

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА
№ 261 ОТ 23.11.2009 Г. В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ЧАСТИ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Н.В. Савина, Е.Ю. Артюшевская

Амурский государственный университет, г. Благовещенск, Россия

kateona2006@yandex.ru

Резюме: В работе приводится анализ реализации Федерального закона № 261 от 23.11.2009 г. в части теплоснабжения. Выделены следующие целевые показатели: износ тепловых сетей; тепловые потери в трубопроводах. Показаны недостатки реализации программ в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Предложены рациональные рекомендации по эффективной разработке и реализации региональных программ.

Ключевые слова: тепловые потери, теплоснабжение, энергосбережение, энергоэффективность, износ тепловых сетей, региональная программа.

**ACTUAL PROBLEMS OF REALIZATION OF THE FEDERAL LAW
№ 261 FROM 23.11.2009 IN THE RUSSIAN FEDERATION IN THE PART OF
HEAT SUPPLY**

N.V. Savina¹, E.Yu. Artyushevskaya²

^{1,2} "Amur State University", Blagoveshchensk, Russia

kateona2006@yandex.ru

Abstract: The paper provides an analysis of the implementation of the Federal law No. 261 dated 23.11.2009 in terms of heating. Identified the following targets: wear of heat networks; heat losses in pipelines. The drawbacks of the implementation of programs in the field of energy saving and increasing energy efficiency. The proposed rational recommendations for the effective development and implementation of regional programs.

Keywords: heat loss, heat supply, energy saving, energy efficiency, the wear of heating networks, the regional program.

Введение

Обеспечение тепловых потребностей страны выходит далеко за пределы отраслевой энергетической задачи. Надежное теплоснабжение – это социально-экономическая необходимость, определяющаяся потреблением тепла на отопление и горячее водоснабжение жилищ и социально-бытовыми нуждами населения в разных природно-климатических и экономических условиях регионов России. Особенно высокая потребность в тепле проявляется в холодное время года, когда от обеспечения теплом, по существу, зависит жизнедеятельность страны.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что особую роль в сфере теплоснабжения играет реализация Федерального закона от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ

«Об энергосбережении ...» (далее ФЗ № 261) (Закон Российской Федерации "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 23 ноября 2009 года № 261 // Парламентская газета. 2009 г. № 63. с изм. и допол. в ред. от 03.07.2016.), который регулирует отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Данный закон был принят с целью создания правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Реализация ФЗ № 261, так или иначе, связана с решением основных проблем сферы теплоснабжения. Для эффективной реализации ФЗ № 261 в области теплоснабжения 27 июля 2010 г. был принят Федеральный закон № 190-ФЗ "О теплоснабжении" (далее ФЗ № 190), регулирующий всю систему взаимоотношений в теплоснабжении и направленный на обеспечение устойчивого и надёжного снабжения тепловой энергией потребителей.

В теплоснабжении можно выделить два главных технологических процесса – производство тепла и его транспорт, т.е. перенос тепла к месту потребления. Эти процессы происходят в двух разных технических системах. Первый – в ТЭЦ или котельных, которые выдают тепло, “упакованное” в теплоносителе. Второй – осуществляется с помощью теплосетей. Теплосеть состоит из тепломагистралей (трубы большого диаметра, до 1400 мм) и распределительных сетей. На отводах от магистрали обычно устроены центральные тепловые пункты, от которых по распределительным теплосетям вода подается к жилым зданиям или другим отапливаемым помещениям.

Острая проблема заключается в том, что в тепловых сетях теряется вся экономия от комбинированной выработки теплоты и электроэнергии на ТЭЦ. Утечки теплоносителя превышают нормы, принятые в других странах, в сотни раз, тепловые потери через изоляцию выше в разы. Величина потерь зависит от технико-технологического состояния систем центрального теплоснабжения и организации взаимоотношений между поставщиками и получателями тепла. В свою очередь, качество тепловых сетей во многом определяет стоимость теплоснабжения.

Целью работы является анализ современного состояния тепловых сетей России для повышения эффективности реализации ФЗ № 261.

Для решения поставленной цели решены следующие задачи:

- 1) определение основных признаков для анализа состояния современных тепловых сетей;
- 2) выявление влияния неблагоприятных факторов на работу тепловых сетей;
- 3) повышение эффективности реализации программ по энергосбережению.

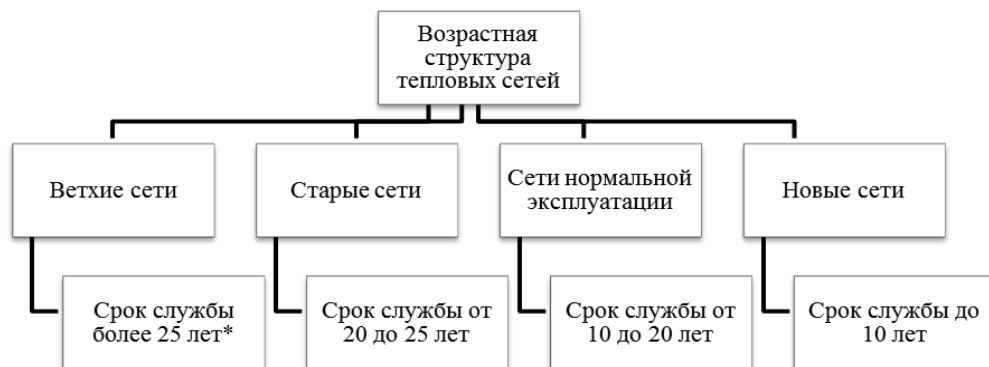
Для сравнительного анализа состояния современных тепловых сетей России выберем в качестве основных следующие признаки (Закон Российской Федерации "О теплоснабжении" от 27 июля 2010 года № 190 // Российская газета. 2010 г. № 168. с изм. и допол. в ред. от 01.05.2016.):

- износ тепловых сетей;
- потери тепла при транспортировке и распределении тепловой энергии.

Износ тепловых сетей

Износ тепловых сетей определяется возрастной структурой, которая в значительной мере определяет аварийность системы теплоснабжения и связанные с этим утечки теплоносителя.

Возрастную структуру тепловых сетей можно разделить на 4 группы (рис. 1). Характеристика теплопроводов коммунальных тепловых сетей, нуждающихся в замене, по данным отчетности Росстата, представлена в табл. 1 и на рис. 2. Общая протяженность тепловых сетей в России в двухтрубном исчислении составляет около 170 тыс. км, из них 28,8 % нуждается в замене по состоянию на 2015 год. (СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» Госстрой России. М.: Стройиздат, 2000.)



* - свыше нормы эксплуатации тепловых сетей

Рис. 1. Возрастная структура тепловых сетей

Таблица

Потребность в замене теплопроводов коммунальных тепловых сетей в Российской Федерации

Федеральный округ (далее ФО)	Протяженность тепловых сетей в 2-х трубном исчислении, тыс. км				Протяженность сетей, нуждающихся в замене, тыс. км				Доля сетей, нуждающихся в замене, %			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
Российская Федерация	171,9	168,3	170,1	169,1	49,1	48,1	48,9	48,7	28,5	28,6	28,7	28,8
Центральный федеральный округ (ЦФО)	42,9	42,7	42,9	43,5	10,1	9,4	9,6	9,9	23,5	22	22,3	22,7
Приволжский федеральный округ (ПФО)	31,7	31,4	31,2	30,9	9,4	9,4	9,5	9,5	29,6	29,9	30,4	30,7
Сибирский федеральный округ (СФО)	28,1	28,4	29	28,6	9,2	9,3	9,6	9,4	32,7	32,7	33,1	32,9
Уральский федеральный округ (УФО)	22,3	22,1	22,3	22,3	6,8	6,8	6,9	7,0	30,5	30,7	30,9	31,4
Северо-Западный федеральный округ (СЗФО)	18,1	18,1	17,9	17,9	6,1	6,1	6,3	6,1	33,7	33,7	35,2	34,1
Дальневосточный федеральный округ (ДФО)	12,7	12,5	12,7	12,9	3,8	3,5	3,5	3,4	30	28	27,5	26,4

Продолжение таблицы

Южный федеральный округ (ЮФО)	9,8	9,7	9,7	9,6	2,4	2,3	2,2	2,2	24,5	23,7	22,6	22,9
Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО)	6,2	3,3	4,2	3,4	1,2	1,2	1,2	1,2	19,3	36,3	28,6	35,3



Рис. 2. Доля сетей, нуждающихся в замене по России

Как показал анализ (рис.2), около 29 % коммунальных тепловых сетей нуждаются в срочной замене. Большая часть из них находится в ветхом состоянии, то есть является не только очагом повышенных потерь, но и обладает низкой надежностью, что, в свою очередь, несет постоянную угрозу аварий в отопительный период.

Реализация программы по замене аварийных тепловых сетей успешно ведется в Дальневосточном и Южном федеральных округах (далее ФО). В остальных федеральных округах России наблюдается неэффективная реализация требований ФЗ № 261, так как с каждым годом доля сетей, нуждающихся в замене, увеличивается.

С 2014 года в состав Российской Федерации была включена республика Крым, с образованием Крымского федерального округа Российской Федерации, существовавшего в 2014-2016 годах. 28 июля 2016 года «в целях повышения эффективности деятельности федеральных органов государственной власти» Указом № 375 Крымский федеральный округ был упразднен и включен в состав Южного федерального округа. Республика Крым на начало реализации ФЗ № 261 не входила в состав России, что учтено при анализе состояния по энергосбережению и энергоэффективности.

Наибольшая доля тепловых сетей, нуждающихся в замене, расположена в Северо-Кавказском федеральном округе и составляет более 35 % от общей протяженности тепловых сетей. Более 30 % тепловых сетей нуждаются в замене в Сибирском ФО, Уральском ФО, Северо-Западном ФО, Приволжском ФО.

Наименьшая доля теплопроводов, подлежащих замене, приходится на Центральный (22,7 %), Южный (22,9 %), Дальневосточный (26,4 %), федеральные округа. [1].

Действующие нормативные документы требуют периодического проведения освидетельствования тепловых сетей, а также освидетельствования по истечении

нормативного срока эксплуатации (25 лет) с целью выявления мест утончения трубопроводов более, чем на 20 % от первоначальной толщины, их прочностной расчет и замену участков, имеющих недостаточный ресурс. В реальности на большей части тепловых сетей разрывы трубопроводов из-за коррозии появляются задолго до истечения нормативного срока, что приводит к их преждевременной замене. Это определяет требования к обеспечению нормативного уровня надежности тепловых сетей за счет предупредительных мер вместо экстренных аварийных работ на трубопроводах.

Отсюда следует, что необходимо кардинально улучшить качество замены тепловых сетей для эффективной реализации (Закон Российской Федерации "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 23 ноября 2009 года № 261 // Парламентская газета. 2009 г. № 63. с изм. и допол. в ред. от 03.07.2016.) и, тем самым, повысить их уровень надежности, а следовательно, снизить стоимость на тепловую энергию для потребителей.

Решение этой проблемы предлагается в следующем порядке:

- проводить предварительное обследование переключаемого участка сети с целью определения причин невыдерживания нормативного срока службы и подготовки качественного технического задания на проектирование;
- разрабатывать проекты капитального ремонта с обоснованием прогнозируемого срока службы;
- проводить независимую проверку качества прокладки тепловых сетей с помощью средств контроля;
- ввести персональную ответственность должностных лиц за качество прокладки;
- применять инновационные технологии и материалы при прокладке тепловых сетей, т.к. прогрессивные технологии позволяют повысить долговечность тепловых сетей, увеличить их надежность и одновременно повысить экономичность транспорта тепла.

Потери тепловой энергии через изоляцию трубопроводов

Определение потерь тепла при транспорте теплоносителя является важной задачей, результаты решения которой оказывают серьезное влияние на формирование тарифа на тепловую энергию. Определение реальных тепловых потерь и сравнение их с нормативными значениями позволяет обосновать эффективность проведения работ по модернизации тепловых сетей с заменой трубопроводов и/или их изоляции.

Значения тепловых потерь в тепловых сетях через теплоизоляционные конструкции в общем виде зависят от:

- 1) вида теплоизоляционной конструкции и примененных теплоизоляционных материалов.
- 2) типов прокладки (надземная, подземная канальная, бесканальная и т.п.) и их соотношений для данной тепловой сети;
- 3) температурного режима и продолжительности работы тепловой сети в течение года;
- 4) параметров окружающей среды: температуры наружного воздуха, грунта и характера ее изменения в течение года, а в отдельных случаях – от скорости ветра, например при надземной прокладке;
- 5) материальной характеристики тепловой сети и ее структуры по диаметрам и протяженности трубопроводов по типам прокладки и видам теплоизоляционных конструкций;
- 6) срока и условий эксплуатации тепловых сетей.

Кроме того, значения тепловых потерь определяются местными особенностями, такими как гидрологические условия, схемные и планировочные решения, насыщенность и характер смежных коммуникаций и т.п.

Анализ динамики доли потерь тепловой энергии в тепловых сетях в объеме производства тепловой энергии показывает их неуклонный рост в целом по России. Потери тепла в коммунальных теплосетях России, на момент утверждения ФЗ № 261, составляли 10,1 %, а в 2014 году составили более 11 %. И только в завершающий год первого этапа реализации (2015 год) (Закон Российской Федерации "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 23 ноября 2009 года № 261 // Парламентская газета. 2009 г. № 63. с изм. и допол. в ред. от 03.07.2016.), доля тепловых потерь незначительно снизилась и составила 9,9 %. Это говорит о том, что работа по реализации политики энергосбережения в области теплоснабжения идет неэффективно. Данные за период 2012–2015 гг. приведены на рис. 3.

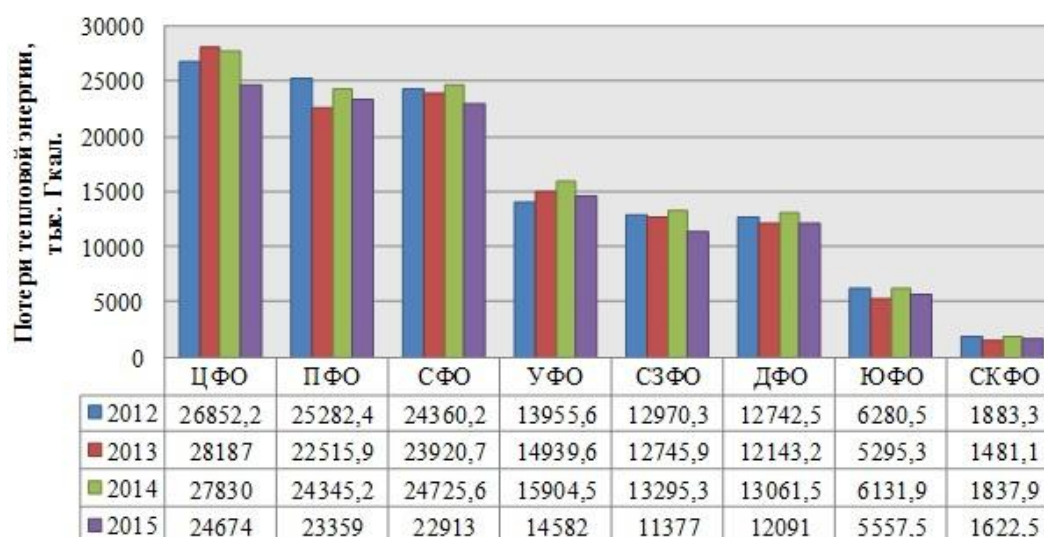


Рис. 3. Потери тепловой энергии по федеральным округам за 2012–2015 гг.

Потери тепловой энергии в коммунальных теплосетях по федеральным округам за период 2012–2014 гг. выросли в Сибирском федеральном округе на 3 %, в Северо-Западном на 4,3 %, в Уральском на 6,5 %, в Дальневосточном федеральном округе на 7,5 %, в Приволжском на 8,1 %, в Южном на 15,7 %, в Северо-Кавказском на 24 % и снизились только в Центральном федеральном округе на 2 %. В 2015 году потери снизились, по сравнению с данными 2014 года, в Центральном федеральном округе на 11,3 %; Приволжском на 4 %; Сибирском на 7,3 %; Уральском на 8,1 %; Северо-Западном на 14,4 %; Дальневосточном на 7,4 %; Южном на 9,3 %; Северо-Кавказском на 11,7 %. Как видно из статистических данных в целом по стране снижение тепловых потерь в 2015 году не покрывает их роста за период реализации требований ФЗ № 261.

Вместе с тем, вследствие неудовлетворительного состояния теплосетевого хозяйства реальные потери в тепловых сетях по заключениям многих специалистов значительно выше, чем указано в СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» (СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» Госстрой России. М.: Стройиздат, 2000.). Это обусловлено недостатками в системах учета тепловой энергии, отсутствием сведения балансов тепловой энергии в системах теплоснабжения, в том числе отсутствием недостаточного методического обеспечения. В отдельных системах потери достигают 40–50% [2]. В периоды колебаний температур наблюдаются перетопы, когда температура теплоносителя превышает необходимую, что также относится к бесполезным тратам тепла. Необходимо также отметить, что в статистических данных не учитываются потери тепла с

теплоносителем в открытых системах горячего водоснабжения, сверхнормативные утечки теплоносителя, невозврат конденсата потребителями, что также подтверждает тот факт, что реальные потери тепла выше указанных.

Значительная часть потерь тепловой энергии списывается в потребление и оплачивается потребителями [3]. Это повышает социальную напряженность, так как потребители недовольны высокими тарифами. Проблема заключается в неэффективном формировании тарифов на тепловую энергию. Необходима альтернатива, которая сможет заменить методику тарифообразования на тепловую энергию на более совершенную, а главное – она должна быть понятна и прозрачна для потребителя.

Исходя из вышесказанного, можно выделить основные причины высоких потерь в системах централизованного теплоснабжения: значительный износ и недоинвестирование систем теплоснабжения и тепловых сетей; отсутствие необходимой регулировки тепловых сетей и тепловых пунктов; применение отсталых энергозатратных технологий; неэффективный учет потребляемых энергоресурсов.

Анализ эффективности реализации программ в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности

Основным инструментом для реализации Ф3 № 261 являются региональные и муниципальные программы в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности, которые должны были быть разработаны до 1 августа 2010 года и реализованы в два этапа: 1 этап с 2011 по 2015 год; 2 этап с 2016 по 2020 год. Региональные программы разработаны, но в них либо отсутствует системный подход, либо реализован не в полной мере. План реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, как правило, не детализирован. Энергетическая стратегия России не содержит локальной стратегии по развитию отраслей энергетики в отдельно взятых регионах. Отсутствует четкий макроподход к региональным энергетическим системам. В этой ситуации каждый регион в программах энергосбережения ставит приземленные, приближенные к уже действующим производственным программам цели. Это ведет к тому, что инструменты, закрепленные в законе, на практике пока не начали действовать. [4]

Как показал анализ статистических данных, работа во многих федеральных округах по реализации программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности не приносит ожидаемых результатов в части теплоснабжения.

Сегодня региональные документы имеют разные горизонты стратегического планирования, разные принципы постановки задач и разную глубину детализации. Как следствие, в своем современном виде они не могут служить надежной и эффективной основой для стимулирования высокотехнологичной и инновационной деятельности, а также для реализации приоритетных мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности экономики субъектов РФ и снижение энергоемкости ВРП [5].

Анализ говорит о том, что целевые показатели явно не выполнялись на первом этапе, и это подтверждается также тем, что и на втором этапе детализация этих программ отсутствует.

Мероприятия, связанные со снижением тепловых потерь и повышением износостойкости тепловых сетей, заложенные в региональных и муниципальных программах, на первом этапе выполнялись не в полной мере, т.к. наблюдается отрицательная динамика по данным целевым показателям, что свидетельствует о неэффективной работе программ. На втором этапе реализация энергосберегающих программ и вовсе заморожена. Данный факт подтверждается отсутствием отчетных документов по реализации первого этапа и детализированных программ по энергосбережению на втором этапе в открытом доступе.

Это можно было бы объяснить тремя причинами. Во-первых, некоторая инерционность и «задержка на старте» исполнителей и руководителей разного уровня, от которых зависит выполнение программ в регионах.

Во-вторых, проблема финансирования. Общеизвестно, что достаточное финансирование проектов – это основной вопрос их успешной реализации. В государственной программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» [6] для реализации данной программы предусмотрено государственно-частное партнерство, однако этот эффективный механизм не используется регионами в должной мере. В свою очередь, государство должно создавать условия, продумывать некоторые преференции для того, чтобы внешние средства пришли в эту программу.

В-третьих, последствия общемировых кризисных явлений не обошли стороной и Россию [7 – 11].

Качество тепловых сетей во многом определяет стоимость теплоснабжения. Достаточно высокая надежность теплоснабжения достигается за счет частой дорогостоящей замены трубопроводов и большого количества аварийных служб в каждом подразделении.

Должен быть разорван порочный круг, когда низкое качество перекладки тепловых сетей определяется недостатком средств из-за необходимости большого объема замены прокорродировавших трубопроводов, а малый срок службы и, соответственно, большой объем замены определяется низким качеством перекладки и отсутствием средств на мероприятия по продлению ресурса. Если бы все тепловые сети отрабатывали безаварийно хотя бы нормативный срок службы, затраты на теплоснабжение удалось бы значительно снизить.

Для этого необходимо предусмотреть: более эффективное управление программами энергосбережения; качественное совершенствование нормативно-законодательной и методической базы в сфере энергосбережения и энергоэффективности по данной проблеме в области теплоснабжения; создание новых конкурентных преимуществ в системах теплоснабжения реального сектора экономики Российской Федерации. Тогда региональные программы энергосбережения станут эффективным инструментом для реализации ФЗ № 261.

Заключение

Определены признаки для сравнительного анализа состояния современных тепловых сетей России, анализ которых позволил выявить основные проблемы реализации первого этапа региональных и муниципальных программ по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в части теплоснабжения на основании ФЗ № 261.

При анализе износа тепловых сетей выявлена проблема низкой надежности теплоснабжения, обусловленная отсутствием эффективных предупредительных мероприятий, вместо которых проводятся экстренные аварийные работы при порывах трубопроводов. В федеральных округах России наблюдается неэффективная реализация требований ФЗ № 261 и ФЗ № 190, так как с каждым годом доля сетей, нуждающихся в замене, увеличивается.

Доля потерь в тепловых сетях с момента вступления в силу ФЗ № 261 по настоящее время практически не изменилась. Это говорит о том, что работа по реализации политики энергосбережения в области теплоснабжения идет неэффективно.

Таким образом, результаты реализации первого этапа программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности в сфере развития теплоснабжения следует признать неудовлетворительными. К основным проблемам в указанной сфере относятся: неудовлетворительное состояние систем теплоснабжения; неэффективная политика финансирования для обеспечения надежного теплоснабжения, а также неуклонный рост

тарифов; отсутствие единой государственной политики в сфере теплоснабжения на всех уровнях реализации, прежде всего научно-технической и инвестиционной.

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики - Интерактивная витрина URL: <http://cbsd.gks.ru/#> (дата обращения: 28.10.2016).
2. Алимов Х.А. Тепловые сети. Актуальные проблемы и пути решения // Новости теплоснабжения. 2007. №11.
3. Ступин И. Трубы уже горят // Эксперт. 2012. №16.
4. Семенов В.Г. Тепловые сети систем централизованного теплоснабжения // Энергосбережение. 2004. №5.
5. Шмелева Е. Работа без плана // Российская Бизнес-газета. 2010. №26.
6. Голубкин И.В. Какие документы в области энергосбережения принимают регионы? // Энергосбережение. 2012. №4.
7. Государственная программа Российской Федерации "Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года" от 27 декабря 2010 г. № 2446-р // Собрание законодательства Российской Федерации. 2011 № 4. Ст. 622.
8. Загускин Н.Н. Региональные программы по энергосбережению и проблемы их реализации // Балтэнергоэффект. URL: <https://www.srobaltenergo.ru/m/13545/> (дата обращения: 25.10.2016).
9. Левцев А.П., Ауджаеви Валид Юсиф Шехаб, Кручинкина О.А. Проблемы и пути реализации энергосберегающих проектов, дающих наибольший эффект // Регионология. 2015.т №3 (92).
10. Goldthau A. (Ed.) The Handbook of Global Energy Policy. - Wiley-Blackwell: Chichester, 2013. - 564 p.
11. Schofield J.A. Economic efficiency and regional policy / J.A.Schofield // Urban Studies. -1976. V. 14. - №2.

Авторы публикации

Савина Наталья Викторовна – д-р. техн. наук, проректор по учебной работе, профессор кафедры «Энергетика» Амурского государственного университета.

Артюшевская Екатерина Юрьевна – аспирант Амурского государственного университета.

References

1. Federal State Statistics Service - Interactive showcase URL: <http://cbsd.gks.ru/#> (reference date: 28.10.2016).
2. Alimov H.A. Heating network. Actual problems and solutions // Heat supply news. - 2007. - No. 11.
3. Stupin I. Pipes are already burning // Expert. - 2012. - № 16.
4. Semenov VG Heat networks of centralized heat supply systems // Energy saving. - 2004. - №5.
5. Shmeleva E. Work without a plan // Russian Business Newspaper. - 2010. - № 26.
6. Golubkin IV What documents in the field of energy conservation are adopted by the regions? // Energy saving. - 2012. - №4.
7. The State Program of the Russian Federation "Energy Saving and Improving Energy Efficiency for the Period to 2020" of December 27, 2010 No. 2446-p // Collection of Legislation of the Russian Federation. 2011 No. 4. Art. 622
8. Zaguskin N.N. Regional programs on energy saving and problems of their implementation // Balteenergieff URL: <https://www.srobaltenergo.ru/m/13545/> (reference date: 25.10.2016).
9. Levtshev AP, Aujayeavi Walid Yusif Shehab, O. Kruchinkina. Problems and ways of realization of

energy saving projects, which give the greatest effect. // Regionology - 2015.- №3 (92)

10. Goldthau A. (Ed.) The Handbook of Global Energy Policy. - Wiley-Blackwell: Chichester, 2013. - 564 p.

11. Schofield J.A. Economic efficiency and regional policy / J.A.Schofield // Urban Studies. -1976. V. 14. - №2.

Authors of the publication

Natal'ja V. Savina– Doctor Sci. (Techn.), Vice-rector for educational work, Assoc. Prof. of department of energy of the Amur state University.

Ekaterina J. Artjushevskaja– postgraduate student of the Amur state University

Поступила в редакцию

14 декабря 2016 г.