

## Внедрение РМД 41-11-2012 Санкт-Петербург «Устройство тепловых сетей в Санкт-Петербурге»

### Implantation of RMD 41-11-2012 Saint-Petersburg "Organization of heating systems in Saint-Petersburg"

**д.т.н., профессор Ватин Николай Иванович**  
ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет  
директор Инженерно-строительного института  
+7 (921) 964 3762; vatin@mail.ru  
Санкт-Петербург  
Российская Федерация

**D. Sc, Professor Nikolay Ivanovich Vatin**  
Saint-Petersburg State Polytechnical University  
Director of Institute of Civil Engineering  
+7 (921) 964 3762; vatin@mail.ru  
Saint-Petersburg  
Russian Federation

**д.т.н., профессор Дубов Виктор Викторович**  
ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет  
vicvicdub@mail.ru  
Санкт-Петербург  
Российская Федерация

**D. Sc, Professor Viktor Viktorovich Dubov**  
Saint-Petersburg State Polytechnical University  
vicvicdub@mail.ru  
Saint-Petersburg  
Russian Federation

**Петраков Геннадий Петрович**  
Группа компаний «Сто третий трест»  
консультант  
p@103trest.ru  
Санкт-Петербург  
Российская Федерация

**Gennadiy Petrovich Petrakov**  
The Group of companies "Sto tretiy trest"  
Adviser  
p@103trest.ru  
Saint-Petersburg  
Russian Federation

**Ключевые слова:** тепловые сети, обеспечение качества, саморегулирование, строительный контроль, экспертиза.

В статье говорится об обеспечении качества работ по устройству тепловых сетей в Санкт-Петербурге, посредством внедрения Регионального методического документа (РМД), повышающего требования к качеству тепловых сетей до европейских стандартов.

Основное содержание документа заключается в регламентировании положений, направленных на достижение целей технического регулирования, а также положений, отсутствующих в действующих федеральных нормативах, учитывающих природно-климатические, социальные особенности и экономические возможности Санкт-Петербурга как субъекта Российской Федерации

Региональный методический документ, разработанный Санкт-Петербургским государственным политехническим университетом, рекомендован в качестве основы для разработки стандартов саморегулируемых организаций.

**Key words:** heating systems, quality, self-regulating standards, building control, expertise.

The article contains about producing quality of installation heating systems in Saint-Petersburg with implantation of Regional methodical document (RMD), which elevate requirements for quality of heating systems to European standard's level.

Moreover, this document has got a lot of advantages, for example, it includes regulations for achievement of technical regulation's goals and it involves natural and climatic conditions, social features and economic opportunities of Saint-Petersburg as subject of Russian Federation.

In conclusion, this document was developed by Saint-Petersburg State Polytechnical University. Also, it was recommended as basis for creating self-regulating standards.

## 1. Введение

Данная статья посвящена нормативному обеспечению качества работ по устройству тепловых сетей в Санкт-Петербурге. Первоначальный вариант статьи был опубликован в журнале «Инженерные системы» (Ватин Н. И., Дубов В. В., Петраков Г. П. / Внедрение РМД 41-11-2012 Санкт-Петербург «Устройство тепловых сетей в Санкт-Петербурге» // Инженерные системы. 2012. №4. С. 10-16) и публикуется здесь с разрешения редакции упомянутого журнала в несколько расширенной версии.

В конце 2012 г., уже после того, как статья в «Инженерных системах» была подписана в печать, общественность Санкт-Петербурга, да и всей страны, всколыхнули события, непосредственно связанные с качеством теплопроводов тепловых сетей города. Исполнители и непосредственные заказчики работ по укладке тепловых сетей, и, в том числе, один бывший председателей Комитета по энергетике Санкт-Петербурга, были привлечены в качестве обвиняемых, а в качестве меры пресечения выбраны заключение под стражу либо подписка о невыезде. Объявлен в розыск еще один из бывших председателей Комитета по энергетике [1, 2, 21].

Вспомним, что никто не может быть признан виновным в совершении преступления иначе, как по приговору суда, вступившему в законную силу. Однако сам факт масштабных оперативно-розыскных и следственных действий сотрудников Главного управления экономической безопасности и противодействия коррупции и Следственного департамента МВД РФ говорит о том, что качество материалов и работ по устройству тепловых сетей перестало быть узкопрофессиональной темой.

## 2. Основание и разработка РМД

Обеспечение тепловой энергией городов северных регионов Российской Федерации в связи с достаточно суровыми климатическими условиями представляют задачу большой государственной важности. Централизованная система теплоснабжения Санкт-Петербурга была в значительной степени сформирована еще в советские годы нашей истории. Систему эту нельзя считать пережитком или анахронизмом тех лет. В странах с близкими к Санкт-Петербургу климатическими условиями подобные системы эксплуатируются. В научно-технической литературе активно обсуждаются пути их модернизации и дальнейшего развития (в Канаде [3], в Швеции [4 – 6, 19, 20]). Наиболее слабым звеном централизованных систем теплоснабжения являются теплопроводы и трубопроводы горячего водоснабжения. Схемы и средства транспортировки теплоносителя в системах централизованного теплоснабжения, построенные в СССР, характеризуются недостаточной надежностью, высокой повреждаемостью трубопроводов тепловой сети и большими тепловыми потерями в них [7].

По данным Постоянной комиссии по городскому хозяйству, градостроительству и земельным вопросам Законодательного Собрания Санкт-Петербурга, только 10 % тепловых сетей имеют износ менее 50%, что чревато возникновением чрезвычайных ситуаций, аварийность тепловых сетей Санкт-Петербурга в 25 раз выше, чем в Москве, и в 5-6 раз выше, чем в других городах России. В целом по России, по различным оценкам потери тепла при транспортировке теплоносителя в тепловых сетях составляют от 10 до 30% и более [8 - 10].

Региональный методический документ РМД 41-11-2012 Санкт-Петербург «Устройство тепловых сетей в Санкт-Петербурге» (далее – РМД) разработан согласно решению упомянутой комиссии (протокол от 04.06.2009 № 80). Разработка РМД была осуществлена Санкт-Петербургским государственным политехническим университетом по заказу Комитета по строительству Санкт-Петербурга. В течение трех лет в процессе разработки принципиальные положения РМД согласовывались с Комитетом по энергетике и инженерному обеспечению Санкт-Петербурга, Службой государственного строительного надзора и экспертизы Санкт-Петербурга, ОАО «Теплосеть Санкт-Петербурга», ГУП «ТЭК СПб», ООО «Петербургтеплоэнерго», ЗАО «Лентеплоснаб».

После окончательного согласования документ был одобрен и рекомендован к применению в строительстве на территории Санкт-Петербурга распоряжением Комитета по строительству от 13.01.2012 № 3.

### 3. Цели и задачи РМД

Документ соответствует действующим федеральным нормам и законам Российской Федерации, а также территориальным нормам и законам Санкт-Петербурга.

В документе реализованы положения следующих Федеральных законов Российской Федерации: «О пожарной безопасности»; «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»; «Градостроительный кодекс Российской Федерации»; «Об охране окружающей среды»; «О техническом регулировании»; «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»; «О теплоснабжении»; «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»; «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Основное содержание РМД заключается в регламентировании:

- положений, направленных на достижение целей технического регулирования;
- положений, отсутствующих в действующих федеральных нормативах для применения в схемах теплоснабжения Санкт-Петербурга, которые учитывают природно-климатические, социальные особенности и экономические возможности города как субъекта Российской Федерации;
- положений, направленных на повышение качества теплоснабжения Санкт-Петербурга для обеспечения срока службы тепловых сетей 30-50 лет.

Выполнение требований РМД обеспечивает высокий уровень качества работ и материалов при устройстве тепловых сетей, обеспечивающий требуемый срок службы сетей, в условиях частой смены лиц в системе: «Собственник – Заказчик – Подрядчик – Производитель» [18 - 19].

В РМД содержатся указания для технических заказчиков, проектировщиков, экспертных организаций, строителей, надзорных и эксплуатирующих организаций, а также производителей, поставляющих оборудование и материалы для систем теплоснабжения Санкт-Петербурга.

В соответствии с положениями СНиП 41-02-2003 и Постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 25.12.2007 № 1661 «Об отраслевой схеме теплоснабжения Санкт-Петербурга на период до 2015 года с учетом перспективы до 2025 года» РМД определяет ряд технических и организационных решений по обеспечению надежности, качества и энергоэффективности теплоснабжения, которые необходимо применять при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации систем теплоснабжения Санкт-Петербурга. К этим решениям относятся

- применение многоконтурных схем транспортировки тепла потребителям, приготовление горячей воды в местах потребления через автоматизированные ЦТП, автоматизированные ИТП при централизованном теплоснабжении от ТЭЦ и котельных мощностью свыше 50 МВт;
- комбинированная выработка тепловой и электрической энергии для котельных мощностью от 12 МВт и выше;
- применение децентрализованного теплоснабжения в районах с объективно дорогим подключением к централизованным тепловым сетям;
- обеспечение бесперебойного теплоснабжения потребителей во время строительства и реконструкции тепловых сетей, а также обеспечение эксплуатации тепловых сетей без отключения ГВС в межотопительный период;
- снижение расчетных температур теплоносителя в стояках жилых зданий и во внешних трубопроводах тепловой сети (до теплового пункта) при реконструкции или новом строительстве жилых кварталов в зоне теплоснабжения децентрализованного теплоисточника [11];
- применение на тепловых сетях и во внутридомовых системах трубопроводов из антикоррозионных материалов (например, гибких труб: гофрированных из нержавеющей стали; пластиковых), современной запорной арматуры и компенсационного оборудования [12];

- применение (по возможности) кольцевых схем обвязки магистральных трубопроводов кварталов и тепловых зон теплоснабжения;
- реконструкция должна осуществляться комплексно для всех элементов системы теплоснабжения (теплообменное и насосное оборудование на источниках, ЦТП и ИТП, наружные тепловые сети и внутридомовые системы);
- оснащение всех зданий при реконструкции автоматизированными ИТП;
- строительство в старой (центральной) части города (при реконструкции квартала в целом) внутриквартальных автоматизированных ЦТП для трансформации температуры теплоносителя и возможного (из условий прокладки подземных коммуникаций) приготовления ГВС при централизованном теплоснабжении от ТЭЦ и котельных мощностью свыше 50 МВт;
- реконструкция существующих мелких систем централизованного теплоснабжения с переводом котельных и внутридомовых систем на количественное и качественно-количественное регулирование систем теплоснабжения с поквартирным автоматизированным распределением теплоносителя;
- строительство децентрализованных теплоисточников при реконструкции или новом строительстве зданий на основе технико-экономического обоснования и оценки воздействия на окружающую среду;
- применение технологии теплогидроизоляции стальных трубопроводов, обеспечивающей срок службы тепловых сетей в течение 30-ти лет.
- обоснование срока эксплуатации не менее 30-ти лет, сроков гарантий подрядчика и производителя не менее 10-ти лет для основных предизолированных элементов тепловой сети (трубы, фасонные изделия, неподвижные опоры, сильфонные компенсационные устройства, запорная арматура) наличием необходимых документов (сертификаты, разрешения на применение, паспорта, акты и отчеты о лабораторных и контрольных испытаниях), подтверждающих соответствие действующим нормативным требованиям [13, 14].

Согласно разработанному документу технические решения при новом строительстве или реконструкции систем теплоснабжения должны приниматься на основе технико-экономических обоснований с обязательным учетом мероприятий по энергосбережению. Основными контролирующими инстанциями должны являться отделы строительного контроля технического заказчика, действующими в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 21.06.2010 № 468.

Следует отметить, что применение термина «технический заказчик» вызвано тем, что термин «заказчик-застройщик» окончательно ушел из законодательства [15].

На этапе строительства тепловая сеть должна быть подвергнута контрольным испытаниям с целью установления соответствия тепловой сети проектной и исполнительной документации. Контрольные испытания должна проводить аттестованная испытательная лаборатория [14, 16].

Все основные предизолированные элементы, применяемые в тепловых сетях Санкт-Петербурга, работающих в гидрогеологических условиях с высоким уровнем грунтовых вод, при температуре теплоносителя до 150°C, должны иметь разрешение на применение в тепловых сетях IV категории, выданное Ростехнадзором.

Разрешение на допуск в эксплуатацию тепловых сетей Санкт-Петербурга должно выдаваться Северо-Западным управлением Ростехнадзора после проверки наличия у технического заказчика или балансодержателя всей необходимой проектной и исполнительной документации, в том числе документов, фиксирующих проведение строительного контроля, предусмотренного настоящим документом.

#### **4. Особенности положений РМД**

Документ предусматривает, что срок службы предизолированных стальных труб, фасонных изделий, неподвижных щитовых опор, сильфонных компенсационных устройств и запорной арматуры в пенополиуретановой изоляции должен составлять в соответствии с ГОСТ 30732-2006 не менее 30-ти лет.

Для повышения качества тепловых сетей необходимо на этапах производства предизолированных элементов, проектирования и строительства тепловых сетей, согласно РМД, предъявлены следующие требования:

- применяться стальные трубы из легированной стали (например, 17ГС, 17Г1С, 17Г2С), имеющие класс прочности К52 и выше;
- пенополиуретановая изоляция должна иметь коэффициент теплопроводности при средней температуре 50 °С – не более 0,029 Вт/м·°С;
- перед покрытием стальной трубы пенополиуретановой изоляцией должна выполняться активация полиэтилена защитной оболочки коронным разрядом (непосредственно перед изолированием) для обеспечения необходимой адгезии пенополиуретана к полиэтилену;
- перед покрытием стальной трубы пенополиуретановой изоляцией должна выполняться очистка струйной абразивной обработкой поверхности трубы в соответствии с ГОСТ 9.402-2007 (например, дробеструйная обработка) для обеспечения необходимой адгезии пенополиуретана к металлу;
- конструкция сильфонных компенсационных устройств должна обеспечивать герметичность, исключая попадание влаги в теплоизоляцию, согласно п. 4.23 ГОСТ 30732-2006;
- конструкция неподвижных щитовых опор должна обеспечивать герметичность, исключая попадание влаги в теплоизоляцию, и обеспечивать электроизоляцию основной трубы от железобетонного щита;
- предизолированные стальные трубы, фасонные изделия, неподвижные щитовые опоры, сильфонные компенсационные устройства должны оснащаться работоспособной системой оперативного дистанционного контроля согласно п. 4.24 ГОСТ 30732-2006, при наличии у проводника системы ОДК полимерной оболочки должна предусматриваться перфорация для возможности доступа к нему влаги при увлажнении теплоизоляции;
- при заделке стыков трубопроводов в пенополиуретановой изоляции в полиэтиленовой защитной оболочке применять приварные полиэтиленовые муфты;
- гидравлические испытания должны проводиться в соответствии с требованиями п. 8.1-8.9 СНиП 3.05.03-85 (при испытаниях трубопроводов водяных тепловых сетей давление воды должно быть не менее 1,6 МПа) как для стальных трубопроводов, так и для пластиковых.

Гарантийный срок службы предизолированных элементов теплотрассы должен составлять не менее 10-ти лет в соответствии с Федеральным законом РФ «О теплоснабжении» от 27.07.2010 № 190-ФЗ.

Помимо этого ведущим проектным институтам и заводам-изготовителям необходимо актуализировать свои типовые альбомы для приведения их в соответствие РМД, а именно следующие альбомы:

- 313.ТС-008.000 «Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенополиуретана Ду 50-600 мм» (в редакции 2007 г., ОАО «Объединение ВНИПИЭнергопром»);
- 313.ТС-012.000 «Типовые решения прокладки трубопроводов тепловых сетей в изоляции из пенополиуретана диаметром Ду 700-1000 мм» (в редакции 2007 г., ОАО «Объединение ВНИПИЭнергопром»);
- А-397-80 «Конструкции тепловых сетей в городе Санкт-Петербурге» (в редакции 1981 г., ГУП «Ленгипроинжпроект»);
- 06-П/11 «Типовые решения по применению трубопроводов Стилфлекс на тепловых сетях и сетях горячего водоснабжения» и 07-П/11 «Типовые решения по применению трубопроводов Пластфлекс для теплоснабжения, горячего и холодного водоснабжения» (в редакции 2011 г., ООО «Изоляционные технологии»);
- 300.ТС-010.000 «Типовые решения по применению трубопроводов Изопрофлекс-А и Касафлекс на тепловых сетях отопления и горячего водоснабжения» (в редакции 2010 г., ООО «УНР-524 Треста Сантехмонтаж-62»).

Работа по повышению качества тепловых сетей должна продолжаться, в первую очередь, в области разработки строительных норм и правил.

## 5. Внедрение РМД в ГУП «ТЭК СПб»

Одной из крупнейших теплоэнергетических компаний Санкт-Петербурга является ГУП «ТЭК СПб». Предприятие имеет мощную систему тепловых сетей – около 4100 км в одноструйном исчислении. Половина трубопроводов уже отработала свой срок и требует замены в самое ближайшее время.

Согласно приказу генерального директора ГУП «ТЭК СПб» от 24.02.2012 № 63 РМД был принят в качестве руководства при выполнении работ на подведомственных тепловых сетях.

Первым шагом на пути внедрения РМД является усиление Управления строительного контроля квалифицированными специалистами, аттестованными в Ростехнадзоре.

Следующий шаг – разработка и утверждение организационно-технических документов, учитывающих требования РМД:

- регламента взаимодействия ГУП «ТЭК СПб» с ГУП «Управление заказчика» при реконструкции и строительстве тепловых сетей;
- инструкции взаимодействия между ГУП «ТЭК СПб», заказчиками и подрядчиками в части проведения контроля реконструкции и строительства тепловых сетей;
- инструкции по входному контролю и контролю строительства тепловых сетей из предизолированных труб и фасонных изделий;
- инструкция по производству работ по изоляции сварных стыков магистральных и распределительных трубопроводов тепловых сетей при помощи электросварных разрезных муфт из полиэтилена высокой плотности;
- инструкция по производству работ по теплогидроизоляции трубопроводов и запорной арматуры в тепловых камерах;
- инструкция по проектированию, монтажу и обслуживанию систем оперативного дистанционного контроля увлажнения пенополиуретановой изоляции предизолированных теплопроводов;
- карт проверки качества предизолированных (в пенополиуретановой изоляции) стальных труб, фасонных изделий, сильфонных компенсаторов, запорной арматуры, гофрированных труб из нержавеющей стали, пластиковых труб, а также карты проверки качества сварных соединений.
- рекомендаций по содержанию и форме типового задания на проектирование, типовых технических условий при строительстве и реконструкции тепловых сетей;
- рекомендаций по корректировке «Технических требований к проектам модернизации, технического перевооружения, реконструкции и нового строительства объектов ГУП «ТЭК СПб».

Кроме того, для внедрения РМД в части реализации функций по строительному контролю предприятию требуется создание или привлечение на договорной основе аттестованной испытательной лаборатории по контролю качества стальных труб в пенополиуретановой изоляции по ГОСТ 30732-2006, а также аттестованной испытательной лаборатории неразрушающего контроля качества сварных соединений.

Проведение работ по контролю качества стальных труб в пенополиуретановой изоляции по ГОСТ 30732-2006 может осуществляться на базе испытательной лаборатории ООО «Изоляционные технологии».

Проведение анализа механических свойств и химического состава металла для оценки соответствия стальных труб сопроводительным документам о качестве (сертификатам, выданным предприятиями-изготовителями) может осуществляться на базе научно-инновационной лаборатории «Нано- и мезоструктурный анализ и диагностика материалов» физико-механического факультета Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

## Заключение

Разработанный Политехническим университетом региональный методический документ повышает требования к качеству тепловых сетей до европейских стандартов. Внедрение РМД, а также увеличение объемов реконструкции тепловых сетей (не менее 400 км трубопроводов в год) позволит исправить ситуацию с теплоснабжением Санкт-Петербурга к лучшему. РМД, в свою очередь, может служить основой для разработки стандартов саморегулируемых организаций.

Ежегодная актуализация РМД путем внесения (через Комитет по строительству Санкт-Петербурга) изменений, уточняющих порядок выполнения строительного контроля, и дополнений, учитывающих современные технические решения, позволит сделать РМД настольной книгой для специалистов по системам теплоснабжения Санкт-Петербурга.

### Литература

1. Дело труба: Пропал экс-глава комитета, зарывшего в землю шестьсот километров бракованных труб. [Электронный ресурс]. URL: <http://spb.kp.ru/online/news/1308430/> (дата обращения: 10.12.2012).
2. Экс-главу петербургского комитета по энергетике Тришкина задержали по «трубному делу». [Электронный ресурс]. URL: <http://tv.kp.ru/online/news/1318447/> (дата обращения: 10.12.2012).
3. Rezaie B., Rosen M. A. District heating and cooling: Review of technology and potential enhancements // Applied Energy. 2012. Vol. 93. Pp. 2-10.
4. Magnusson D. Swedish district heating - A system in stagnation: Current and future trends in the district heating sector // Energy Policy. 2012. Vol. 48. Pp. 449-459.
5. Hawkey D. J. C. District heating in the UK: A Technological Innovation Systems analysis // Environmental Innovation and Societal Transitions. 2012. Vol. 5. Pp. 19-32.
6. Fahlén E., Ahlgren E. O. Accounting for external costs in a study of a Swedish district-heating system – An assessment of environmental policies // Energy Policy. 2010. Vol. 38. Pp. 4909-4920.
7. Слепченко В. С., Петраков Г. П. Повышение энергоэффективности теплоизоляции трубопроводов тепловых сетей северных и северо-восточных регионов России // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 4. С. 26-32.
8. Кузнецов Л. А., Григорьева Л. А. Определение потерь тепловой энергии через изоляцию трубопроводов теплофикационной воды в результате тепловых испытаний // Новости теплоснабжения. 2006. № 3. С. 51-52.
9. Петраков Г. П., Слепченко В.С. Система теплоснабжения Санкт-Петербурга на современном этапе и возможности ее модернизации // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 7. С. 26-29.
10. Кузнецов Г. В., Половников В. Ю. Тепловые потери подземных канальных теплопроводов в условиях деформации слоя тепловой изоляции с учетом радиационного теплообмена в полости канала // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 2. С. 2-7.
11. Аверьянова О. В. Энергосбережение в тепловых сетях за счет параметров теплоносителя // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 5. С. 43-46.
12. Майзель И. Л. Пути повышения надежности и долговечности тепловых сетей // Энергетика Татарстана. 2007. № 3. С. 10-15.
13. Петраков Г. П. Срок службы пластиковых труб в пенополиуретановой изоляции, применяемых для систем теплоснабжения // Инженерно-строительный журнал. 2012. Т. 29. № 3. С. 54-62.
14. Королев И. А., Петраков Г. П. Создание испытательного центра для проверки качества пенополиуретановой изоляции предизолированных трубопроводов, применяемых в системах теплоснабжения // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 1. С. 23-25.
15. Чеготова Е. В. Роль технического заказчика в организации инвестиционно-строительной деятельности // Инженерно-строительный журнал. 2012. Т. 29. № 3. С. 5-11.
16. Чеготова Е. В. Негосударственная экспертиза – законодательство и реалии // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. Т. 1. № 1. С. 28-35.
17. Речинский А. В., Стрелец К. И. Повышение квалификации по проектированию и строительству особо опасных, технически сложных и уникальных объектов // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. Т. 1. № 1. С. 74-76.

18. Речинский А. В., Стрелец К. И. Профессиональная переподготовка специалистов в строительстве в свете концепции «Образование через всю жизнь» // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. Т. 1. № 1. С. 70-73.
19. Grajzla P., Murrellb P. Allocating lawmaking powers: Self-regulation vs government regulation // Journal of Comparative Economics. 2007. Vol. 35. Issue 3. Pp. 520–545.
20. Vermaa V. K., Bramb S., De Ruycka J. Small scale biomass heating systems: Standards, quality labelling and market driving factors – An EU outlook // Biomass and Bioenergy. 2009. Vol. 33. Issue 10. Pp. 1393–1402.
21. Малиновская Л. В. Об основных принципах обеспечения качества строительства. Международный опыт // Инженерно-строительный журнал. 2009. №1. С. 55-56.