  – приведенные затраты, руб./год;  $K$  – капитальные затраты, руб.;  $T$  – текущие затраты, руб./год;  $D$  – доходность варианта, руб./год;  $\alpha$  – эмпирический коэффициент,  $\alpha = 0,1755$  для горизонта расчета 10 лет [15].

Текущие затраты на отопление и ГВС при теплоснабжении от ЦСТ определяются по расчету удельных показателей. Данный вариант реконструкции системы теплоснабжения позволяет осуществлять регулирование и учет теплопотребления. Результаты расчета представлены в табл. 4.

Таблица 4

Расчет экономических показателей вариантов систем теплоснабжения для горизонта расчета 10 лет

Показатель	При теплоснабжении от ТС	При теплоснабжении от газовой котельной	При поквартирном теплоснабжении
1	2	3	4
Текущие затраты за тепловую энергию на отопление и горячее водоснабжение здания за год, руб./год	337 158,4	–	–
Текущие затраты на газовое топливо, руб./год	–	101 012,5	95 070,6
Текущие затраты на электроэнергию, руб./год	24 797,8	41 329,7	45 292,8
Сумма текущих затрат, руб./год	361 956,2	142 342,1	140 363,4
Капитальные затраты $K$ , руб.	750 000	1 400 000	2 540 500
Доходность в неизменном уровне цен, руб./год	42 069,6	261 683,6	263 662,4
Доходность в текущем уровне цен $D$ , руб./год	80 916,9	454 269,2	460 288,9

Окончание табл. 4

1	2	3	4
Приведенные затраты $Z_{пр}$ , руб./год	50 708,0	-208 569,2	-14 431,2
Чистый дисконтированный доход (ЧДД), руб.	-	1 187 926,9	82 194,2
Срок окупаемости, лет	Не окупается	4,5	9,5

При расчете текущих затрат на отопление и ГВС при тепло-снабжении от газовой котельной и поквартирных теплогенераторов учитываются затраты на газовое топливо и электрическую энергию. Затраты на газовое топливо  $C_{газ}$ , руб./год, определяются исходя из затрат тепла по расчету по удельным показателям:

$$C_{газ} = \frac{Q_{год}}{Q_H^p \cdot \eta} \cdot \Pi_r \cdot 10^6,$$

где  $Q_{год}$  – тепловая энергия на отопление и ГВС здания за год, Гкал/год;  $Q_H^p$  – низшая рабочая теплотворная способность газового топлива,  $Q_H^p = 8650$  ккал/м<sup>3</sup>;  $\eta$  – КПД установки, д.ед.;  $\Pi_r$  – стоимость газа, руб./м<sup>3</sup>.

Годовая стоимость электрической энергии для систем автоматизации и работы насосов котельной  $C_э$ , руб./год, определяется по формуле

$$C_э = N_{уст} \cdot h_k \cdot K_э \cdot \Pi_э,$$

где  $N_{уст}$  – установочная мощность оборудования, потребляющего электроэнергию, кВт;  $h_k$  – время работы, ч;  $K_э$  – коэффициент использования установленной мощности ( $K_э = 0,7$ );  $\Pi_э$  – тарифная стоимость электрической энергии руб./кВт·ч.

В расчете не учитываются текущие затраты на обслуживание и ремонт оборудования, так как для всех вариантов они условно приняты равными.

Доходность оценивается разностью текущих затрат относительно нормативного потребления коммунальных услуг без коэффициента в ценах 2015 г. – 404 030 руб./год (см. табл. 3). Результаты представлены в неизменном и текущем уровне цен на энергоресурсы. Поскольку ежегодный рост тарифов на энергоре-

сурсы превышает рост цен в строительстве, определение экономических показателей выполнено в текущих ценах. Доходность рассчитана по среднему значению уровня цен на период 10 лет.

Для вариантов, которые имеют отрицательное значение приведенных затрат, определяется чистый дисконтированный доход и срок окупаемости [14, 15]:

$$\text{ЧДД} = \beta(-Z_{\text{пр}}),$$

где ЧДД – чистый дисконтированный доход, руб.;  $\beta$  – коэффициент дисконтирования,  $\beta = 5,6956$  при горизонте расчета 10 лет, средней интегральной норме дисконтирования  $E = 0,11$  и продолжительности строительства 6 месяцев.

В результате расчета (см. табл. 4) выявлено, что вариант реконструкции узла теплового вода с установкой узла смешения, учета тепловой энергии и автоматики регулирования не окупится, если не учитывать установленные коэффициенты. С введением коэффициентов данное решение также окупается в рассмотренный период (10 лет).

Подключение индивидуальной котельной является наиболее выгодным решением для жильцов многоквартирного жилого двухэтажного дома при рассмотренных условиях расчета. В рассмотренном примере не учитываются дополнительные затраты на подключение к газовым распределительным сетям. Данный вариант не требует значительных средств на реконструкцию системы отопления и ГВС в квартирах.

Вариант с установкой поквартирных теплогенераторов, работающих на газовом топливе, является перспективным, если в доме предусмотрен капитальный ремонт системы отопления и горячего водоснабжения. Если вопрос реконструкции данных систем рассматривать совместно с установкой поквартирных теплогенераторов, тогда капитальные средства частично финансируются за счет фонда капитального ремонта, частично за счет личных средств. При этом у потребителя появляется возможность индивидуального регулирования систем отопления и ГВС в соответствии с потребностями. Ответственность за качество услуг и количество потребленной энергии становится ясным и способствует заинтересованности в экономии энергоресурсов.

### Библиографический список

1. Белоглазова Т.Н., Романова Т.Н., Мелехин А.А. Экономическая оценка газораспределительных сетей на стадии технико-экономического обоснования // Естественные и технические науки. – 2014. – № 9–10(77). – С. 387–390.
2. Белоглазова Т.Н., Романова Т.Н. Эффективность внедрения солнечных коллекторов // Проблемы современной экономики. – 2014. – № 4(52). – С. 357–359.
3. Белоглазова Т.Н., Романова Т.Н. Обоснование внедрения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для жилых домов с учетом региональных факторов [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – URL: <http://www.science-education.ru/121-18057> (дата обращения: 24.03.2015).
4. Белоглазова Т.Н., Романова Т.Н. Экономические критерии при выборе источника теплоснабжения малоэтажных жилых домов (для условий города Перми) [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – URL: <http://www.science-education.ru/129-22333> (дата обращения: 26.10.2015).
5. Бурков А.И., Гришкова А.В., Белоглазова Т.Н. Экономическое сравнение затрат и эффективности энергосберегающих мероприятий на объектах общественного назначения // Вестник Пермского государственного технического университета. Урбанистика. – 2011. – № 1. – С. 123–128.
6. Условия адаптации транспортных сетей к погодно-климатической неустойчивости на территории Пермского края / Н.А. Калинин, О.Ю. Булгакова, К.А. Казакова, О.Г. Пенский // Вестник Удмуртского университета. Сер. 6. Биология. Науки о земле. – 2011. – Вып. 4. – С. 127–131.
7. Шеховцова Л.В. Методический инструментарий анализа эффективности управления реальными инвестициями [Электронный ресурс] // Экономика и менеджмент. – 2011. – № 6. – URL: [http://journal.safbd.ru/sites/default/files/articles/safbd-2011-6\\_131-134.pdf](http://journal.safbd.ru/sites/default/files/articles/safbd-2011-6_131-134.pdf) (дата обращения: 10.03.2016).
8. Белоглазова Т.Н., Романова Т.Н. Теплоснабжение малоэтажного многоквартирного жилого дома от газовой котельной для условий города Перми [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – URL: <http://www.science-education.ru/121-19712> (дата обращения: 13.06.2015).
9. Надежность систем теплоснабжения с учетом дополнительного утепления зданий / А.В. Гришкова, Б.М. Красовский, Т.Н. Белоглазова, Т.Н. Романова // Изв. вузов. Строительство. – 2001. – № 5. – С. 73–75.
10. О теплотехнической оценке проектных решений жилых домов / Ю.Г. Грачев, А.В. Гришкова, Б.М. Красовский, Т.Н. Романова // Изв. вузов. Строительство. – 1998. – № 11–12. – С. 94–95.
11. Об оценке эффективности ресурсосберегающих инвестиционных проектов / Ю.Г. Грачев, А.В. Гришкова, Б.М. Красовский, Т.Н. Романова // Изв. вузов. Строительство. – 1999. – № 10. – С. 49–50.
12. Экономическая эффективность учета степени утепления зданий при резервировании тепловых сетей / Ю.Г. Грачев, А.В. Гришкова, Б.М. Красовский, Т.Н. Романова // Изв. вузов. Строительство. – 2000. – № 6. – С. 87–89.
13. Экономическая эффективность энергосбережения в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие / А.И. Еремкин, Т.И. Королева, Г.В. Данилин [и др.]. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 184 с.

14. Гришкова Т.Н., Красовский Б.М., Белоглазова Т.Н. О сравнении экономической эффективности инвестиций по показателю приведенных затрат // Экономика строительства. – 2002. – № 8. – С. 34–37.

15. Прикладное использование практической методики экономической оценки вариантов технических решений: метод. рекомендации к курс. проектированию / Б.М. Красовский, Т.Н. Белоглазова [и др.]; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2001. – 16 с.

## References

1. Beloglazova T.N., Romanova T.N., Melekhin A.A. Ekonomicheskaya otsenka gazoraspredeletel'nykh setej na stadii tekhniko-ekonomicheskogo obosnovaniya [Economic evaluation of gas distribution networks at the stage of feasibility studies]. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2014, no. 9–10 (77), pp. 387–390.

2. Beloglazova T.N., Romanova T.N. Effektivnost' vnedreniya solnechnykh kolektorov [Efficiency of introduction of solar collectors]. *Problemy sovremennoj ekonomiki*, 2014, no. 4(52), pp. 357–359.

3. Beloglazova T.N., Romanova T.N. Obosnovanie vnedreniya netraditsionnykh i vozobnovlyaemykh istochnikov energii dlya zhilykh domov s uchetom regional'nykh faktorov [The feasibility of realization renewable energy projects for residential buildings with the consideration of regional factors]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 1, available at: <http://www.science-education.ru/121-18057> (accessed 24 March 2015).

4. Beloglazova T.N., Romanova T.N. Ekonomicheskie kriterii pri vybore istochnika teplosnabzheniya maloetazhnykh zhilykh domov (dlya uslovij goroda Permi)[Economic justification of using of autonomous energy sources for apartment buildings (for conditions Perm)]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 2, available at: <http://www.science-education.ru/129-22333> (accessed 26 October 2015).

5. Burkov A.I., Grishkova A.V., Beloglazova T.N. Ekonomicheskoe sravnenie zatrat i effektivnosti energosberegayushchikh meropriyatij na ob'ektakh obshchestvennogo naznacheniya [Economic comparison of costs and efficiency of energy saving projects on objects of public appointment]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Urbanistika*, 2011, no. 1, pp. 123–128.

6. Kalinin N.A., Bulgakova O.Yu., Kazakov K.A., Pensky O.G. Usloviya adaptatsii transportnykh setej k pogodno-klimaticheskoy neustojchivosti na territorii Permskogo kraja [Adaptation of transport networks to weather and climate variability on the territory of the Perm region]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya 6. Biologiya. Nauka o zemle*, 2011, iss. 4, pp. 127–131.

7. Shekhovtsova L.V. Metodicheskij instrumentarij analiza effektivnosti upravleniya real'nymi investitsiyami [Methodical tools of the analysis of effective management of real investments]. *Ekonomika i menedzhment*, 2011, no. 6, available at: [http://journal.safbd.ru/sites/default/files/articles/safbd-2011-6\\_131-134.pdf](http://journal.safbd.ru/sites/default/files/articles/safbd-2011-6_131-134.pdf) (accessed 10 March 2016).

8. Beloglazova T.N., Romanova T.N. Teplosnabzhenie maloetazhnogo mnogo-kvartirnogo zhilogo doma ot gazovoj kotel'noj dlya uslovij g. Permi [The heating supply system of low-rise apartment house from the gas boiler for the conditions of Perm city]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 1, available at: <http://www.science-education.ru/121-19712> (accessed 13 June 2015).

9. Grishkova A.V., Krasovskij B.M., Beloglazova T.N., Romanova T.N. Nadezhnost' system teplosnabzheniya s uchetom dopolnitel'nogo utepleniya zdaniy [Reliability of heat supply systems with the additional insulation of buildings]. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*, 2001, no. 5, pp. 73–75.

10. Grachev Yu.G., Grishkova A.V., Krasovskij B.M., Romanova T.N. O teplotekhnicheskoy otsenke proektnykh reshenij zylykh domov [About thermal evaluation of project solutions of apartment buildings]. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*, 1998, no. 11–12, pp. 94–95.

11. Grachev Yu. G., Grishkova A.V., Krasovskij B.M., Romanova T.N. Ob otsenke effektivnosti resursoberegayushchikh investitsionnykh proektov [About assessing the effectiveness of resource-saving investment projects]. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*, 1999, no. 10, pp. 49–50.

12. Grachev Yu.G., Grishkova A.V., Krasovskij B.M., Romanova T.N. Ekonomicheskaya effektivnost' ucheta stepeni utepleniya zdaniy pri rezervirovanii teplovykh setej [Economic efficiency taking into account the degree of insulation of buildings upon the reservation of thermal networks]. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*, 2000, no. 6, pp. 87–89.

13. Eremkin A.I., Koroleva T.I., Danilin G.V. [et al.]. Ekonomicheskaya ehffektivnost' energosberezheniya v sistemakh otopleniya, ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukha [Economic efficiency of energy saving in systems of heating, ventilation and air conditioning]. Moscow: Izdatel'stvo Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov, 2008. 184 p.

14. Grishkova A.V., Krasovskij B.M., Beloglazova T.N. O sravnenii ekonomicheskoy effektivnosti investitsij po pokazatelyu privedennykh zatrat [About comparison of economic efficiency by the indicator of discounted costs]. *Ekonomika stroitel'stva*, 2002, no 8, pp. 34–37.

15. Krasovskij B.M., Beloglazova T.N. [et al.]. Prikladnoe ispol'zovanie prakticheskoy metodiki ekonomicheskoy otsenki variantov tekhnicheskikh reshenij [Applied use of practical methods of economic assessment of variants of technical solutions]. Permskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet. Perm, 2001. 16 p.

Получено 26.01.2016

**T. Beloglazova, T. Romanova**

**ECONOMIC ASPECTS OF HEATING SUPPLY  
FOR HOUSEHOLD CONSUMERS BY THE EXAMPLE  
OF A LOW-RISE RESIDENTIAL APARTMENT HOUSE  
CONSIDERING REGIONAL FACTORS**

The question of justifying the source of heat for a low-rise apartment building is considered in the article. For comparison, such sources as district heating system, individual gas boiler and individual apartment heating are accepted. A united heating system ensures the reliability and efficiency of heating supply. The growing tariffs for

thermal energy facilitate the introduction of alternative supply options. Options for heating systems meet the requirements set to them with different capital and operating costs. This is due to constructive and technological features of the systems and energy tariffs. The article presents an analysis of the tariff growth on different kinds of energy. Economic efficiency of heating systems depends on natural climatic factors. For this reason, it is interesting to use different variants of heat sources for low-rise residential building in a specific region. Options for heat supply from individual gas boiler and from heat generator have a number of advantages for consumers. First of all, it becomes possible to regulate heating in accordance with individual customer requirements. Secondly, individual apartment heating increases the interest of consumers in the efficient use of resources. The reasoned choice of heat source for apartment building is made by considering account operating and capital costs as well as energy inflation.

**Keywords:** heat supply, apartment building, standards of thermal energy consumption, tariff, heating, gas boiler, heat generator, economic efficiency, payback period, net discounted profit.

*Белоглазова Татьяна Николаевна (Пермь, Россия) – канд. техн. наук, доцент кафедры теплогазоснабжения, вентиляции и водоснабжения, водоотведения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: tabeloglazova@yandex.ru).*

*Романова Татьяна Николаевна (Пермь, Россия) – канд. техн. наук, доцент кафедры теплогазоснабжения, вентиляции и водоснабжения, водоотведения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: botinkin@narod.ru).*

*Beloglazova Tatyana (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: tabeloglazova@yandex.ru).*

*Romanova Tatyana (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: botinkin@narod.ru).*