

Департамент по энергоэффективности Государственного  
комитета по стандартизации Республики Беларусь



сентябрь 2016

# ЭНЕРГО

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ

**Компания «ЭКОЮНИКОН» –  
ваш надежный партнер в выполнении  
электромонтажных работ**

*Будем искренне рады видеть  
вас среди наших клиентов!*

**Контактный тел. +375 (33) 6066517,  
тел./факс +375 (212) 612866**

Наш сайт  
**euk.by**



**Совещание  
по МВТ  
у Президента**

Стр. **2**

**Актуальное интервью  
директора Департамента  
по энергоэффективности**

Стр. **8**

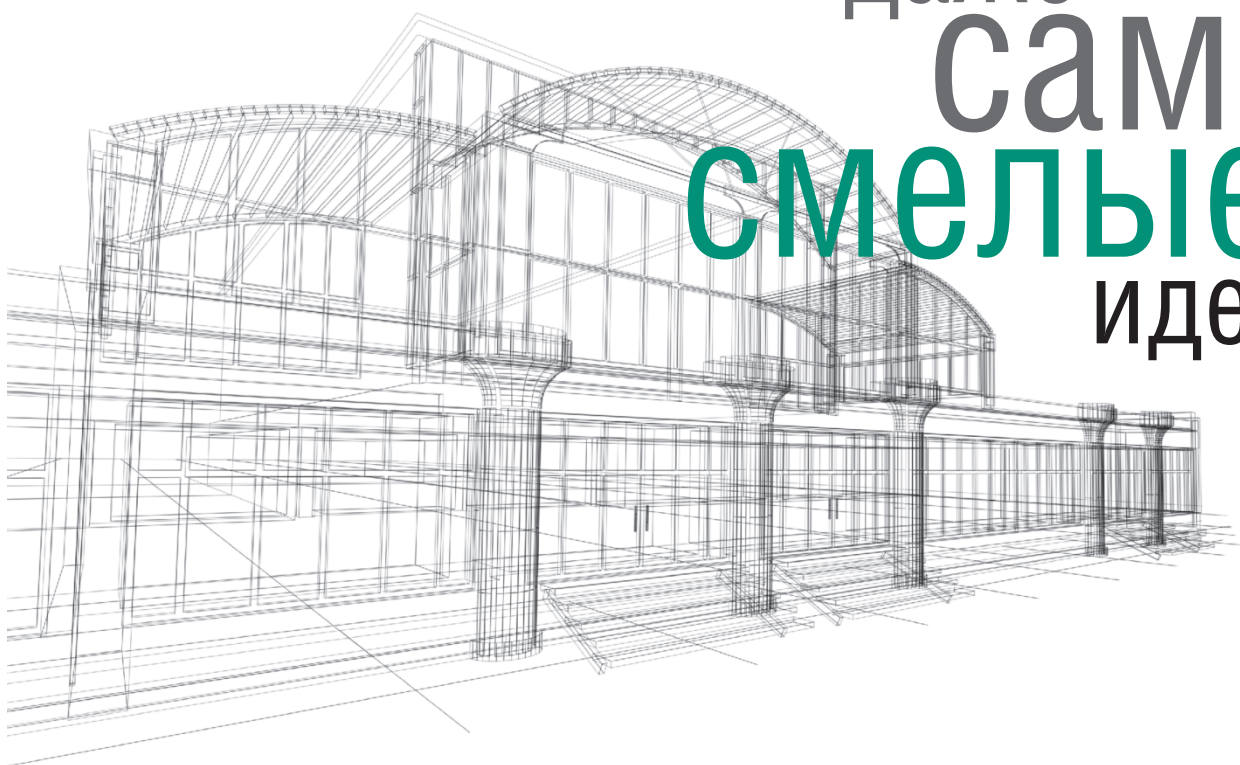
**Исследование Всемирного  
банка по энерго-  
эффективности зданий**

Стр. **20**

**Турбина утилизационного  
типа: перспективы  
использования на БМЗ**

Стр. **30**

Реализуем  
даже  
самые  
**смелые**  
идеи



**БЕЛИНВЕСТЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**  
РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

220037, Минск, ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н  
т./ф. (+375 17) 360 46 83  
т. (+375 17) 360 20 78  
e-mail: [info@bies.by](mailto:info@bies.by)





Ежемесячный научно-практический журнал.  
Издаётся с ноября 1997 г.

9 (227) сентябрь 2016

#### Учредители:

Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь  
Инвестиционно-консультационное республиканское унитарное предприятие «Белинвест-энергосбережение»

#### Редакция:

Редактор Д.А. Станюта  
Дизайн и верстка В.Н. Герасименко  
Подписка и распространение Ж.А. Мацко  
Реклама А.В. Филипович

#### Редакционный совет:

**Л.В.Шенец**, к.т.н., первый зам. Министра энергетики Республики Беларусь, главный редактор, председатель редакционного совета

**В.А.Бородуля**, д.т.н., профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, зам. председателя редакционного совета

**А.В.Вавилов**, д.т.н., профессор, генеральный директор БОНОСТМ, иностранный член РААСН

**Б.И.Кудрин**, д.т.н., профессор, Московский энергетический институт

**С.П.Кундас**, д.т.н., профессор кафедры ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии» БНТУ

**И.И.Лиштван**, д.т.н., профессор, академик, главный научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси

**В.Ф.Логинов**, д.т.н., профессор, академик, главный научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси

**А.А.Михалевич**, д.т.н., академик, зам. Академика-секретаря Отделения физико-технических наук, научный руководитель Института энергетики НАН Беларуси

**Ф.И.Молочко**, к.т.н., РУП «БЕЛТЭИ»

**В.М.Овчинников**, к.т.н., профессор, руководитель НИЦ «Экологическая безопасность и энергосбережение на транспорте» БелГУТа

**В.А.Седнин**, д.т.н., профессор, зав. кафедрой промышленной теплоэнергетики и теплотехники БНТУ

**Г.Г.Трофимов**, д.т.н., профессор, президент СИЭ Республики Казахстан

**С.В.Черноусов**, к.т.н., директор департамента по ядерной энергетике Министерства энергетики Республики Беларусь

#### Издатель:

РУП «Белинвестэнергосбережение»

**Адрес редакции:** 220037, г. Минск, ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н.

Тел./факс: (017) 245-82-61

E-mail: uvic2003@mail.ru

Цена свободная.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. № 84 журнал «Энергоэффективность» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь.

Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь. Свид. № 515 от 16.06.2009 г. Публикуемые материалы отражают мнение их авторов. Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Перепечатка информации допускается только по согласованию с редакцией.

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография»

Адрес: 230025 г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4  
Лиц. №02330/39 до 29.03.2019

Формат 62х94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная.  
Подписано в печать 23.09.2016. Заказ 4733. Тираж 1000 экз.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Местные топливно-энергетические ресурсы

**2 «МЕСТНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА В БЕЛАРУСИ БУДУТ ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ ШИРЕ»**

**4 О СОСТОЯНИИ И ПРИНИМАЕМЫХ МЕРАХ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ЭКОНОМИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, ПРОБЛЕМНЫХ ВОПРОСАХ И ПУТЯХ ИХ РЕШЕНИЯ**

Доклад заместителя Премьер-министра Республики Беларусь В.И. Семашко

**18 О РАСШИРЕНИИ ТОПЛИВНОЙ БАЗЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**  
А.В.Вавилов, РААСН, БНТУ

### Энергосбережение в действии

**8 «ГЛАВНЫЙ ПРИНЦИП РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ»**

Интервью М.П. Малащенко

### Международное сотрудничество

**12 «ВСЕМИРНЫЙ БАНК – НАШ ПАРТНЕР В РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ»**

**13 ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С БЕЛАРУСЬЮ В СФЕРЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ЗАИНТЕРЕСОВАНЫ ДЕЛОВЫЕ КРУГИ ФИНЛЯНДИИ**

### Вести из регионов

**14 КОММУНАЛЬНИКИ ЛЕПЕЛЬСКОГО РАЙОНА УЧАСТВУЮТ В МЕЖДУНАРОДНОМ ПРОЕКТЕ** Т.А. Жук, Ж.В. Сверчкова, А.Л. Болотник

### Энергосмесь

**1, 15 МИНСК ПРИГЛАШАЕТ СТРОИТЬ БИОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ и другие новости**

### Энергосбережение в ЖКХ

**20 РАСШИРЕНИЕ МАСШТАБА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СЕКТОРЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Исследование Всемирного банка

### Энергосбережение в промышленности

**30 ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТУРБИНЫ УТИЛИЗАЦИОННОГО ТИПА С НРТ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НИЗКОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОТЕНЦИАЛА**  
В.И. Тарахович, Д.Г. Ализарчик, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»

### Календарь

ДАТЫ, ПРАЗДНИКИ, ВЫСТАВКИ В СЕНТЯБРЕ И ОКТЯБРЕ

### Энергосмесь

## Стоимость услуг ЖКХ в 2017 году вырастет в эквиваленте \$5

Стоимость услуг ЖКХ в 2017 году вырастет в эквиваленте \$5, в 2016-м лимит для повышения исчерпан. Об этом заявил журналистам Президент Александр Лукашенко. Президент подчеркнул, что концептуальная позиция заключается в том, что тот, кто может платить, должен это делать в необходимом объеме. Что касается возможного

повышения стоимости услуг ЖКХ, Александр Лукашенко отметил, что в этом плане есть установленный лимит в эквиваленте \$5 в год. «В этом году все исчерпано, никаких повышений не будет. В следующем году \$5 будет точно. Во сколько это выльется процентов, не знаю», – заявил глава государства.

БЕЛТА

#### УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

Журнал «Энергоэффективность» входит в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований. Приглашаем к сотрудничеству!

Т.ф.: (017) 245-82-61, 299-56-91. E-mail: uvic2003@mail.ru

#### УВАЖАЕМЫЕ РЕКЛАМОДАТЕЛИ!

По всем вопросам размещения рекламы, подписки и распространения журнала обращайтесь в редакцию.

# «МЕСТНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА В БЕЛАРУСИ БУДУТ ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ ШИРЕ»



19 августа 2016 года у Президента Республики Беларусь А.Г. Лукашенко состоялось рабочее совещание, на котором были рассмотрены вопросы использования местных топливно-энергетических ресурсов в экономике и принимаемые меры по повышению эффективности их использования, проблемы в этой области и пути их решения.

Во Дворце Независимости собрались представители энергетического, промышленного и экономического блоков правительства. На совещании также присутствовали все губернаторы и глава Национальной академии наук Беларуси.

В ходе совещания были заслушаны доклады заместителя Премьер-министра Республики Беларусь В.И. Семашко и Председателя Комитета государственного контроля Республики Беларусь Л.В. Анфимова.

По словам главы государства, данная тема в условиях зависимости Беларуси от импортных энергоресурсов с каждым годом становится все актуальнее и острее. Пре-

Больно смотреть, когда у нас огромное количество биоресурсов, которые можно использовать как топливо, просто пропадает. Поэтому сейчас чрезвычайно важно активизировать работу по использованию собственных ресурсов, чтобы как можно меньше зависеть от импорта и сократить себестоимость производимой продукции.

**Александр Лукашенко, Президент Республики Беларусь**

зидент Беларуси Александр Лукашенко потребовал более активной работы по использованию местных топливно-энергетических ресурсов.

В свое время на уровне Президента был принят ряд решений в связи с использованием местных видов топлива. При этом посещались отдельные предприятия, реализованы многочисленные пилотные проекты. «Наше сегодняшнее совещание является контрольным в плане отчета, как мы работаем в этом направлении, как правительство и местные органы власти выполняют принятые решения и планы, которые вы сами себе прописали», – отметил глава государства. – Речь сегодня идет об эффективности хозяйствования и необходимости снижения затрат».

Президент констатировал, что в данном направлении уже немало сделано. Например, более 2 млрд куб. м закупаемого газа удалось заместить местными видами топлива. «Но это лишь десятая часть того количества ценного сырья, которое мы импортируем. А покупаем мы свыше 20 млрд куб. м природного газа. Только на эти цели страна ежегодно тратит порядка 3 млрд долларов США. Уверен, мы можем и должны существенно сократить эту дорогостоящую статью расходов», – сказал глава государства.

Александр Лукашенко сообщил, что ему докладывают о фактах нерациональной эксплуатации действующих энергоустановок и реализации экономически необоснованных проектов. «Во многом это про-



исходит из-за несогласованности действий отраслевых ведомств и местных органов власти, а также правительства», – сказал глава государства.

Перед участниками совещания Президент поставил несколько вопросов. В частности, в чем причины малоэффективного использования природных богатств Беларуси; какие имеются резервы для улучшения работы в данном направлении и какие в связи с этим требуется принять решения; как увязаны между собой планируемое наращивание потребления местных топливно-энергетических ресурсов и та дополнительная энергия, которую планируется получить после ввода в строй Белорусской АЭС.

«Нужен системный, экономически выверенный подход к решению всего комплекса вопросов, связанных с использованием местных видов топлива. Прошел определенный период, когда мы принимали решения и организовывали это дело. и надо сегодня, объективно проанализировав ситуацию, или корректировать наши планы и решения, или действовать более оперативно в решении этих проблем», – подчеркнул Александр Лукашенко.

Делать ставку на «свое» заставляет ситуация на мировых рынках. Когда цены на энергоресурсы напоминают американские горки: то взлетают выше 100 долларов, то падают до 20, весьма сложно заниматься долгосрочным планированием. Ведь слишком туманны энергетические горизонты, да и вопрос цены на газ для Беларуси и России слишком часто превращается в переговорный сериал.

При такой экономической зависимости требование Президента снижать затраты становится безусловным приоритетом для правительства. Заместитель премьер-министра Беларуси Владимир Семашко (на совещании он был главным докладчиком) приводит такие данные: «Выработка энергии на местных видах топлива, на дровах, на щепе, на торфе и так далее на 20–30% дешевле, чем выработка энергии на тепловых станциях на газу. Поэтому это уже не баболовство, это реальный экономический эффект».

Впрочем, получить экономический эффект удастся не всегда. Александр Лукашенко напомнил о Пружанской мини-ТЭЦ, которая работает на местных видах топлива и снабжает теплом практически весь город.

Мне докладывают о фактах нерациональной эксплуатации действующих энергоустановок. Есть и экономически необоснованные проекты. То есть собираемся строить энергоустановку за бешеные деньги, понимая, что она никогда не окупится и будет всегда убыточной. Это вообще преступление.

**Александр Лукашенко, Президент Республики Беларусь**



Пружанская мини-ТЭЦ

Пружанскую мини-ТЭЦ построили в конце 2009 года, и сегодня это одна из самых высокотехнологичных установок в регионе. Тепло, получаемое из смеси древесины и торфа, стоит вдвое дешевле, чем если бы использовался газ. Ежегодная экономия – 6 миллионов долларов. Это одна сторона медали, но есть и обратная – летом ТЭЦ загружена лишь на 16–18%. А чтобы котел не остывал, топить приходится вхолостую. Компенсировать сезонный перепад потребления должен был новый жилой квартал и несколько энергоемких предприятий.

Председатель Пружанского райисполкома Михаил Крейдич пояснил: «При строительстве этого предприятия планировалось построить несколько 40-квартирных домов. Здесь и площадка рядышком, чтобы сети несли минимальные потери, и строительство промышленных предприятий. Но с учетом последнего времени – недостаток кредитных средств – построено восемь домов. На се-

годняшний день вы видите башенный кран – строятся еще два 40-квартирных дома».

Такие обстоятельства, а часто элементарные просчеты, по оценке Президента, и становятся той самой ложкой дегтя, которая портит в общем-то благоприятное впечатление от развития национальной энергосистемы. Отсюда и итоговые поручения: провести дополнительный анализ будущих проектов, скорректировать концепцию энергетической безопасности с учетом последних тенденций. Энергетики, конечно, настаивают на снижении цены на газ, но должны быть готовы и к жестким сценариям развития событий.

Также предстоит четко интегрировать Белорусскую АЭС в энергосистему с учетом сроков ее строительства. Любое их увеличение только подчеркивает актуальность местных видов топлива и возобновляемых источников энергии.

Беларусь нацелена снизить уровень зависимости от импортных ресурсов с нынешних 95% до вполне безопасных 60%. Задача сложная, но реальная – при условии, что проекты как в большой, так и в малой энергетике будут четко просчитаны и технологически безупречно исполнены.

Правда, для эффективной работы профильным министерствам и органам госуправления нужно договориться. На деле же иногда получается, что предприятия лесного хозяйства готовы обеспечить топливом коммунальные организации, но у тех своя программа по энергоэффективности. А у руководителей в регионах тоже есть свой резон – им выгоднее закупать древесную биомассу у себя в районе или области, нежели у соседа.

Местные виды топлива, в том числе возобновляемые источники энергии, с развитием науки становятся реальной и выгодной альтернативой углеводородам. А ведь с точки зрения инвестиций проекты в этой сфере достаточно привлекательны.

Окупаемость установок, работающих на древесной биомассе, чуть более 5 лет, ветряков – 6 лет, станций на биогазе – 7 лет и солнечных станций – 8 лет.

«Эта нефтяная пауза (а цена на газ привязана к нефти) не будет долго длиться. Будет расти цена на нефть, будет расти и на газ. Это надо понимать, к этому надо готовиться. А посему эффективность использования местных видов топлива в перспективе будет возрастать», – сказал Владимир Семашко.

Местные виды топлива в Беларуси будут использоваться шире, как и альтернативная энергия из солнца, ветра, воды. Уже в следующем году появятся две гидроэлектростанции – в Полоцке и Витебске. Поручение Президента – подкорректировать программу в сфере энергосбережения, определив тем самым все шаги на ближайшие пять лет.

**Владимир Семашко, заместитель Премьер-министра Республики Беларусь**

По словам вице-премьера, значительный неиспользованный ресурс представляет собой древесина. Ее ежегодный прирост в лесах Беларуси составляет 30–32 млн куб. м, из которых используется только 19 млн куб. м. «Но это уже не 10–11 млн куб. м, как было 6–7 лет назад. То есть ресурс имеется. Наши мощности торфозаготовки позволяют нарастить объемы заготовки более чем в два раза», – сказал вице-премьер.

В целом главой государства дана удовлетворительная оценка результатам работы в сфере энергоэффективности и увеличения использования местных видов топлива. Перед республиканскими органами государственного управления, комитетом государст-

венного контроля поставлен ряд задач на ближайшую перспективу в части повышения эффективности работы в указанном направлении.

«Итоги положительные, – прокомментировал итоги совещания вице-премьер В.И. Семашко. – Энергетика – это всегда становой хребет экономики любого государства. Мы доложили Президенту, что, например, с 1997 года до настоящего времени при увеличении ВВП более чем в 2,5 раза мы фактически не увеличили потребление энергоносителей. Это главный итог работы».

Департаменту по энергоэффективности Госстандарта поручено актуализировать Го-

сударственную программу «Энергосбережение», включая две ее подпрограммы, обеспечив неукоснительное исполнение стратегических заданий в области энергетической безопасности, энергоэффективности, использования местных топливно-энергетических ресурсов, установленных Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства», Концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь и рядом государственных программ.

По материалам БЕЛТА, Беларусь-1, ОНТ, СТБ

## О СОСТОЯНИИ И ПРИНИМАЕМЫХ МЕРАХ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ЭКОНОМИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, ПРОБЛЕМНЫХ ВОПРОСАХ И ПУТЯХ ИХ РЕШЕНИЯ

Доклад заместителя Премьер-министра Республики Беларусь В.И. Семашко на совещании у Президента Республики Беларусь А.Г. Лукашенко по вопросам эффективности использования местных топливно-энергетических ресурсов

В республике в течение 20 лет на системном уровне реализуется государственная политика в области энергоэффективности. За этот период выполнены четыре пятилетние республиканские программы энергосбережения. При этом одним из основных направлений данных программ является увеличение использования местных топливно-энергетических ресурсов (далее – МТЭР).

Следует отметить, что важным импульсом для развития работ в области энергоэффективности и повышения энергетической безопасности стало принятие Директивы Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства».

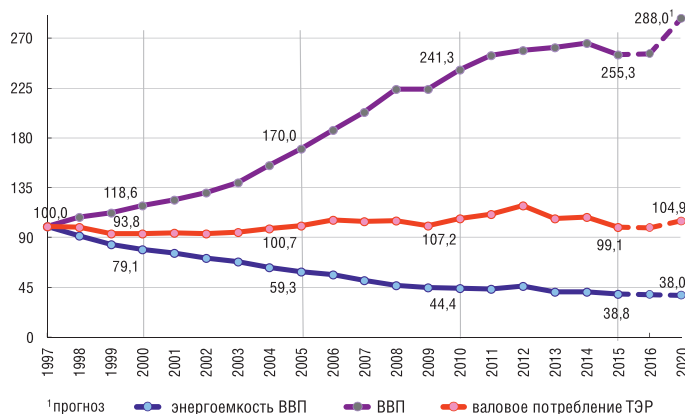
В развитие Директивы № 3 были приняты Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь (утверждена Указом Президента Республики Беларусь 17.09.2007 № 433) и ряд государственных про-

грамм в области энергоэффективности.

Результатом их реализации стали:

обеспечение прироста валового внутреннего продукта (ВВП) в 2015 году к уровню

Изменение ВВП, валового потребления ТЭР и энергоёмкости ВВП к уровню 1997 г., %



1997 года более чем в 2,5 раза практически без увеличения валового потребления топливно-энергетических ресурсов;

по данным Международного энергетического агентства, энергоёмкость ВВП Республики Беларусь (по паритету покупательной способности и в ценах 2005 года) в 2013 году снизилась в 3,3 раза по сравнению с 1990 годом (0,62 тонны нефтяного эквивалента на тыс. долларов США) и составила 0,19 т н.э. на тыс. долларов США. По уровню энергоёмкости

ВВП Республика Беларусь в настоящее время сравнялась с Финляндией и Канадой и стремится к дальнейшему улучшению данного показателя.

За счет реализации государственных программ в сфере энергосбережения, в том числе увеличения использования МТЭР, потребление импортного природного газа в 2015 году по отношению к 2010 году снизилось на 2,78 млрд куб. м, или на 13%.

В результате реализации программных документов доля МТЭР в котельно-печном топливе (далее – КПТ) республики в 2015 году составила 29,5% (с учетом вторичных энергетических ресурсов) при установленном в программных документах задании 28–30%, т.е. выполнена практически «по верхней планке».

В 2010–2015 годах реализовывалась Государственная программа строительства энергоисточников на местных видах топлива. В соответствии с данной программой при плане 152 энергоисточника введено в эксплуатацию 125 энергоисточников суммарной электрической мощностью 11,9 МВт (план – 23,55 МВт), тепловой мощностью – 582,78 МВт (план – 769,68 МВт), что составило 82% от запланированного количества и 76% от суммарной запланированной к вводу тепловой мощности.

С учетом ввода дополнительных к программе объектов за период 2010–2015 годов введено в эксплуатацию 158 энергоисточников (103,9% от плана) суммарной электрической мощностью 11,9 МВт (50,5% от плана), тепловой мощностью – 679,68 МВт (88,3% от плана).

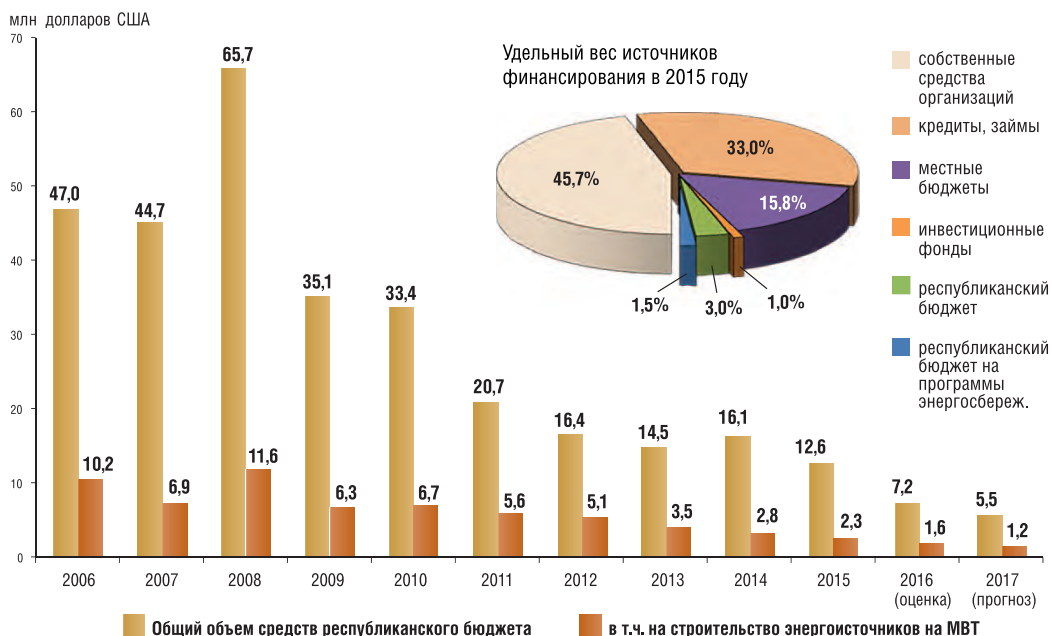
Основные причины выполнения Государственной программы не в полном объеме следующие:

В предыдущие годы на местах не всегда подтверждались экономические преимущества использования МТЭР. В настоящее время во всех регионах себестоимость реализованной в 1 квартале 2016 года организациями жилищно-коммунального хозяйства тепловой энер-

### Объемы и себестоимость выработки тепловой энергии на различных видах топлива за 1 квартал 2016 г. в организациях жилищно-коммунального хозяйства республики (в разрезе областей)

Наименование	Ед. изм.	Вид топлива							
		природный газ	щепа	дрова	фрезерный торф	торфобрикеты	мазут	электроды	другие МТЭР
<b>Республика</b> Объем реализованной тепловой энергии	тыс. Гкал	2608,5 (63,7%)	653,7 (16%)	714,3 (17,4%)	34,2 (0,8%)	26,7 (0,7%)	26,6 (0,6%)	2 (0,1%)	30,4 (0,7%)
<b>Брестская область</b> Объем реализованной тепловой энергии	тыс. Гкал	477,5 (78,1%)	55,3 (9%)	78,9 (12,9%)					
Себестоимость	тыс. руб.	964,1	683,8	883,5					
<b>Витебская область</b> Объем реализованной тепловой энергии	тыс. Гкал	213,1 (41,5%)	144,9 (28%)	130,3 (25,4%)	12,1 (2,4%)	1,0 (0,2%)			12,2 (2,4%)
Себестоимость	тыс. руб.	1034,6	773,6	907,8	711,5	881,6			970,9
<b>Гомельская область</b> Объем реализованной тепловой энергии	тыс. Гкал	404,5 (66,7%)	64,7 (10%)	113 (18,6%)		5,8 (0,9%)	2,7 (0,5%)		15,6 (2,6%)
Себестоимость	тыс. руб.	1049,4	652,3	913,4		1026,3	1300,9		479,5
<b>Гродненская область</b> Объем реализованной тепловой энергии	тыс. Гкал	652,8 (60%)	258,9 (23%)	145,8 (13%)	20,6 (1,9%)	10,2 (0,9%)			
Себестоимость	тыс. руб.	966,7	682,3	816,9	644,9				
<b>Минская область</b> Объем реализованной тепловой энергии	тыс. Гкал	617,3 (73%)	69,8 (8,4%)	114,3 (13%)	1,5 (0,18%)	7,8 (0,9%)	23,9 (2,9%)	0,2 (0,1%)	0,9 (0,1%)
Себестоимость	тыс. руб.	1056,8	714,6	973,7	875,3	1104,2	764,3	2431,9	1128,1
<b>Могилевская область</b> Объем реализованной тепловой энергии	тыс. Гкал	243,3 (55%)	60,1 (13%)	132 (30%)		1,9 (0,4%)		1,8 (0,4%)	1,7 (0,4%)
Себестоимость	тыс. руб.	1089,8	719,6	1002,3		1079,8		2777,9	1229,2

### Финансирование за счет средств республиканского бюджета мероприятий по увеличению использования МТЭР программ энергосбережения в 2006–2015 гг.



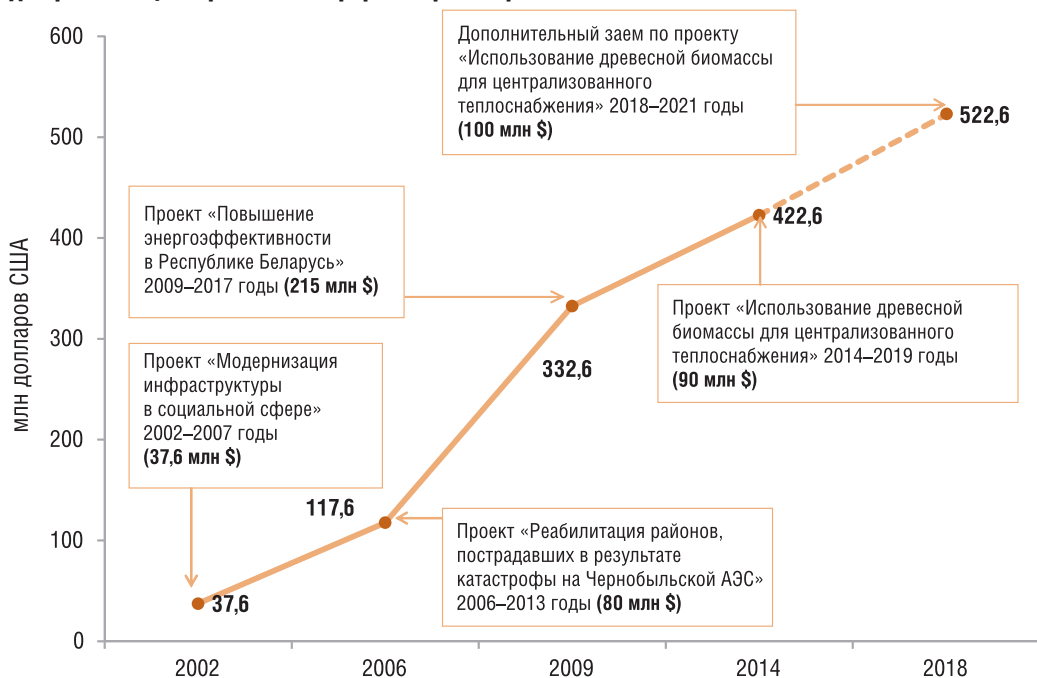
гии от собственных котельных с автоматизированной топливopодачей, работающих на топливной щепе и фрезерном торфе, на 20–30 процентов ниже, чем на котельных, использующих природный газ.

Области, которые вовремя оценили указанные преимущества, уже имеют долю выработки тепловой энергии с использованием МТЭР на уровне 60% (например, Витебская область).

Необходимо также учитывать и то, что за каждую выработанную на природном газе гигакалорию тепловой энергии Республика Беларусь платит поставщику газа порядка 30 долларов США, причем ►



**Привлечение кредитных средств Международного банка реконструкции и развития для реализации проектов в сфере энергосбережения**



только в валюте. Это сегодня. Дальше, в среднесрочной перспективе, будет дороже. Газ, как и нефть, будет существенно дорожать.

Негативное влияние на объемы строительства энергоисточников на МТЭР оказывает сложившаяся тенденция к снижению объемов средств республиканского и местных бюджетов в финансировании энергосберегающих мероприятий, в том числе направленных на строительство (модернизацию) энергоисточников на местных видах топлива. При этом участие средств данного источника является важным стимулирующим фактором привлечения средств других источников финансирования.

В 2011 году на финансирование программ энергосбережения из республиканского бюджета было выделено (в долларовом эквиваленте) 20,7 млн долларов США, в целом объем инвестиций составил 1 млрд 387,8 млн долларов США; в 2015 году из республиканского бюджета было выделено 12,6 млн долларов США, объем инвестиций составил 845,2 млн долларов США. В 2016 году в республиканском бюджете предусмотрено 7,2 млн долла-

ров США, на 2017 год планируется выделить только 5,5 млн долларов США.

В условиях недостатка собственных финансовых средств для реализации проектов в сфере энергосбережения на эти цели привлечено 422,6 млн долларов США заемных средств Международного банка реконструкции и развития.

В соответствии с подписанным в 2014 году Соглашением о займе между Республикой Бе-

ларусь и Международным банком реконструкции и развития для проекта «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения» (срок реализации: 2014–2019 годы) на 90 млн долларов США.

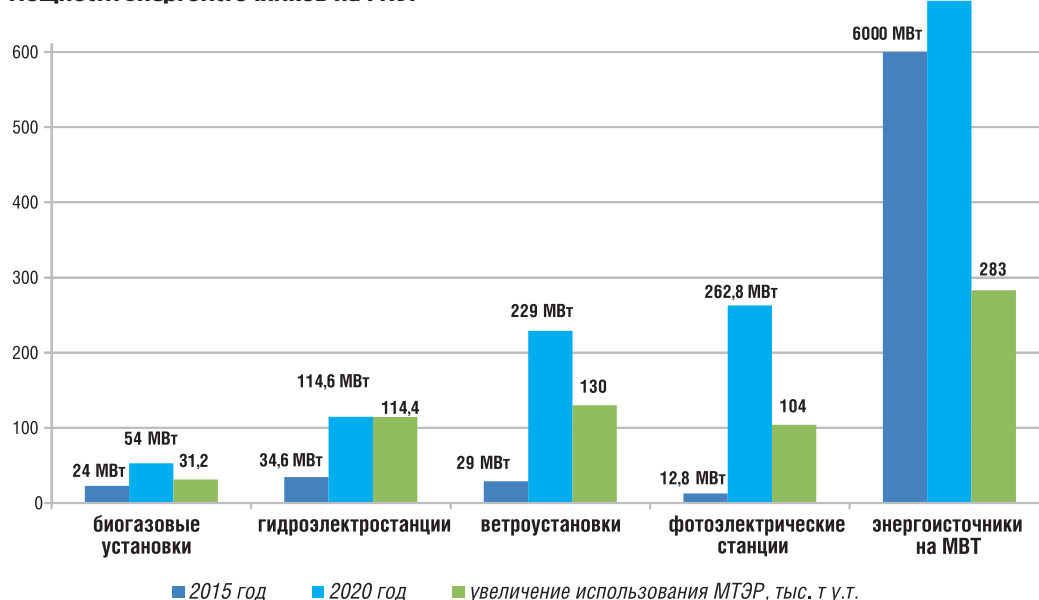
В целях сокращения сроков строительства дополнительных котельных с учетом имеющейся экономии в рамках проекта и скорейшего использования заемных средств МБРР Госстан-

дарт просит рассмотреть вопрос о строительстве дополнительных котельных без внесения изменений и дополнений в распоряжение Президента Республики Беларусь от 1 октября 2014 г. № 190рп, в котором ранее определены конкретные населенные пункты для строительства энергоисточников, и внести соответствующую запись в протокол.

В настоящее время Госстандартом активно ведутся переговоры с МБРР, ЕБРР о предоставлении дополнительного займа на сумму около 100 млн долларов США для строительства энергоисточников на МТЭР.

На начало 2016 года только в системе ЖКХ Республики Беларусь действуют порядка 3200 энергоисточников на МТЭР (древесное, торфяное топливо, лигнин, попутный газ) суммарной тепловой мощностью более 6000 МВт, в том числе 22 мини-ТЭЦ на МТЭР суммарной электрической мощностью около 130 МВт, тепловой мощностью – 345 МВт. В стране работают 16 биогазовых установок суммарной установленной электрической мощностью около 24 МВт; 50 гидроэлектростанций суммарной установленной электрической мощностью около 35,1 МВт; 56 ветроэнергетических установок суммарной установлен-

**Действующие и планируемые к вводу в эксплуатацию в 2016–2020 годах мощности энергоисточников на МТЭР**





ной электрической мощностью около 43,2 МВт (ветроэнергетический парк в н.п. Грабники Новогрудского района Гродненской области установленной электрической мощностью 9,0 МВт); 30 фотоэлектрических станций суммарной установленной электрической мощностью около 13,2 МВт.

Постановлением правительства на 2016–2020 годы принята Государственная программа «Энергосбережение», в рамках которой предусматривается ввод в эксплуатацию еще 138 энергоисточников на МТЭР суммарной тепловой мощностью порядка 680 МВт, а также ввод:

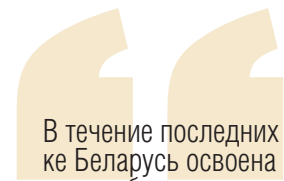
гидроэлектростанций суммарной электрической мощностью около 80 МВт;

фотоэлектрических станций суммарной электрической мощностью не менее 250 МВт;

ветроэнергетических установок суммарной электрической мощностью не менее 200 МВт.

Ввод в эксплуатацию предусмотренных Программой энергоисточников позволит заместить порядка 660 тыс. т у.т., что эквивалентно 574 млн куб. м импортируемого природного газа.

В соответствии с поручением правительства облисполкомами



В течение последних лет в Республике Беларусь освоена и выпускается вся необходимая лесо- и торфозаготовительная, транспортная спецтехника, полная линейка котельного оборудования, от бытового до промышленного.

по согласованию с Минжилкомхозом утверждены по вводимым объектам сетевые графики строительства в 2016 году в регионах энергоисточников на местных видах топлива.

Следует отметить, что с отставанием от утвержденных се-

тевых графиков ведутся работы по строительству энергоисточников на местных видах топлива в Брестской (5 объектов), Гродненской (3 объекта) и Могилевской (8 объектов) областях.

С целью обеспечения поставленных задач в сфере энергоэффективности и увеличения использования МТЭР в республике на 2016–2020 годы:

– приняты все необходимые законодательные акты и решения правительства;

– принята и реализуется Государственная программа энергосбережения;

– установлены показатели по экономии всех видов ТЭР;

– разработаны и утверждены региональные и отраслевые программы энергосбережения;

– ежемесячно на заседаниях республиканской комиссии рас-

сматривается ход работ по реализации программ энергосбережения и, в частности, по строительству энергоисточников на МТЭР;

– ежеквартально в Госстандарте рассматривается ход выполнения областных программ энергосбережения.

В течение последних лет в Республике Беларусь освоена и выпускается вся необходимая лесо- и торфозаготовительная, транспортная спецтехника, полная линейка котельного оборудования, от бытового до промышленного.

Страна располагает значительными запасами МТЭР: возможна заготовка 3,7 млн т у.т. в год древесного топлива (вовлечено в баланс 2,1 млн т у.т.); пригодны к промышленной разработке запасы торфяного топлива в объеме 800 млн тонн, или порядка 300 млн т у.т. (вовлечено в баланс 0,5 млн т у.т.). ■

Продолжение темы – на с. 18



ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

ИНВЕСТИЦИИ

ИНЖИНИРИНГ-ПОСТАВКА-СТРОИТЕЛЬСТВО

КОНСАЛТИНГ

СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Группа компаний ТЭС ДКМ  
ООО «Межрегиональная энергетическая компания»  
220114, г. Минск, пр-т Независимости, 117А, 15 этаж  
Тел.: +37517 3965113 Факс: +37517 3965112

[www.iec-energy.by](http://www.iec-energy.by)

## XXI Международная выставка «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро»

### ГРУППА КОМПАНИЙ ТЭС ДКМ СЕГОДНЯ – ЭТО:

- Более чем 25-летний опыт работы в энергетике.
- 4 инвестиционных договора в области возобновляемой энергетики в Республике Беларусь.
- Аттестованный по I категории Инжиниринговый и сервисный центр в Минске.
- Аттестация I категории на Генеральный Подряд в Республике Беларусь.
- Опыт проектов EPC-контрактинга в области малой энергетики и очистных сооружений.
- Офисы в России, Германии и Беларуси.
- Более 12 лет опыта эксплуатации энергетических объектов.
- 500 сотрудников в 3-х странах.
- Энергосервисная деятельность и энергетический аутсорсинг.
- Более 470 МВт реализованных проектов.

На выставке вы сможете лично познакомиться с официальными представителями наших основных партнеров:

MTU Onsite Energy

WEHRLE Umwelt GmbH

Spanner Re<sup>2</sup>



[www.mtuonsiteenergy.com](http://www.mtuonsiteenergy.com)

[www.wehrle-umwelt.com](http://www.wehrle-umwelt.com)

[www.holz-kraft.de](http://www.holz-kraft.de)

**Стенд № 12**

# «ГЛАВНЫЙ ПРИНЦИП РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ»

Рабочее совещание у Президента по вопросу использования местных топливно-энергетических ресурсов, состоявшееся 19 августа нынешнего года, заставляет обратить более пристальное внимание на проблемы в области генерации энергии, а также на пути экономии, рационального и рачительного использования местных видов топлива. Многое здесь зависит от организации работы на предприятиях жилищно-коммунального хозяйства. Каковы перспективы этой работы? Насколько велик резерв в этой сфере? Как соотносится использование древесной биомассы и торфа с развитием возобновляемой и атомной энергетики? Над чем еще сейчас работают в Департаменте по энергоэффективности? Эти и другие вопросы представители журналов «Энергоэффективность» и «Живи Как Хозяин» задали заместителю Председателя Госстандарта – директору Департамента по энергоэффективности М.П. Малащенко.

– Михаил Петрович, какое место в выполнении задач энергосбережения на текущую пятилетку отводится системе ЖКХ?

– В первую очередь, продолжается работа по снижению объемов потребления импортируемого природного газа, увеличению доли местных видов топлива, а эти мероприятия наиболее актуальны для коммунального хозяйства. Сейчас в системе ЖКХ эксплуатируется более 3 тыс. 800 котельных, 2760 из которых работают на местных видах топлива, что составляет 72% от их общего числа, и в этом направлении еще есть куда расти и развиваться. Так, в рамках займа Всемирного банка «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения» на весьма выгодных условиях для нашей страны и для банка ведутся модернизация и преобразование в мини-ТЭЦ 13 котельных. Проект делает акцент на использовании биомассы, все работы по нему будут завершены в следующем году.

В качестве прочих актуальных направлений энергосбережения в ЖКХ упомяну перекладку теплосетей с целью замены труб на предизолированные.

Значительная работа ведется по оснащению мест общего пользования системами автоматического регулирования потребления тепловой энергии, осуществляется постоянный мониторинг их работоспособности. Системами автоматического регулирования оснащаются дома



с числом квартир от восьми и более (ранее было от 20 квартир и более). С 2017 года утвержден переход к расчетам за потребленную тепловую энергию по приборам индивидуального учета тепла (там, где они установлены) в обязательном порядке, о необходимости которого я неоднократно говорил. Ситуация такова, что приборами индивидуального учета расхода тепловой энергии оснащено огромное количество домов, а расчет по ним не производится. Причиной этого считаю инертность руководителей товариществ собственников, ЖРЭО, т.к. это несколько больший кусок работы, чем разделить разницу в общедомовом и индивидуальном расходах тепла между собственниками помещений поровну.

В то же время мы проводим мониторинг всех строящихся зданий в части оснащения их приборами индивидуального учета тепловой энергии, выявляем и стараемся не допускать случаев, когда проектом предусмотрена их установка, а застройщик с заказчиком не устанавливают эти

приборы с целью удешевления общей стоимости работ.

При этом хотелось бы подчеркнуть, что ответственность за выполнение указанных мероприятий делится между соответствующими государственными структурами, поскольку предприятиям ЖКХ в одиночку, без определенного финансирования, не по силам выполнение многих из указанных мероприятий. Задания в области энергосбережения доводятся Минжилкомхозу, облисполкомам и Минскому горисполкому; программы энергосбережения отдельно составляются для облисполкомов, Мингорисполкома и управлений ЖКХ.

– В прошлой пятилетке задачей департамента было довести долю местных видов топлива в балансе котельно-печного топлива до 28–30%. Задача была выполнена почти по верхней границе показателя. В этой пятилетке содержание соответствующего показателя изменилось, и его процентное значение стало другим... С чем связано введение в Беларуси новой методологии расчета потребления топливно-энергетических ресурсов?

– Ранее при подсчете доли местных видов топлива в балансе котельно-печного топлива в нее включались вторичные энергоресурсы (ВЭРы избыточного давления, горючие, тепловые ВЭРы и др.). С 2016 года мы перешли на методику, которая не предусматривает включения в MBT вторичных энергоресурсов. Теперь

в составе МТЭР учитываются только топливно-энергетические ресурсы, которые добываются на территории Республики Беларусь, в том числе ВИЭ. Соответственно, на 2020 год показатель, который характеризует энергетическую самостоятельность Республики Беларусь и закреплена во многих государственных документах, в первую очередь, в Директиве № 3, установлен на уровне 16%.

Эта методология не нова. Мы перешли на нее в соответствии с рекомендациями Международного энергетического агентства (МЭА). Статистика, предоставляемая МЭА, отражает позиции Беларуси с опозданием на два года, и нам, применяя старую методику, было сложно оценивать реальные результаты, достигнутые Беларусью не только в области энергоэффективности, но и в других областях. Например, сейчас МЭА оперирует результатами работы Беларуси в области энергоэффективности по итогам 2013 года. Чтобы ликвидировать такое запаздывание, мы и приняли методологию, которую продолжает применять МЭА.

– **В настоящее время энергосберегающие мероприятия требуют гораздо большего финансирования, чем ранее, а период их окупаемости увеличивается. Следует активнее привлекать под них негосударственное финансирование или есть другие рецепты?**

– Главный принцип решения вопросов в области энергосбережения – это, прежде всего, экономическая выгода и целесообразность. Если организации экономически выгодно и целесообразно реализовывать энергосберегающие мероприятия, то она будет их проводить независимо от источника финансирования. Однако на отношение к энергосбережению оказывает негативное влияние косность мышления отдельных руководителей. Им, да и всем нам, следует помнить: повышение энергоэффективности и энергосбережение – это не самоцель. Это, прежде всего, продвижение нашего продукта на рынки, снижение себестоимости нашей продукции. А дальше уже можно говорить об энергоёмкости ВВП, о всевозможных рейтингах, на которые влияет этот показатель. Но, в конечном итоге – это качество нашей жизни!

– **Как идет реализация международных проектов в сфере повышения энергоэффективности?**

– С участием департамента реализуется широкий спектр международных проектов, включая «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения», «Повышение энергоэффективности в Республике Беларусь» (основной и дополнительный займы Все-

мирного банка), проектов международной технической помощи ЕС/ПРООН «Разработка интегрированного подхода к расширению программы по энергосбережению» и ПРООН/ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь», а также некоторые другие. Каждый из них затрагивает целый ряд объектов, энергоэффективность которых должна быть повышена.

С 12 по 20 сентября в Беларуси находились представители Всемирного банка, которым мы представили имеющееся положение дел по совместным проектам с этим международным финансовым учреждением. Делегацией Всемирного банка рассмотрены результаты по уже законченным и близким к завершению проектам, нашим усилиям дана в целом положительная оценка. Достигнута предварительная договоренность о предоставлении республике еще одного значительного займа в размере 90–100 млн долларов США, что также можно считать одобрением полученных результатов. Уже разработаны соответствующие технико-экономические обоснования строительства ряда энергоисточников на биомассе. Прорабатывается и возможность привлечь средства Всемирного банка для тепловой модернизации (реабилитации) зданий Минска. Рассматривается также и вопрос привлечения очередного займа для большой энергетики, который может быть предоставлен после завершения ведущейся в настоящий момент модернизации Могилевской ТЭЦ-1 и Гомельской ТЭЦ-1. Конкретные объекты большой энергетики, работы на которых будет предложено профинансировать МБРР, определит технико-экономическое обоснование.

– **Меняются ли подходы к развитию возобновляемых источников энергии в связи со скорым вводом в действие Белорусской АЭС?**

– Подходы к развитию возобновляемой энергетики, которые были определены в республике в 2015 году, не изменились. В развитие Указа Президента № 209 «Об использовании возобновляемых источников энергии» от 18 мая 2015 года было принято постановление Совета Министров от 6 августа 2015 года № 662 «Об установлении и распределении квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии». Эти

документы и определили развитие возобновляемой энергетики в стране. Если все делать взвешенно, грамотно и разумно, то развитие ВИЭ никоим образом не переходит дорогу атомной энергетике. Например, в Германии эксплуатируется семь АЭС и в то же время около 30% электроэнергии вырабатывается с использованием ВИЭ.

Развивать ВИЭ следует без шараханий из крайности в крайность. Сейчас нельзя назвать самой экономичной и экологичной ни энергогенерацию с использованием природного газа, ни генерацию с использованием угля, ни атомную, ни возобновляемую энергетику. Нельзя делать ставку лишь на один вид энергогенерации. Анализируя топливно-энергетический баланс различных стран, можно прийти к выводу, что экономически развитые страны, глядя в будущее, стре-

мятся дифференцировать энергобаланс на 3–4 соразмерных сегмента: возобновляемые источники энергии, АЭС, природный газ, местные ТЭР, то есть то, чем располагает страна, иногда – ископаемые виды топлива. Ни одна страна с высоким развитием экономики не «складывает все яйца в одну корзину». По такому пути идет и Республика Беларусь: к 9300 МВт установленной электрической мощности Белорусской энергосистемы мы готовимся прибавить 2400 МВт установленной мощности двух энергоблоков Белорусской АЭС. Вместе с тем, предусмотрено, что до 2020 года будет введено в эксплуатацию порядка 1000 МВт установок, использующих ВИЭ.

– **Какую долю местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР Беларуси следует считать оптимальной?**

– По методологии МЭА доля местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР Республики Беларусь сейчас составляет порядка 14%. К 2020 году она должна вырасти до 16%. Далее будем ее наращивать до уже гораздо более приемлемой четверти либо трети валового потребления ТЭР.

Простой пример: в Литве 60% всей тепловой энергии производится из древесной щепы. В ближайшие два-три года в этой стране нарастят данный показатель до 70%. В нашей системе ЖКХ также имеется огромный резерв в использовании древесного и торфяного биотоплива.

К 9300 МВт установленной мощности Белорусской энергосистемы мы готовимся прибавить 2400 МВт установленной мощности двух энергоблоков Белорусской АЭС. Вместе с тем, предусмотрено, что до 2020 года будет введено в эксплуатацию порядка 1000 МВт установок, использующих ВИЭ.



– Более 90% в спектре местных видов топлива в Беларуси составляет древесная биомасса. Так ли уж неисчерпаем ее прирост, который планируется еще активнее использовать в энергетических целях?

– Боюсь ошибиться, но помнится, что в Беларуси используется лишь около трети, а то и четверти прирастающей древесины, прочее остается в лесах. Мы ее не используем. Существенной проблемой на пути к расширению использования древесной биомассы является организация доставки, строительство дорог, по которым в состоянии проехать харвестеры, форвардеры и другая лесозаготовительная техника.

Представьте делянку леса, который отстоял 50 лет. Этот квадрат полностью вырубает, затем засаживают новым посадочным материалом. Так по сегментам и идет рубка. Но в каждом сегменте всегда есть естественный прирост, который никогда не станет деловым лесом.

Есть внеплановые ситуации, когда, например, недавно в Смолевичском районе стихия повалила лес на 150 гектарах. Это значит, что появилась вынужденная необходимость вырубить, переработать и вывезти около 4–5 млн кубометров древесины. Но мы просто обязаны использовать биомассу плановых рубок, прокладки просек, очищения обочин и болот от закустаривания.

Нельзя утверждать, что в будущем развитии ВИЭ в Беларуси древесная биомасса будет играть столь же большую роль, как в прошлом. Технологии идут вперед. За последние пять лет стоимость установок, использующих энергию солнца, снизилась в два раза, а за последние десять лет – в пять раз. Раньше на Международной выставке энергетических технологий и возобновляемой энергетики Hannover Messe 95% площадей занимали производители энергогенерирующего оборудования, а сейчас 90–95% площадей занимают компании, представляющие оборудование аккумулялирования и распределения энергии. Они решают главные проблемы ВИЭ – обеспечение накопления и бесперебойного использования полученной энергии. Мир идет по пути удешевления генерации и аккумулялирования энергии, и в первую очередь – «зеленой».

– Актуальна ли проблема нерационального использования ТЭР, и какие примеры нарушений в этой области можно назвать наиболее типичными?

– В 2016 году службами департамента уже проведено около 470 плановых и внеплановых проверок, и по их итогам выдано порядка 570 предписаний. В прошлом году было проведено около 370 проверок, было выдано около 450 предписаний. Вместе с тем, необходимо отметить, что в прошлом году, несмотря на то, что проверок и мониторингов было проведено меньше, был выявлен больший, чем в этом году, резерв экономии ТЭР: 195–197 тыс. т у.т. по сравнению с 95 тыс. т у.т. в нынешнем году. Это говорит о правильном направлении, в котором ведется работа. Организации и собственники, эксплуатирующие энергопотребляющее оборудование, демонстрируют более высокую культуру обращения с энергоресурсами. Разгильдяйства стало меньше.

В основном, выявляемый резерв экономии

ТЭР подразумевает использование тепловой энергии. Наиболее типичными могут называть нарушения правил использования тепловой энергии, определенных ТКП.

Скоро начнется отопительный период. Именно на его начало, как и на окончание 90% жалоб на перетопы или недостаток тепла: где-то не работает система автоматического регулирования подачи теплоносителя либо автоматика не отлажена. Представители Департамента по энергоэффективности принимают участие в проверках и мониторингах с целью выявить и устранить подобные недоработки на местах.

– Как можно оценить роль общественных организаций в продвижении идей энергосбережения, и каковы перспективы их деятельности, в частности, в рамках проекта «Поддержка инициативы «Соглашение мэров» в Беларуси»?

– Ранее Департамент по энергоэффективности не принимал активного участия в работе в рамках данного проекта. Но с нынешнего года департамент, Минжилкомхоз и еще несколько госорганов входят в координационный совет по Соглашению мэров в Беларуси вместе с международным общественным объединением «Экопартнерство» и фондом местного развития «Интеракция». В рамках названного проекта осваивается сумма порядка 460 тыс. долларов США. Из этих средств небольшая техническая помощь для повышения энергоэффективности будет предоставлена 5–7 городам; еще три го-

рода получают более существенную техническую помощь – по 30–45 тыс. долларов. Основная деятельность по проекту состоит в консультировании широкого круга представителей общественности, населения и руководства городов по вопросам повышения энергоэффективности, в подготовке силами МОО «Экопартнерство» необходимых документов и программ развития городов для последующего получения технической помощи, в том числе реализации соответствующих проектов.

Участие общественных организаций в продвижении идей энергосбережения однозначно необходимо. Важно информирование широкого круга общественности о том, что посредством реализации энергоэффективных мероприятий и физические, и юридические лица могут платить гораздо меньше за потребленные энергоресурсы, экономить свои и чужие средства, а сэкономленные деньги направить на покрытие первоочередных расходов. У нас ведь как? Выдай зарплату, заплати налоги, заплати за энергоресурсы, а оставшиеся деньги можно пустить на развитие социальной инфраструктуры, приобретение современных технологий и оборудования для социальной сферы. Сэкономил здесь, значит, больше осталось там.

Соглашение мэров – международная инициатива, в реализации которой важен международный опыт, которым и обладают международные общественные организации. Я имею в виду методологическую часть, опыт привлечения финансовых средств.

Большая часть осваиваемых на территории Беларуси средств упомянутого международного проекта – это расходы на консультантов, а не на внедрение энергоэффективных мероприятий. У департамента же наоборот: как можно больше государственных средств он старается направить на финансирование практических энергосберегающих мероприятий. Поэтому в первую очередь ценны усилия общественных организаций, прикладываемые к повышению информированности, формированию общественного мнения по вопросам энергосбережения.

В области пропаганды Департамент по энергоэффективности также работает на перспективу. Например, организует ежегодный конкурс проектов по экономии и бережливости учащихся учреждений образования «Энергомарафон». В нынешнем году статус конкурса повышен. Таким образом, мы принимаем участие в строительстве детских душ, закладываем основы общественного сознания, которое станет определяющим лет через 20–30. ■

Записал Д. Станюта

“ “ “  
Соглашение мэров – международная инициатива, в реализации которой важен международный опыт, которым и обладают международные общественные организации.



## KSB – Ваш надежный партнер

УНП 191759977

Концерн KSB (Германия) - всемирно известный поставщик комплексных решений для водоснабжения, водоотведения и отопления с более чем **140-летним** опытом производства насосного оборудования и запорной арматуры.

### Области применения:

- Водозабор 1-го и 2-го подъема
- Канализационное хозяйство
- Водоподготовка, водоочистка
- Установки повышения давления
- Отопление, кондиционирование



Etanorm



Omega



Etaline



Movitec  
PumpDrive



Amarex N

### ► Наши технологии. Ваш успех.

Насосы ■ Арматура ■ Сервис

ИООО «КСБ БЕЛ»: 220089, Минск, 3-я ул. Щорса 9 – 607.

Т/Ф +375 17 336-42-56; +375 17 336-42-57; +375 17 336-42-58





# «ВСЕМИРНЫЙ БАНК – НАШ ПАРТНЕР В РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ»

С 12 по 20 сентября текущего года в Беларуси с визитом находилась группа экспертов Всемирного банка во главе со старшим специалистом по энергетике, руководителем проектной группы Пеккой Салминеном. Цель посещения – ознакомление с ходом реализации совместных проектов Всемирного банка и Республики Беларусь «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения» и «Повышение энергоэффективности в Республике Беларусь».



13 сентября представители Всемирного банка провели рабочую встречу в Департаменте по энергоэффективности, где обсудили с руководством вопросы хода реализации проектов «Повышение энергоэффективности в Республике Беларусь» и «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения»; подготовки тендерной документации для новых объектов финансирования из сэкономленных средств займа; возможного участия Всемирного банка в новых проектах в энергетическом секторе Беларуси, в том числе дополнительное финансирование для проекта «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения», а также проводимые банком исследования и аналитическую работу, посвященные различным сегментам энергетического сектора Беларуси.

В ходе встречи заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энер-

гоэффективности М.П. Малащенко подчеркнул, что Всемирный банк является партнером республики в реализации стратегических проектов. По мнению руководителя департамента, наиболее широкие перспективы в связи с планируемым вводом Белорусской АЭС имела бы поддержка со стороны Всемирного банка, направленная на строительство и модернизацию высоковольтных подстанций, линий электропередач и других электросетевых объектов Белорусской энергосистемы. Еще одним вопросом, актуальным для теплоэнергетики, остается перекладка теплотрасс с заменой труб на энергоэффективные.

Реконструкция и модернизация электросетевых объектов (подстанций, высоковольтных линий электропередач) приобретает особую актуальность в свете разработанного проекта Программы развития зарядной инфраструктуры и электромобильного транспорта в Республике Беларусь, заявил Михаил Малащенко. Старший специалист Всемирного банка

по энергетике Пекка Салминен подтвердил, что реконструкция высоковольтных линий является содержанием целого ряда типовых проектов, реализуемых в различных странах за счет средств Всемирного банка.

На встрече в Департаменте по энергоэффективности П. Салминен также подтвердил, что Всемирный банк намерен финансировать новые объекты из средств, сэкономленных в ходе реализации уже имеющихся энергетических проектов этого международного финансового института в Беларуси. Стороны уточнили, что на сегодняшний день речь идет о семи котельных, модернизацию которых планируется провести в срок до 2019 года.

Как упомянули эксперты Всемирного банка, это международное финансовое учреждение также изучает возможности повышения энергоэффективности в секторе эксплуатации зданий в Беларуси. Речь идет о выработке механизма субсидий, доступных физическим лицам, с тем, чтобы

собственники были вовлечены в финансирование тепловой модернизации своих домов. Специалисты Департамента по энергоэффективности заинтересовали результаты подобных проектов, уже реализованных из средств Всемирного банка в других странах. Было решено, что Всемирный банк познакомит их с такими референтными объектами.

Встреча представителей Всемирного банка в Департаменте по энергоэффективности прошла в рабочей, деловой атмосфере. В ходе встречи были рассмотрены конкретные вопросы, каждому из которых было уделено должное внимание. Иностранные эксперты выразили удовлетворение ходом и результатами текущих проектов, что позволяет детально планировать новые этапы сотрудничества с Всемирным банком в сфере энергетики, энергосбережения и повышения энергоэффективности. ■

*По материалам  
РУП «Белинвестэнерго-  
сбережение»*

## Юбилей

Коллектив Брестского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР поздравляет с 50-летием Пшонку Юрия Евгеньевича, заместителя начальника управления по аналитической и информационной работе.

Юрий Евгеньевич за время работы зарекомендовал себя как грамотный



специалист. Добросовестное отношение к работе, помноженное на высокую работоспособность, создало ему репутацию компетентного работника, а редкие личностные качества, отзывчивость, душевная теплота и, вместе с тем, требовательность и принципиальность в решении про-

блем и поставленных задач – снискали уважение со стороны руководства и всего нашего коллектива.

От всей души поздравляем с юбилеем! Желаем крепкого здоровья, энергии, хорошего настроения, творческих успехов, достижения поставленных целей, удачи во всех делах и исполнения всех самых заветных желаний!



# ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С БЕЛАРУСЬЮ В СФЕРЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ЗАИНТЕРЕСОВАНЫ ДЕЛОВЫЕ КРУГИ ФИНЛЯНДИИ

14 сентября 2016 года Департамент по энергоэффективности посетила бизнес-делегация Финляндии во главе с советником-посланником, главой Отделения Посольства Финляндии в Республике Беларусь Лаури Пуллола.

Во встрече приняли участие руководители, топ-менеджеры и представители десятка финляндских компаний, включая крупные транснациональные концерны Valmet, Wartsila, Fortum, занимающихся производством котельного оборудования, строительством ТЭЦ (в том числе модульных) на различных видах топлива, в том числе на местных видах топлива и отходах производства, а также двигателей для энергонасыщенных транспортных средств. Белорусскую сторону на встрече представляли заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малащенко, начальник отдела научно-технической политики и внешнеэкономических связей департамента Андрей Миненков, начальники региональных управлений по надзору за рациональным использованием ТЭР.

Михаил Малащенко проинформировал финских специалистов об основных направлениях, целях и результатах реализации госу-



дарственной политики в сфере энергосбережения, привел примеры международного сотрудничества с Республикой Беларусь в этой сфере.

Причинами растущего интереса широкого спектра финляндских компаний к белорусскому рынку является модернизация и развитие Белорусской энергосистемы, повышение стандартов и норм энергосбережения в стране. В ближайшей перспективе следует решить задачу интеграции в Белорусскую энергосистему строящейся АЭС, продолжить повышение эффективности электро- и теплогенерации в большой и малой энергетике. Значительный сектор работы



связан с повышением энергоэффективности в секторе ЖКХ Беларуси. Районные котельные в ряде случаев требуют модернизации и должны вносить свой вклад в расширение использования местных видов топлива. Комплексные энергосберегающие решения включают в себя использование древесной биомассы, торфа, твердых бытовых и промышленных отходов и бытовых стоков.

Руководитель департамента по вопросам развития бизнеса в Балтийском регионе и Финляндии компании Fortum Кристиан Ренстрем и директор сектора электростанций Valmet Technologies Матти Ервинен выразили уверенность, что финская и белорусская стороны смогут выстроить успешное и продуктивное взаимодей-

ствие по указанным вопросам. Финские компании хотели бы предложить белорусским заказчикам самое современное энергоэффективное оборудование. Их представители продемонстрировали понимание необходимости использования в Беларуси местных видов топлива и RDF-топлива; улучшения экологической обстановки путем глубокой утилизации твердых коммунальных бытовых отходов; а также связи между уменьшением нагрузки на бюджет и ростом финансирования социальных программ для населения.

В завершение встречи Михаил Малащенко пригласил представителей финляндских бизнес-кругов к самому тесному сотрудничеству в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности. ■

*По материалам Департамента по энергоэффективности*



## СИГМАТИКА

г.Брест, ул.Интернациональная, д.17, оф.28  
тел.: (0162) 53 17 18, (029) 238 88 18  
e-mail: sigmatica@tut.by

**Разработка, производство и внедрение систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, водоснабжении, вентиляции и кондиционировании, модернизация существующих систем автоматизации.**



### Продукция:

- шкафы управления котлами и котельными СИГМА-К;
- шкафы управления насосами СИГМА;
- система передачи аварийных сигналов котельных, мини-котельных СПАС;
- шкафы автоматики различных технологических процессов.

sigmatica.by



### Услуги:

- проектирование, монтаж, наладка, обслуживание:**
- систем автоматизации;
  - систем управления электроприводами;
  - систем визуализации ТП на базе SCADA-систем.

## Коммунальщики Лепельского района участвуют в международном проекте

Коммунальное унитарное производственное предприятие «Боровка» Лепельского района Витебской области принимает участие в реализации финансируемого Европейским союзом инвестиционного пилотного проекта по использованию возобновляемых источников энергии в рамках программ международной технической помощи «Поддержка регионального и местного развития в Беларуси» на общую сумму около 4 миллионов рублей.

Основной задачей КУПП «Боровка» является оказание коммунальных услуг и содержание жилого фонда деревень Боровка, Заслоново, Межица, а также близлежащих сельских населенных пунктов и воинских частей. На балансе предприятия находятся 78 многоквартирных жилых домов, оборудование и сети тепло-, водоснабжения и канализации, очистные сооружения и котельные.

Два года назад заместитель председателя Лепельского райисполкома Александр Аксенович и руководство КУПП «Боровка» приняли участие в семинаре «Региональное развитие в Республике Бела-

русь: приоритеты и перспективы», где вместе с представителями местных сообществ, министерств экономики, энергетики, жилищно-коммунального хозяйства, транспорта и коммуникаций и другими заинтересованными были сделаны первые шаги к разработке программ устойчивого развития регионов. Было также предложено реализовать пилотные проекты по таким направлениям, как развитие туризма, велоспорту, обращение с отходами и «зеленая» энергетика. Автором конкретного наполнения проектов должно было сформироваться на местах.

В ходе поиска путей экономии энергоресурсов, снижения расходов и затрат и повышения энергоэффективности у коммунальщиков предприятия «Боровка» родилось предложение по использованию на котельных в качестве топлива брикетированной соломы. После проработки различных технологических схем и вариантов комплектации процесса оборудованием остановились на мобильной передвижной установке, которая работает непосредственно в поле. Прямо у скирды, без предварительной сушки солома

измельчается и прессуется в брикеты. Чтобы сжигать их с наибольшей эффективностью, предусмотрена также замена пяти старых, исчерпавших свои технические ресурсы котлов на ряде котельных.

Для повышения устойчивости перехода к использованию местных видов топлива и в том числе возобновляемых источников энергии также было предложено использовать низкопотенциальную энергию наружного воздуха и энергию солнца.

С целью реализации проекта КУПП «Боровка» будет приобретено два передвижных комплекса брикетирования соломы; на трех котельных предприятия установят котлы для работы на соломенных брикетах; на котельной «Центральная» в д. Боровка будет смонтирована фотоэлектрическая система для получения электрической энергии; гелиоколлекторы и тепловые насосы обеспечат горячее водоснабжение двух многоквартирных жилых домов в деревнях Боровка и Межица.

Реализация данного проекта позволит снизить удельную себестоимость тепловой энергии приблизительно на 13%; уменьшить



потребление ТЭР на выработку тепловой энергии на 5–6%, а также поможет хозяйствам-должникам сократить дебиторскую задолженность за счет поставки их сырья (соломы) для производства брикетов.

В настоящее время итальянской компанией произведена поставка фотоэлектрической установки, состоящей из 256 панелей суммарной мощностью 40,56 кВт; двух тепловых насосов мощностью 50 и 100 кВт; системы гелиоколлекторов, включающей 12 панелей суммарной площадью поглощения 46,08 кв. м с пиковой суммарной термической мощностью 28,92 кВт, а также телескопического погрузчика. Ведутся работы по монтажу оборудования.

Возможность реализации подобных инвести-

ционных проектов в Витебской области является результатом проводимой в Республике Беларусь инвестиционной политики, направленной на создание благоприятных условий для всех субъектов хозяйствования с целью оживления инвестиционной деятельности, подъема экономики, повышения эффективности производства и решения социальных проблем. ■

**Т.А. Жук,**  
**Ж.В. Сверчкова,**  
главные специалисты  
производственно-технического отдела  
Витебского областного  
управления по надзору  
за рациональным  
использованием ТЭР  
**А.Л. Болотник,**  
начальник ПТО КУПП  
«Боровка»  
Лепельского района

### Юбилей

21 сентября отпраздновал свое 70-летие главный инженер РУП «Белинвестэнергосбережение» Г.А. Кирильчик.

Начав свою трудовую деятельность в 1976 году, Георгий Александрович всю свою жизнь проработал на руководящих должностях. Более девяти лет Г.А. Кирильчик возглавлял Минское областное управление по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов. Все эти годы высокая квалификация и практический опыт Георгия Александровича помогали придавать работе по энергосбережению последовательный и системный характер.

Девятый год Г.А. Кирильчик трудится в РУП «Белинвестэнергосбережение», с октября



прошлого года занимая должность главного инженера предприятия. Георгий Александрович проявляет активную жизненную позицию, пользуется авторитетом среди коллег, требователен

и принципиален в рабочих вопросах. За значительный личный вклад в успешную реализацию совместных проектов Республики Беларусь и Международного банка реконструкции и развития «Модернизация инфраструктуры в социальной сфере Республики Беларусь» и «Реабилитация районов, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС», высокий профессионализм и добросовестный труд он

поощрялся руководством, дважды был награжден Почетной грамотой Департамента по энергоэффективности.

За многолетний и добросовестный труд, личный вклад в экономику топливно-энергетических ресурсов и в связи с 70-летием со дня рождения Георгий Александрович награжден Почетной грамотой Госстандарта.

Редакция журнала «Энергоэффективность», коллеги Г.А. Кирильчика по предприятию, сотрудники Департамента по энергоэффективности и его региональных управлений желают юбиляру крепкого здоровья, профессионального долголетия, силы духа, бодрости тела и ясности ума, а также семейной гармонии, радости и хорошего настроения.



## Минск приглашает строить биогазовые установки

26 января 2016 года был принят Указ Президента № 27, согласно которому в 2016–2018 годах предполагалось осуществить реализацию инвестиционного проекта по внедрению биогазовых установок на очистных сооружениях Минска. Заказчиком выступил «Минскводоканал», генподрядчиком – австрийская компания Strabag Umwelttechnik. Цена вопроса составляла 27,8 млн евро (кредит Банка развития и средства бюджета или кредиты иных белорусских банков). По словам председателя Мингорисполкома Андрея Шорца, австрийская сторона инициировала отказ от проекта.

В настоящее время Минск готовит документы на международный конкурс по выбору компании, которая будет заниматься реконструкцией очистных сооружений. «Сейчас документы находятся на согласовании в ГКНТ, и, думаю, в ближайшее время мы объявим этот конкурс», – рассказал Андрей Шорец.

TUT.BY

## Министр иностранных дел обсудил с инвестором развитие возобновляемых источников энергии

Перспективы развития возобновляемых источников энергии в Беларуси были обсуждены на встрече Министра иностранных дел Республики Беларусь Владимира Макея с генеральным директором ирландского ООО «Пьюа Энерджи» Торстен Меркелем.

Стороны обсудили сроки и объемы освоения прямых

иностраных инвестиций в рамках проектов в сфере возобновляемой энергии, реализуемых при участии ООО «Пьюа Энерджи». Ирландский инвестор реализует в Беларуси ряд проектов в области возобновляемой энергетики, в том числе и проект строительства в Чериковском районе Могилевской

области фотоэлектрической станции мощностью 109 МВт для производства электрической энергии; объем инвестиций составляет около 100 млн евро. Торстен Меркель проинформировал Владимира Макея о ходе реализации данного проекта.

Пресс-служба МИД  
Республики Беларусь

## Барановичи планируют модернизацию сетей уличного освещения

Проект модернизации системы наружного освещения в Барановичах готовят к выдвижению на соискание гранта Северной экологической финансовой корпорации (НЕФКО), сообщил начальник службы уличного освещения городского ЖКХ Сергей Гулько.

Энергоэффективный проект предполагает полную замену сетей и всех ламп уличного освещения на светодиодные светильники. По подсчетам специалистов, это позволит уменьшить потребление электроэнергии на отдельных участках в городе на 32–55%, а также улучшить управление системой наружного освещения. Сейчас для освещения перекрестков и улиц Барановичи потребляют 3,2 млн кВт электроэнергии в год, что обходится бюджету в 1 млн рублей.

Помимо экономической, проект имеет и экологическую выгоду. Натриевые светильники, ко-



торых в городе насчитывается более 10 тыс., содержат ртуть. Установка светодиодных ламп улучшит экологическую среду в городе. Этот аспект заинтересовал Северную экологическую финансовую корпорацию (НЕФКО), представители которой уже посетили Барановичи и ознакомились с работой системы наружного освещения города.

БЕЛТА

### Нормирование расходов ТЭР

(расчет, корректировка, сопровождение)

### Тепловизионное обследование

(сооружений, оборудования)

### Составление энергетического (теплоэнергетического) паспорта зданий

### ТЭО вариантов теплоснабжения

(расчет, сопровождение)

### Составление экологического паспорта организации

212013, г. Могилев,  
Славгородское шоссе,  
30/в

8 (029) 305-00-59,  
факс 8 (0222) 78-02-72  
e-mail: alvariant@mail.ru

«Иста Митеринг Сервис» • 220034, г. Минск, ул. 3. Бялуды, 12  
тел.: (017)294-3311, 293-6849, 283-6858; факс: (017)293-0569  
e-mail: minsk@ista.by • http://www.ista.by  
отдел расчетов: (017)290-5667 (-68) • e-mail: billing@ista.by

**ista**

- Система индивидуального (поквартирного) учета тепловой энергии на базе распределителей тепла «Экземпер», «Доприемо III радио»: от монтажа приборов до абонентских расчетов для десятков тысяч потребителей.
- Энергосберегающее оборудование «Данфосс», «Заутер», «Петтинароли»: радиаторные термостаты, системы автоматического регулирования отопления зданий, арматура.
- Приборы учета тепловой энергии «Сенсоник II» с расходом теплоносителя от 0,6 до 2,5 м³/ч с возможностью удаленного сбора информации.
- Запорно-регулирующая арматура: шаровые краны, радиаторные вентили, задвижки, фильтры, компенсаторы, обратные клапаны и т.д.
- Насосное оборудование «Грундфос», «Вортекс».



В качестве производителя BERTSCHenergy является высокоспециализированным сварочным производством. Ключевой компетенцией является изготовление толстостенных конструктивных элементов из сложных материалов — преимущественно для эксплуатации в условиях высокого давления и высоких температур. Основная производимая продукция охватывает паровые барабаны, охладители технологического газа, модули котлов и установок использования тепла отходящих газов, реакторы, абсорберы и технологические колонны.

### Самые современные станки и оборудование

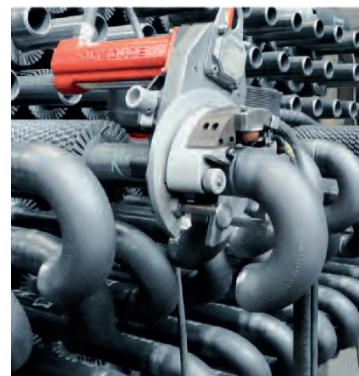
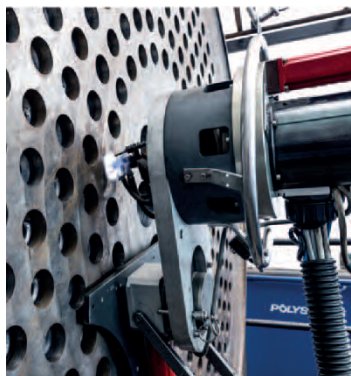
- » Листогибочные станки для толщины стенок до 120 мм
- » Установка для плазменной резки листового металла и днищ
- » Аппараты для сварки внутреннего шва труб
- » Сварочные аппараты для штуцеров коллекторов
- » Орбитальные сварочные аппараты для сварки труб
- » Электросварочные автоматы для штуцеров
- » Плакировочные электрошлаковые сварочные автоматы
- » Терморегулируемые подогреватели
- » Печи для термообработки

### Стандарты проектирования и документация по допуску к эксплуатации элементов, работающих под давлением (выборочная информация)

- » Документация по допуску к эксплуатации для стран СНГ
- » Директива по оборудованию, работающему под давлением 2014/68/EU
- » EN 13445, AD 2000, EN 12952, EN 12953, ISO 3834-2, EN 1090-2
- » Разрешение на производство для КНР

### Обработка различных видов материалов

- » Нелегированная и легированная сталь
- » Жаропрочная, хромомолибденовая сталь
- » Мелкозернистая сталь
- » Легированная никелем, холодоустойчивая сталь
- » Аустенитные, коррозионностойкие и жаропрочные стали
- » Наплавки плакирующего слоя из аустенита или никеля
- » Ферритно-мартенситная сталь (P91)



### Изготовление

BERTSCHenergy обеспечивает качество и надежность сварочных операций за счет высокого уровня автоматизации производства.



Начиная со своего основания в 1925 году, компания BERTSCH занимается производством промышленного котельного оборудования и аппаратостроением. На сегодняшний день BERTSCH – это признанный в мире партнер в области проектирования и производства энергетических установок. Деятельность компании охватывает весь спектр услуг от проектирования, поставки, монтажа до ввода оборудования в эксплуатацию, включая сервисное обслуживание по всему миру.



#### Котельные установки на твердом топливе

- » Комплексные установки для выработки энергии из древесного топлива
- » Механическая колосниковая решетка и кипящий слой для биомассы и специальных видов топлива
- » Цепная колосниковая решётка для угольного топлива
- » Параметры пара: 15 – 100 т/час, 40 – 130 бар, до 540°



#### Теплоэлектростанции на природном газе и жидком топливе

- » Комплексные установки для утилизации тепла после ГТ
- » Котлы собственного производства, горизонтального или вертикального исполнения
- » Системы дожигания, подачи свежего воздуха, байпасов
- » Новое оборудование или привязка к существующему
- » Мощность газовых турбин до 100 МВт (электр.)
- » Параметры пара: до 270 т/ч, до 150 бар, до 560°С



#### Промышленное использование тепла отработанных газов

- » Технологический пар от утилизации выхлопных газов после процессов сжигания
- » Готовые «под ключ» котельные установки
- » Оборудование после камер сгорания, вращающихся печей барабанного типа, вихревых топок
- » Поток отработанных газов: до 350.000 нм³/ч
- » Параметры пара: до 150 т/ч, 120 бар, 540°С



#### Системы утилизации технологического тепла

- » Системы рекуперации тепла & оборудование под давлением для химической промышленности и нефтепереработки
- » Примеры: для производства водорода, окиси углерода, аммиака, метанола, серной кислоты, серы и т.д.
- » Установки утилизации технологического тепла и охладители технологических газов
- » Поток технологических газов: до 500.000 нм³/ч и 1300°С
- » Параметры пара: до 165 т/ч, 150 бар и 650°С



#### Технологические аппараты

- » Все виды толстостенного оборудования под давлением
- » Абсорберы, колонны, ребойлеры, паровые аккумуляторы,
- » Теплообменники высокого давления, паровые барабаны
- » Все необходимые сертификаты по европейским стандартам,
- » а также для ASME I и VIII / Div 1, Китая и других
- » Широкий ассортимент материалов, высокотехнологичное специализированное оборудование на собственном производстве в Австрии



**А.В. Вавилов,**  
д.т.н., проф., иностранный член РААСН,  
зав. кафедрой БНТУ



# О РАСШИРЕНИИ ТОПЛИВНОЙ БАЗЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Руководство страны ставит задачу значительного увеличения объемов использования местных видов топлива, возобновляемых источников энергии и существенного снижения импорта природного газа.

Одним из основных видов топлива для котельных и мини-ТЭЦ в Беларуси в последние годы, как известно, стала щепа, получаемая из дров. Сегодня в республике дров достаточно, даже из-за природных катаклизмов (ураганы), но завтра их может не хватать из-за увеличивающихся объемов глубокой переработки дровяной древесины на модернизированных деревообрабатывающих предприятиях.

Топливная щепа из дров недешевая и для ряда энергетических установок жилищно-коммунального хозяйства становится недоступной.

Все вышесказанное заставляет изыскивать пути по расширению сырьевой топливной базы, рассматривать новые виды топлива, более дешевые.

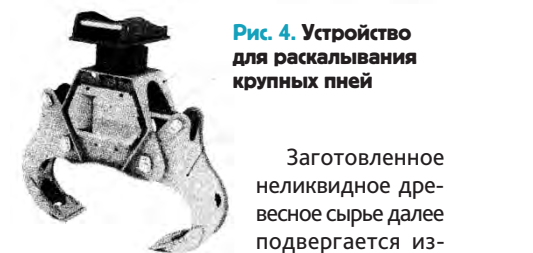
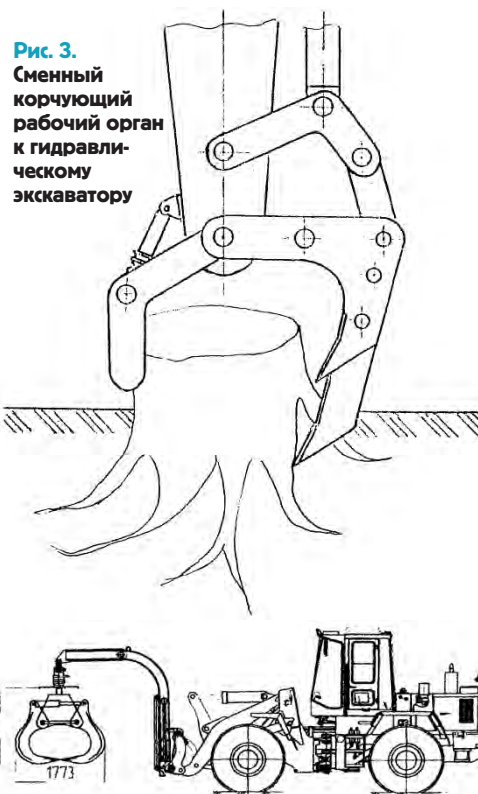
В БНТУ разрабатывается концепция расширения базы возобновляемой энергетики путем использования неликвидных сегодня биоотходов за счет механико-энергетических приемов, обеспечивающих получение энергии, не нарушая экологического равновесия окружающей среды, а наоборот, улучшая экологическую обстановку.

В соответствии с такой концепцией появляется возможность производить топливо из заготавливаемого неликвидного древесного сырья при обрезке деревьев в городах и населенных пунктах (рис. 1), в виде лесосечных отходов, пней (рис. 2) и т.д. [1]

Пни корчуются с помощью сменных корчующих рабочих органов к многофункциональному базовому шасси (рис. 3).

Выкорчеванные пни раскалываются на более мелкие куски на специальных устройствах (рис. 4).

Появились устройства, одновременно корчующие и раскалывающие крупные пни. При этом пни отряхиваются от налипшего грунта.



Заготовленное неликвидное древесное сырье далее подвергается измельчению на специальных рубильных машинах (рис. 5) или с помощью мульчеров – сменных рабочих органов к многофункциональному шасси (рис. 6).

Полученную дробленку (рис. 7) мы доставляли на котельную (рис. 8), где из нее путем сжигания получали тепловую энергию.

Нами разработаны технические условия на дробленку топливную, так как она не соответствует требованиям действующих технических условий на щепу топливную. Исследования по сжиганию дробленки про-



**Рис. 1.** Неликвидное древесное сырье от обрезки деревьев в городе



**Рис. 2.** Выкорчеванные и подготовленные к измельчению пни



водили в котлах, способных принять ее влажностью более 40%. Поскольку исследуемое топливо подается в котельную естественной влажности, то не требуется его подсушка, которая предполагает строительство дорогих навесов-складов [2].

Как показали исследования, калорийность топливной щепы в 1,35 раза выше калорийности топливной дробленки, но затраты на производство 1 м<sup>3</sup> топливной дробленки на 10 рублей меньше, чем на 1 м<sup>3</sup> топливной щепы, что обеспечивает снижение себестоимости производства топлива более чем на 25%.

Проводится работа по получению топлива из отходов мебельного производства. Это, как правило, крупные куски древесно-стружечных плит различной конфигурации, которые измельчаются на специальной рубильной машине. Разрабатываем технические условия на такое топливо. Чтобы избежать вредных выбросов в атмосферу, предусмотрен его пиролиз в газогенераторных установках [3].

При очень больших объемах собираемых отходов целесообразно строить специальные

установки для получения прежде всего тепловой энергии. Но возникает вопрос, куда эту энергию с пользой направить.

В таком крупном городе, как Минск функционирует несколько ТЭЦ, которые успешно обеспечивают теплом городскую инфраструктуру, потребляя исключительно импортируемый природный газ. Перевод ТЭЦ крупных городов на какой-либо вид местного топлива проблематичен. Остается вариант рассредоточенного использования отходов для получения энергии на небольших энергетических установках с высоким КПД и, соответственно, хорошими экологическими показателями. Получаемую тепловую энергию можно использовать на отопление отдельных жилых домов, в парниковом хозяйстве, для отопления мастерских, гаражей, временных, технических строений, бытовок и т.д. Есть и еще один плюс рассредоточенного использования отходов: уменьшается транспортная составляющая затрат из-за уменьшения расстояния от места сбора отходов до места их использования.

В Беларуси разработан и уже используется целый ряд газогенераторных установок для газификации отходов [3].

Генераторный газ, получаемый путем газификации отходов при соответствующей очистке и обеспечении современных требований по охране окружающей среды, может заменять природный газ в отопительных системах, а также в ряде технологических процессов.

В Научно-исследовательском институте строительных материалов (УП «НИИСМ») рассматривался новый подход к получению топлива из осадков сточных вод [4].

Одним из наиболее перспективных вариантов решения вопроса является сушка обезвоженного осадка с последующим его использованием в качестве альтернативного топлива на цементных заводах.

Результаты промышленных испытаний свидетельствуют о перспективности данного направления, что позволит решить серьезную экологическую проблему Минска, а также получить экономию ТЭР в размере 25–30 тыс. т у.т. [4].

Таким образом, в республике ведется работа по расширению сырьевой топливной базы возобновляемой энергетики. Благодаря совокупности механико-энергетических приемов, неликвидные биоотходы обеспечивают получение энергии одновременно со снижением техногенной нагрузки на окружающую среду.

## Литература

1. Вавилов А.В. Пути повышения эффективности использования неликвидного древесного сырья в энергетических целях / А.В. Вавилов // Энергоэффективность. – 2015. – №10. – С. 12–14.



Рис. 7. Дробленка из неликвидного древесного сырья



Рис. 8. Котельная, приспособленная для сжигания дробленки

2. Вавилов А.В. Эффективное сжигание древесного сырья естественной влажности / А.В. Вавилов // Энергоэффективность. – 2015. – №6. – С. 18–19.

3. Журавский Г.И. Газогенераторные технологии для промышленности строительных материалов [Текст] / Г.И. Журавский, О.Г. Мартинов, Д.Э. Полесский // Сборник докладов VII Международной научно-технической конференции «Научно-технические проблемы использования альтернативных видов топлива в строительном комплексе Республики Беларусь». – Минск, 2013. – С. 18–21.

4. Подлузский, Е.Я. Альтернативные виды топлива в производстве строительных материалов Республики Беларусь [Текст] / Е.Я. Подлузский, Л.Н. Туровский, В.С. Новиков, Д.И. Волоткович // Сборник докладов VII Международной научно-технической конференции «Научно-технические проблемы использования альтернативных видов топлива в строительном комплексе Республики Беларусь». – Минск, 2013. – С. 4–9.



Рис. 5. Подача выкорчеванных пней к рубильной машине



Рис. 6. Сменный рабочий орган – мульчер

# РАСШИРЕНИЕ МАСШТАБА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СЕКТОРЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Оценка инвестиционных потребностей, препятствий на пути реализации, альтернативных вариантов финансирования и схем реализации проектов

## Всемирный банк

Февраль 2016 года.

Глобальная практика по энергетике и добывающим отраслям промышленности

Регион Европы и Центральной Азии

Печатается с сокращениями

### Резюме

Сектор зданий представляет собой значительный потенциальный источник энергосбережения для Республики Беларусь. Свыше 80 процентов жилого фонда и около 95 процентов фонда общественных зданий республики было построено до 1996 года. Стандарты тепловой защиты зданий были существенно повышены в 1993 году и обновлены в 2010 году. Удельное потребление энергии зданиями, построенными до 1996 года, в среднем почти в два раза выше, чем зданиями, построенными в течение последних четырех лет. Комплексная тепловая модернизация этих жилых и общественных зданий может привести к значительной экономии энергии.<sup>1</sup>

При проведении мер комплексной тепловой модернизации всех многоквартирных жилых зданий, построенных до 1996 года, можно было бы сэкономить более 12 000 ГВт·ч тепловой энергии в год, одновременно повысив уровень комфорта для жильцов. Комплексная тепловая модернизация общественных зданий в секторе образования и здравоохранения, а также административных зданий позволила бы сэкономить 3 500 ГВт·ч в год.<sup>2</sup> Суммарная экономия составила бы примерно 6,7 процента от объема потребления конечной энергии в Беларуси в 2013 году.

Для достижения этих показателей энергосбережения потребовались бы существенные капиталовложения. Затраты на комплексную реновацию жилых зданий соста-

Рис. 1. Расчетные показатели удельного теплоснабжения жилищного фонда в разбивке по площади помещений, 2014 год



Регулирование теплоснабжения конечным пользователем	Упрощенная тепловая модернизация	Комплексная тепловая модернизация
Установка ТР и распределителей тепловой энергии на всех радиаторах в каждой квартире	Пакет мер, обеспечивающих регулирование теплоснабжения конечным пользователем, плюс замена окон	Пакет упрощенной тепловой модернизации плюс теплоизоляция внешних стен и кровли
Международный опыт показывает, что возможность регулирования теплоснабжения на уровне конечного пользователя в сочетании с оплатой по факту может обеспечить экономию 10-15 процентов тепловой энергии.	Общая экономия энергии в здании в результате осуществления пакета упрощенной тепловой модернизации может достигать примерно 20 процентов.	Общая экономия энергии в результате осуществления пакета комплексной тепловой модернизации может достигать 40 процентов или более.

Увеличение затрат и экономии энергии

<sup>1</sup> Тепловая модернизация может включать в себя меры по повышению энергоэффективности, которые уменьшают тепловую нагрузку, как например, теплоизоляция наружных стен, кровли и подвала, улучшение тепловых характеристик окон и наружных дверей и другие меры по утеплению. В этом отчете «комплексная тепловая модернизация» означает пакет энергосберегающих мероприятий, включающий все вышеуказанные способы тепловой модернизации, а также установку термостатических регуляторов и распределителей тепловой энергии.

<sup>2</sup> Эти показатели рассчитаны с учетом (за вычетом воздействия) мер, уже реализованных в жилом секторе в рамках программ капитального ремонта и самими домашними хозяйствами, а в секторе общественных зданий – местными органами государственного управления.



вили бы в общей сложности 14,2 млрд долларов США. Для общественных зданий потребовалось бы дополнительно 2,7 млрд долларов США. В случае установления тарифов на теплоэнергию на уровне возмещения затрат, простой период окупаемости этих мер реновации составил бы 1–3 года для установки устройств, позволяющих конечным пользователям регулировать расход тепловой энергии, и до 16 лет для комплексной тепловой модернизации в зависимости от типа здания и с учетом существующих условий энергообеспечения.<sup>3</sup>

Беларусь в значительной степени зависит от импорта природного газа для покрытия своих энергетических потребностей. Исходя из импортных цен 2015 года, комплексная тепловая модернизация жилых и общественных зданий, построенных до 1996 года, обеспечила бы экономию природного газа на сумму как минимум 578 млн долларов в год в результате снижения потребления тепловой энергии.<sup>9</sup> Если бы цена импортируемого природного газа возросла до уровня ЕС, экономия на импорте газа составила бы как минимум 799 млн долларов США в год.<sup>10</sup>

Тепловая модернизация зачастую является непривлекательной в финансовом отношении (в связи с длительными сроками окупаемости инвестиций) даже при тарифах на тепло, обеспечивающих полное возмещение затрат, и требует от правительства содействия в финансировании (см. таблицу ниже). Правительство Республики Беларусь может оказать содействие в привлечении капитала и мобилизации финансовых средств, необходимых для инвестиций, посредством внедрения устойчивых механизмов финансирования и реализации проектов. В секторе жилых зданий необходимо будет обеспечить устойчивый поток денежных средств через национальную программу для стимулирования частных заимствований и коммерческого кредитования для тепловой модернизации. В отношении общественных зданий можно использовать средства, сэкономленные за счет уменьшения затрат на энергоресурсы, в качестве возобновляемого источника финансирования будущих циклов тепловой модернизации. Это позволило бы установить определенную подотчетность в части финансирования и результативности инвестиций в повышение энергоэффективности в государственном секторе и оказать стимулирующее воздействие на мобилиза-

**Беларусь: Инвестиционные затраты на мероприятия по тепловой модернизации и экономия энергии в жилых и общественных зданиях, построенных до 1996 года, на основе данных на конец 2014 года**

		Капитальные затраты (млн долларов США)	Ежегодная экономия энергии (ГВт·ч)	Простой срок окупаемости при действующих тарифах	Простой срок окупаемости при повышении тарифов до уровня возмещения затрат
Регулирование теплопотребления конечным пользователем	Жилые	\$378	13,5	16–21 год	1–2 года
	Общественные	\$62	560	2–6 лет	1–3 года
Упрощенная тепловая модернизация	Жилые	\$4682	5514	> 100 лет	10–12 лет
	Общественные	\$1174	1293	20–30 лет	10–16 лет
Комплексная тепловая модернизация	Жилые	\$14215	12057	> 150 лет	15–16 лет
	Общественные	\$2737	3517	18–22 года	9–12 лет

цию коммерческого финансирования и развитие рынка услуг в области повышения энергоэффективности, тем самым значительно расширив финансовые возможности государства.

Однако для этого необходимо устранить нормативно-правовые, технические и финансовые барьеры, а также барьеры, связанные со стимулированием. В жилом секторе основными барьерами являются тарифы на тепло- и электроэнергию, не обеспечивающие возмещение затрат; недостаток опытных товариществ собственников жилья; низкий уровень распространенности схемы оплаты за потребленную теплоэнергию на основе поквартирного учета, а также ограниченный доступ к долгосрочным потребительским кредитным линиям с привлекательной процентной ставкой. В секторе общественных зданий основными барьерами являются строгое постатейное формирование годового бюджета и ограничения на бюджетное финансирование и закупку услуг по повышению энергоэффективности.

Для расширения масштаба работ по повышению энергоэффективности в Беларуси необходимо осуществить несколько ключевых мероприятий, позволяющих принимать рациональные экономические решения, внедрять устойчивые схемы финансирования и реализации проектов и устранять основные барьеры на пути реализации. В секторе жилых зданий планируемое Правительством

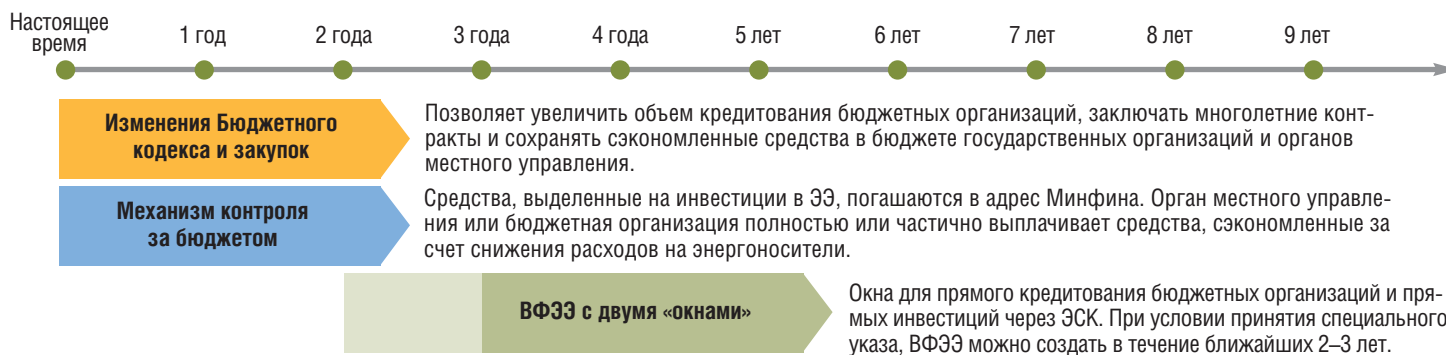
Республики Беларусь повышение тарифов до уровня возмещения затрат к 2020 году может стать первым шагом на пути внедрения устойчивых демонстрационных схем финансирования и реализации проектов. Параллельно с этим необходимо ввести начисление платы за отопление по факту потребления на основе поквартирного учета (предполагающее установку термостатических регуляторов и распределителей тепловой энергии (РТЭ)) в качестве вспомогательной меры для осуществления тарифной реформы. Когда потребители могут регулировать потребление тепла и платить за то количество, которое они используют, у них есть более мощный стимул вкладывать средства в меры по повышению энергоэффективности. Приняв эти меры, в течение 3 лет можно было бы реализовать пилотную программу по апробации и созданию масштабируемого механизма финансирования и реализации с упором на создание прозрачной системы стимулов и операционной модели, обеспечивающей эффективное вовлечение товариществ собственников жилья, банков и поставщиков энергетических услуг. С помощью такой пилотной программы следует также ввести систему приемки (например, сертификации энергетической эффективности) для зданий, подвергшихся комплексной тепловой модернизации. В случае успешной реализации пилотной программы, в течение 5 лет можно запустить национальную программу. ►

<sup>3</sup> Тарифы на теплоэнергию для населения намного ниже себестоимости услуг. Для некоторых бюджетных организаций в настоящее время также установлены льготные тарифы на тепловую энергию.

<sup>9</sup> Экономия природного газа рассчитывается с использованием цены на газ для коммунальных предприятий в размере около 250 долларов США/1000 м³ в 2015 году (согласно постановлению Министерства экономики № 94), исходя из предположения, что на долю природного газа приходится 63 процента топливных ресурсов, потребляемых для выработки тепла.

<sup>10</sup> Экономия природного газа рассчитывается с использованием средневзвешенной цены на природный газ, экспортируемый Газпромом на европейские рынки, которая в 2014 году составляла 345,37 долларов США/1000 м³.





В секторе общественных зданий Правительство Республики Беларусь могло бы внести изменения в нормативную базу, чтобы обеспечить большую гибкость формирования бюджета и финансирования в государственном секторе специально для проектов по повышению энергоэффективности. В частности, предоставить возможность заключения многолетних контрактов на услуги по повышению энергоэффективности и сохранения средств, сэкономленных за счет снижения затрат на энергоресурсы в бюджетах органов местного управления и других бюджетных организаций.

Корректировка процедур государственных закупок на предмет учета затрат на протяжении всего жизненного цикла и упрощения заключения контрактов на основе показателей результативности экономии энергии также позволит создать более благоприятные условия. Внесение этих законодательных изменений в ближайшие два года подготовило бы почву для пилотной программы по активизации оборота средств, сэкономленных за счет реализации мероприятий по энергосбережению в рамках инвестиционных проектов в секторе общественных зданий, и создания более масштабируемых и устойчивых механизмов для финансирования проектов по повышению энергоэффективности в государственном секторе, включая целевой возобновляемый фонд по энергоэффективности (ВФЭЭ) и контракты на основе показателей результативности экономии энергии. В дальнейшем эти меры могут быть расширены до масштабов национальной программы в течение пяти лет, как и в случае с пилотной программой для жилых зданий.

### 3. Расширение масштабов тепловой модернизации жилых зданий

Приблизительно 82 процента (или 197,7 миллиона м<sup>2</sup>) фонда жилых зданий в Беларуси было построено до 1996 года, когда при строительстве зданий практически не учитывались аспекты энергоэффективности. Тот факт, что постройка здания на

Рис. 3.1. Типология зданий, построенных до 1996 года



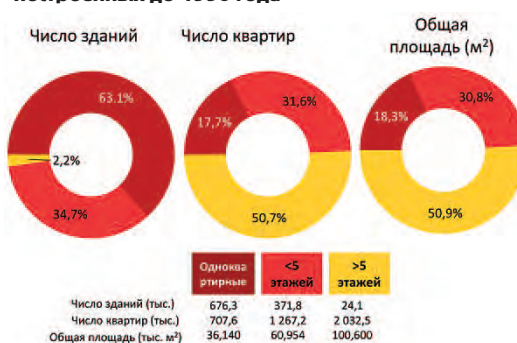
капитальный ремонт производится через каждые 25–30 лет после окончания строительства, позволяет предположить, что спрос на тепловую модернизацию ограждающих конструкций зданий будет значительным, с тенденцией постоянного роста.

#### 3.1. Характеристики жилищного фонда

В 2013 году общая площадь жилищного фонда Беларуси составляла 243,5 млн м<sup>2</sup> по сравнению с 197,7 млн м<sup>2</sup> в 1995 году. Поскольку большая часть жилищного фонда строилась после Второй мировой войны, существует лишь небольшое количество типов зданий (типы определяются на основании конструктивных решений и использованных материалов). Существуют три основных типа зданий, которые значительно различаются по показателям теплопотребления (Рисунок 3.1).

В домах, построенных до 1996 года, примерно 17 процентов жилых помещений представляют собой отдельно стоящие деревянные строения (одноквартирные здания). 31 процент жилых помещений расположен в двух- и трехэтажных кирпичных или панельных зданиях (здания < 5 этажей). Остальной 51 процент жилых помещений расположен в кирпичных или панельных зданиях высотой пять или более этажей (здания > 5 этажей) (Рисунок 3.2). В Беларуси наблюдаются высокие показатели владения жильем. Примерно 90 процентов квартир и одноквартирных домов находятся в частной собственности.

Рис. 3.2. Обзор фонда жилых зданий, построенных до 1996 года

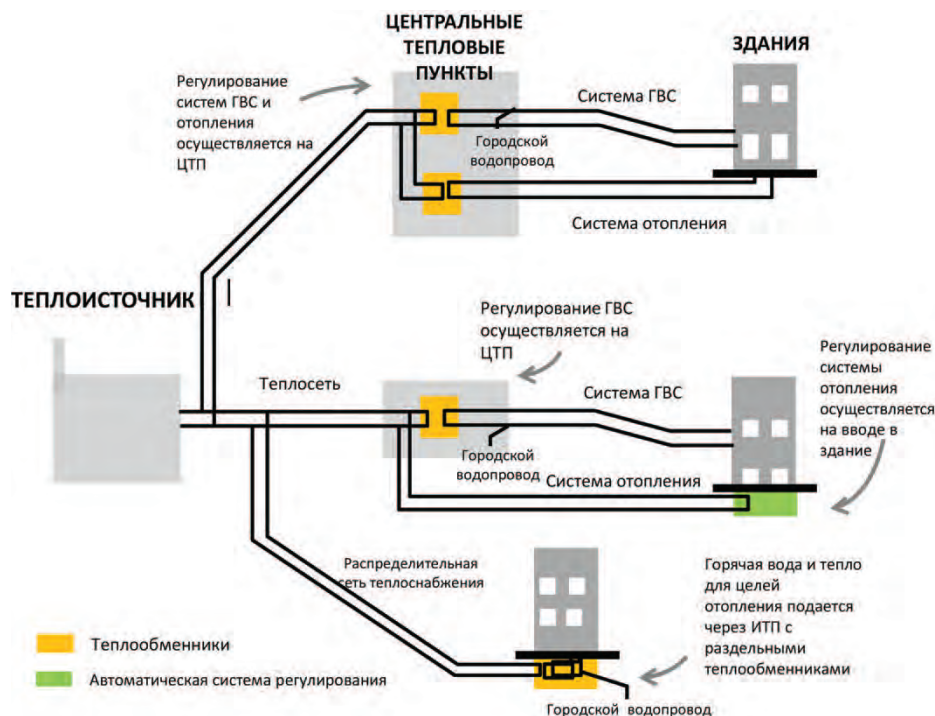


Источник: Авторы, на основе данных пилотного проекта по энергосбережению в секторе зданий и жилищном секторе Республики Беларусь, EBEL- 9502-1997.

#### 3.1.1. Системы отопления

В Беларуси существуют три различные типологии систем теплоснабжения: централизованное теплоснабжение; индивидуальные котлы, работающие на природном газе; индивидуальные котлы и печи, работающие на древесном топливе и угле. Городские домашние хозяйства в основном подсоединены к системам централизованного теплоснабжения (около 80 процентов городских домохозяйств), в то время как сельские домохозяйства чаще используют индивидуальные котлы и печи (около 85 процентов сельских домохозяйств).

Системы централизованного теплоснабжения обеспечивают теплом и горячей водой (горячее водоснабжение – ГВС) в общей сложности 61 процент домашних хозяйств в Беларуси. Почти все построенные до 1996 года здания <5 этажей и >5 этажей снабжаются теплом и горячей водой через центральные тепловые пункты (ЦТП) с использованием четырехтрубной системы теплоснабжения (две трубы для системы отопления, две – для ГВС). Эти здания, как правило, оснащены общедомовыми устройствами регулирования подачи тепла в зависимости от температуры наружного воздуха вместо индивидуального теплового пункта. Все



**Рис. 3.3. Типовые схемы отопления и горячего водоснабжения в многоквартирных зданиях в Республике Беларусь**

новые многоквартирные здания оборудованы современными индивидуальными тепловыми пунктами (на Рисунке 3.3 изображены два типа схем отопления и горячего водоснабжения).

Системы отопления и ГВС с использованием индивидуальных тепловых пунктов, при наличии таковых, характеризуется более высокими показателями эффективности, чем при осуществлении регулирования на центральных тепловых пунктах, обеспечивающих теплоснабжение и горячее водоснабжение большого количества зданий.

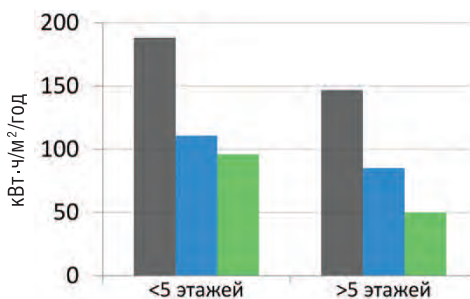
Только 9 процентов многоквартирных домов в Беларуси оснащены поквартирными терморегуляторами (ТР), позволяющими регулировать температуру в помещениях. Практически ни одно из зданий, построенных до 1996 года, не оснащено ТР.

Общедомовые приборы учета горячей воды и отопления установлены в 95 процентах многоквартирных жилых домов в Беларуси. Почти все квартиры оборудованы счетчиками горячей воды, но только в 9 процентах установлены поквартирные приборы учета тепловой энергии (теплосчетчики). Как следствие, затраты на отопление, как правило, распределяются между домохозяйствами исходя из общей площади их квартир, а не используемой ими тепловой энергии.

### 3.1.2. Энергетические характеристики

На долю жилых зданий в Беларуси приходится примерно 44 процента (23,4 млн Гкал в 2013 году) от общего объема потребления тепловой энергии в стране. В течение последних 10 лет эта доля остается примерно на одном и том же уровне. Данные приборов учета показывают, что среди жилых зданий отдельно стоящие деревянные строения и здания, построенные до 1996 года (Рисунок 1), имеют значительно худшие теплоэнергетические показатели.

Более старые здания характеризуются значительно более высокими уровнями потребления тепловой энергии. Например, одно- или двухэтажное здание в г. Минске, построенное до 1985 года, потребляло 445 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год.<sup>28</sup> Для зданий аналогичного



**Рис. 3.7. Изменения удельного потребления тепловой энергии в зданиях различных периодов постройки**

Источники: Авторы, данные основаны на показателях приборов учета и нормативах, содержащихся в СНБ 4.02.01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», и ТКП 45-2.04-196-2010 «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения».

типа, построенных в период между 1985 и 1995 годами, теплопотребление составляет 361 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Для одно- или двухэтажных зданий 1995–2003 годов постройки потребление тепла составило 126 кВт·ч/м<sup>2</sup>, что примерно на 72 процента ниже теплопотребления зданий аналогичной этажности, построенных до 1985 года. Среди других типов жилых зданий в г. Минске, как и в г. Барановичи и г. Новополоцке, наблюдается существенное снижение уровня энергопотребления в зависимости от периода постройки.

Показатели теплопотребления жилых зданий <5 этажей и >5 этажей отличаются по трем периодам строительства: до 1996 года, с 1996 по 2011 год и после 2011 года. Расход тепловой энергии в домах, построенных до 1996 года, значительно выше, чем в зданиях более поздних периодов постройки (Рисунок 3.7).

### 3.2. Затраты и выгоды тепловой модернизации

Потенциальная экономия тепловой энергии в секторе жилых зданий является существенной. Большая часть экономии связана со зданиями, построенными до 1996 года, и может быть достигнута путем реализации энергосберегающих мероприятий (ЭСМ). В целях суммарной оценки энергосберегающего потенциала и экономической эффективности в национальном масштабе наиболее целесообразны ЭСМ для этих зданий разделены на три пакета: регулирование теплопотребления конечным пользователем, упрощенная тепловая модернизация и комплексная тепловая модернизация.

Регулирование теплопотребления конечным пользователем и начисление оплаты по факту потребления включает в себя установку ТР и распределителей тепловой энергии на всех радиаторах отопления в каждой квартире. ТР позволяют домохозяйствам регулировать температуру в помещении. Распределители тепловой энергии представляют собой устройства для распре-

<sup>28</sup> Нормативные показатели потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий, как правило, установлены для температуры воздуха в здании, равной 18°C. Фактические значения составляют около 21–22°C.



деления потребленной в здании тепловой энергии между квартирами пропорционально фактическому объему потребления. Данные распределителей тепловой энергии собираются в электронном виде через центральный модуль на общедомовом уровне. Этот пакет мер является первым важным шагом в любом проекте реновации, так как он позволяет домохозяйствам регулировать количество потребляемого ими тепла и извлекать выгоду из экономии тепла за счет уменьшения счетов за отопление. Опыт других европейских стран показывает, что такой пакет мер, как правило, обеспечивает экономии 10 – 15 процентов тепловой энергии в каждом здании, если недостаточный обогрев помещений не является распространенной проблемой.

• **Упрощенная тепловая модернизация** предусматривает замену окон в дополнение к пакету мер, обеспечивающих регулирование теплоснабжения конечным пользователем. Старые окна неэффективны и обладают плохими теплоизоляционными свойствами, что приводит к большим потерям тепла. Новые окна с энергоэффективными стеклопакетами могут снизить эти потери примерно на 6–8 процентов в каждом здании, в зависимости от типа здания. Общая экономия энергии в здании в результате осуществления пакета упрощенной тепловой модернизации может достигать примерно 20 процентов. Домашние хозяйства уже инвестируют средства в замену окон (что отражено в дальнейших расчетах), однако такая замена произведена в небольшой части жилищного фонда, построенного до 1996 года.

В то время как эти пакеты упрощают анализ потенциала энергосбережения на национальном уровне, они не предназначены для использования в качестве типовых пакетов мер тепловой модернизации. Для разработки реальных проектов тепловой модернизации необходим детализированный энергетический аудит, позволяющий определить конкретные ЭСМ, реализация которых обеспечит достижение заданного уровня теплотехнических параметров после проведения тепловой модернизации одновременно с соблюдением критериев экономической эффективности.

Базовые показатели теплоснабжения для типов зданий были приблизительно рассчитаны и проверены с использованием фактических данных об энергопотреблении жилых домов в г. Минске. Эти базовые показатели теплоснабжения затем были

Рис. 3.9. Актуальность каждого пакета мер для типов зданий, построенных до 1996 года



Примечание: При реализации пакетов упрощенной и комплексной модернизации на 96 процентов площадей будут осуществлены дополнительные меры (соответственно, новые окна и утепление стен/кровли), но площадь помещений, в которых будут установлены ТР и распределители тепла, по-прежнему составит 79 процентов. Таким образом, в некоторых зданиях упрощенная или комплексная модернизация будут проводиться без установки ТР и распределителей тепла. Кроме того, результаты обследования домашних хозяйств, проведенного в рамках этого исследования, показали, что многие респонденты уже заменили окна в своих квартирах. Если это верно для широких слоев населения, это позволит сократить необходимые инвестиционные затраты на проведение упрощенной и комплексной модернизации.

Источник: Авторы.

умножены на общую площадь помещений каждого типа зданий, чтобы определить их совокупный объем энергопотребления для нужд отопления. Был проведен приблизительный расчет относительной экономии от реализации каждого пакета ЭСМ, чтобы определить, сколько энергии можно сэкономить за счет реализации каждого пакета мер в зданиях каждого типа. Общая экономия энергии также была скорректирована с учетом зданий, в которых уже была проведена такая модернизация,<sup>29</sup> или, для пакетов мер, обеспечивающих возможность регулирования теплоснабжения конечным пользователем, с учетом зданий, в которых невозможно установить ТР и распределители тепла, поскольку радиаторы встроены в стены и ремонтные работы были бы настолько дорогостоящими, что эти меры ни при каких обстоятельствах не оказались бы рентабельными. Таким образом, пакет мер, обес-

печивающих возможность регулирования теплоснабжения конечным пользователем, применим только в 79 процентах зданий. Пакеты упрощенной и комплексной тепловой модернизации применимы для 96 процентов зданий (Рисунок 3.9).

Каждый пакет ЭСМ обеспечивает существенную экономию энергии. Пакет мер, обеспечивающих возможность регулирования теплоснабжения конечным пользователем, позволяет сэкономить более 3 000 ГВт·ч тепловой энергии в год. Упрощенная модернизация может сэкономить около 5 500 ГВт·ч тепловой энергии в год, а комплексная модернизация – свыше 12 000 ГВт·ч тепловой энергии в год. Тем не менее, при нынешних тарифах лишь немногие из этих инвестиций имеют целесообразные сроки окупаемости. Срок окупаемости мер упрощенной и комплексной модернизации превышает 100 лет. При повышении тарифов

<sup>29</sup> За последние пятнадцать лет после капитального ремонта было введено в эксплуатацию около 15 млн м<sup>2</sup> общей площади жилых домов по всей стране. Минск является лидером в области тепловой модернизации жилых зданий. С 2007 по 2014 годы город профинансировал капитальный ремонт 4,6 млн м<sup>2</sup> жилых помещений. В рамках усилий по повышению энергоэффективности в г. Минске ГПО «Минское городское жилищное хозяйство» внедрило систему дистанционного регулирования теплоснабжения в зданиях и схема показаний приборов учета тепла (97,5% приборов учета и 71,1% систем регулирования в г. Минске подключены к системе дистанционного съема).

до уровня возмещения затрат сроки окупаемости уменьшаются в несколько раз.

Полная приведенная стоимость ТР и РТЭ выше действующего тарифа. Для того, чтобы обеспечить финансовую целесообразность пакета для конечных пользователей, его полная приведенная стоимость должна быть ниже уровня действующего тарифа. При действующем тарифе для конечных потребителей у потребителей нет стимула платить за установку ТР и РТЭ, поскольку полные приведенные затраты превышают тариф. Тем не менее, пакет «Регулирование теплоснабжения конечным пользователем» был бы рентабельным для обоих типов зданий при повышении тарифа до уровня возмещения затрат на теплоснабжение для энергоисточников как Министерства энергетики (ТЭЦ), так и Министерства жилищно-коммунального хозяйства (котельные).

Пакеты упрощенной модернизации и комплексной модернизации не являются рентабельными при коммерческих процентных ставках, так как их полная приведенная стоимость для обоих типов зданий превышает даже самый высокий уровень возмещения затрат для обоих пакетов.

Комплексная модернизация, однако, может стать финансово рентабельной в случае предоставления международными финансовыми учреждениями (МФУ) финансирования с низкими процентными ставками, а также капитальных субсидий.

Реализация запланированной реформы тарифов на тепловую энергию сама по себе сделала бы инвестирование средств в установку ТР и распределителей тепловой энергии объективно выгодным для домохозяйств. Тем не менее, даже при повышении тарифов до уровня окупаемости выгоды от экономии затрат на энергию все равно были бы слишком малы, чтобы оправдать инвестиции домохозяйств в комплексную модернизацию. Таким образом, правительству принадлежит решающая роль в оказании содействия в обеспечении долгосрочного капитала с привлекательной процентной ставкой и в предоставлении дополнительных стимулов для привлечения частных инвестиций.

### 3.3. Барьеры на пути расширения масштабов тепловой модернизации

Барьеры на пути тепловой модернизации жилых зданий в Беларуси можно разделить на следующие категории: барьеры, связанные со стимулированием, финансовые барьеры и барьеры на пути реализации. В следующих подразделах каждая из категорий описывается более подробно.

#### **Барьеры, связанные со стимулированием**

- **Субсидирование тарифов на тепло и электроэнергию.** Бытовые потребители тепловой энергии в значительной степени субсидируются за счет коммерческих и промышленных потребителей тепловой энергии. Тарифы на тепловую энергию для населения приблизительно на 85 процентов ниже уровня возмещения затрат. Это оказывает существенное негативное влияние на стимулы для реализации мер по повышению энергоэффективности, увеличивая их сроки окупаемости.

- **Отсутствие учета и регулирования потребления тепла на поквартирном уровне.** Как описано в Разделе 3.1, только 9 процентов жилых зданий оснащены поквартирными приборами учета тепла и термостатическими регуляторами. Хотя, как правило, учет потребления тепла осуществляется на уровне здания, начисление платы за теплоэнергию для отдельных домохозяйств обычно проводится исходя из площади квартиры. В связи с этим у большинства потребителей счета за теплоэнергию напрямую не связаны с объемом ее потребления, и отсутствие ТР означает, что, даже если бы оплата за тепло начислялась по факту потребления, потребители не имели бы возможности изменять объем потребляемой теплоэнергии при изменении цен.

- **Длительные периоды окупаемости некоторых инвестиций в повышение энергоэффективности.** При текущих уровнях тарифов как упрощенная, так и комплексная модернизация имеют чрезвычайно длительные периоды окупаемости от 116 до 189 лет. Другими словами, эти пакеты мер не являются экономически или финансово целесообразными исходя из обоснования экономии затрат на энергоресурсы. Однако, в случае повышения тарифов до уровня возмещения затрат<sup>31</sup>, самый длительный простой период окупаемости среди всех пакетов мер сокращается до 16 лет.

- **Энергоэффективность оценивается на рынке ниже своей действительной стоимости.** Удельный расход тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение не рассматривается в качестве одного из критериев оценки рыночной стоимости квартиры в связи с низкими действующими тарифами.

#### **Финансовые барьеры**

- **Неспособность товариществ собственников жилья брать кредиты.** Неспособность товариществ собственников жилья брать кредиты и осуществлять теп-

ловую модернизацию всего здания вынуждает домовладельцев в индивидуальном порядке проводить маломасштабные мероприятия по модернизации, что снижает общий энергосберегающий эффект от ее проведения. Согласно данным опроса, проведенного в рамках данного исследования, около 70 процентов респондентов, проживающих в зданиях, где не была проведена тепловая модернизация, тратили собственные деньги на замену окон или входных дверей.

- **Потребительское кредитование носит ограниченный характер и характеризуется высокими процентными ставками и короткими сроками кредитов.** Вероятность привлечения частных инвестиций для комплексной модернизации увеличивается в случае доступности финансовых средств с низкими процентными ставками и продолжительными сроками кредитования. Это утверждение особенно актуально, если для достижения экономии затрат на энергоснабжение в результате инвестиций требуется длительный срок окупаемости.

- **Ограниченные финансовые ресурсы государства для поддержки проектов тепловой модернизации.** Существующая государственная программа по предоставлению кредитов под низкий процент отдельным домохозяйствам для осуществления различных мероприятий по повышению энергоэффективности, в том числе тепловой модернизации, имеет длинный лист ожидания, располагает ограниченными ресурсами и доступна только для малообеспеченных домохозяйств в небольших городах. Начиная с 2015 года, Правительство Республики Беларусь сократило бюджетное финансирование работ по тепловой модернизации. Ранее при постановке многоквартирных домов на капитальный ремонт затраты на тепловую модернизацию включались в объем работ и оплачивались за счет средств домохозяйств (20 процентов) и бюджетных средств (80 процентов). Начиная с 2015 года, затраты на тепловую модернизацию входят в состав капитального ремонта лишь в ограниченном объеме. Таким образом, бюджетные средства будут выделяться для субсидирования капитального ремонта, однако дорогостоящие меры тепловой модернизации будут включаться в план капремонта на основании вывода технического анализа о существующих дефектах ограждающих конструкций и их влияния на структурную целостность здания. ►

<sup>31</sup> в данном исследовании принимался в расчет нынешний уровень возмещения затрат. В действительности уровень возмещения затрат может измениться в связи с повышением эффективности или новыми инвестициями. В рамках исследования не составлялись прогнозы изменения тарифов.



### Барьеры на пути реализации

• **Отсутствие апробированной, устойчивой и масштабируемой коммерческой модели.** В рамках программы капитального ремонта, финансируемой преимущественно из государственного бюджета, проведена комплексная тепловая модернизация значительного количества зданий. Поскольку 80 процентов затрат финансируется за счет субсидий на осуществление капитальных вложений, эта модель финансирования не является устойчивой. Эти проекты реализуются исключительно через существующие жилищные ремонтно-эксплуатационные объединения, имеющие статус государственных унитарных предприятий (ЖРЭО), с ограниченным участием поставщиков энергетических услуг из частного сектора, а также без привлечения коммерческих банков. Осуществление запланированных реформ в секторе жилищно-коммунального хозяйства, по всей вероятности, окажет значительное влияние на возможность практического применения модели реализации, используемой в программе капитального ремонта в настоящий момент.

• **Необходимость повышения уровня информированности.** В Беларуси проводится работа среди населения по повышению осведомленности об энергоэффективности среди конечных потребителей, однако регулярных измерений или оценки уровня практической осведомленности конечных пользователей по вопросам энергоэффективности или других видов обеспечения обратной связи не практикуется. Также необходимо повышать осведомленность проектировщиков, застройщиков и подрядчиков о технологических и экономических преимуществах строительных технологий.

### 3.4. Альтернативные варианты финансирования и реализации

Региональный опыт в области модернизации жилых домов показывает, что существует целый ряд возможных способов преодоления препятствий, описанных в Разделе 3.3, и содействия в увеличении масштаба инвестиций в повышение энергоэффективности жилых зданий. Эти возможные способы приведены в Таблице 3.3. В связи с тем, что коммерческий рынок финансирования проектов по повышению энергоэффективности в Беларуси еще не развит, самым подходящим для Беларуси вариантом считается модель фонда энергоэффективности с двумя потенциальными различиями. Одна из них предполагает субкредитование Министерством финансов (Минфин) жилищно-коммунальных организаций или других организаций-исполнителей на муниципальном уровне, а вторая

**Таблица 3.3. Возможные механизмы финансирования мероприятий по повышению энергоэффективности жилых зданий**

Вариант	Плюсы	Минусы
<b>Фонды повышения энергоэффективности</b> Независимая организация, предоставляющая финансирование для мер по повышению энергоэффективности (например, кредиты и гарантии)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Могут быть устойчивыми; имеют полномочия содействовать повышению энергоэффективности</li> <li>• Могут разрабатывать специализированные продукты; обобщение опыта и извлеченных уроков</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Могут деформировать рынок</li> <li>• Могут создать монополию</li> <li>• Могут работать неэффективно</li> </ul>
<b>Финансовые средства коммерческих банков</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Устойчивость</li> <li>• Обеспечивает возможность конкуренции за финансовые средства и опирается на существующую систему кредитования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обслуживание только кредитоспособных клиентов</li> <li>• Возможны высокие процентные ставки</li> <li>• У банков может не быть стимулов проводить агрессивную рыночную политику</li> </ul>
<b>Частичные кредитные гарантии</b> Предлагают покрытие потенциальных убытков от невозврата кредитов на цели повышения энергоэффективности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стимулирует коммерческие банки финансировать проекты по повышению энергоэффективности</li> <li>• Помогает преодолеть восприятие рисков со стороны банков</li> <li>• Результатом может стать устойчивое коммерческое финансирование</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Необходим развитый банковский сектор, заинтересованный в финансировании проектов по повышению энергоэффективности</li> <li>• Может потребоваться существенное наращивание потенциала банков</li> <li>• Возможно обслуживание только кредитоспособных клиентов</li> </ul>
<b>Программы по повышению энергоэффективности на уровне коммунальных предприятий</b> В виде регулирования энергопотребления на стороне потребителя или схемы обязательств по повышению энергоэффективности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Может осуществляться на устойчивой основе</li> <li>• Опирается на взаимоотношения коммунальных предприятий с клиентами и оказываемые ими услуги</li> <li>• Простой сбор платежей (погашение в рамках оплаты счетов за коммунальные услуги)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• У коммунальных предприятий отсутствуют стимулы для сокращения продаж энергии</li> <li>• Нормативно-правовые документы могут ограничивать оказание новых коммунальных услуг, выставление счетов</li> <li>• Может создать монополию</li> </ul>

предусматривает создание национального фонда модернизации жилых домов (Таблица 3.3). Перечень данных механизмов представлен в следующих подразделах.

#### Субкредитование жилищно-коммунальных организаций Министерством финансов

Эта потенциальная национальная схема основывается на существующей системе реализации программы капитального ремонта (Вставка 3.1). Тем не менее, она должна представлять собой отдельную программу тепловой модернизации жилищного фонда со схемой привлечения заемного капитала, организованной национальным правительством. Основной целью такой программы является демонстрация масштабируемого механизма реализации проектов комплексной тепловой модернизации с использованием заемного капитала, позволяющая подготовить почву

для коммерческого финансирования в долгосрочной перспективе. Она отличается от существующей программы капитального ремонта по двум основным аспектам: (1) доля капитальных субсидий будет существенно ниже, например, вместо 80 процентов, можно рассмотреть возможность выделения капитальных субсидий в размере 40 процентов (фактический уровень требует дополнительного анализа на основе углубленных исследований рынка); (2) ТСЖ будут играть гораздо более важную роль, поскольку домохозяйствам необходимо будет оплачивать значительно большие ежемесячные взносы для возмещения заемной части инвестиций. В результате домохозяйства, по всей вероятности, будут гораздо сильнее заинтересованы в участии в процессе принятия решений и обеспечении качества работ по модернизации.

В рамках этого механизма Министерство финансов использует бюджетные ресурсы

или недорогой капитал международных финансовых учреждений (МФУ) и планирует размер ассигнований на реализацию проектов в течение года. Средства предполагается использовать для субкредитования местных органов государственного управления через центральный орган (например, Министерство жилищно-коммунального хозяйства). Местные органы государственного управления будут отвечать за подбор и утверждение зданий для тепловой модернизации. ЖРЭО или другая муниципальная организация-исполнитель будет отвечать за реализацию проектов тепловой модернизации (Рисунок 3.14). Субсидии для снижения капитальных затрат, понесенных домохозяйствами, поощряющие их к участию в программе, могут распределяться через аналогичную систему. Минфин может потребовать от местных органов государственного управления внести вклад в выделяемые субсидии. ТСЖ могут предпочесть сделать первичный взнос и, тем самым, уменьшить сумму ежемесячных платежей. Ориентировочный пакет финансирования может на 50 процентов состоять из заемных средств (субкредитование со стороны Минфина), на 40 процентов из субсидий на капитальные затраты (в том числе из средств местных органов государственного управления) и на 10 процентов из первичных взносов ТСЖ.

ЖРЭО будет выступать в качестве исполнительной организации, выполняя свои существующие функции, такие как управление процессом планирования, закупками, предоставление средств для проведения модернизации на согласованных условиях и сбор платежей домохозяйств. Проектная документация и чертежи будут утверждаться отдельным органом технической экспертизы, обеспечивающим независимую техническую оценку проектов тепловой модернизации, предлагаемых ЖРЭО. Эту роль мог бы выполнять орган государственной строительной экспертизы (Госстройэкспертиза).

Потребители будут погашать кредитную часть инвестиций через дополнительный платеж в составе ежемесячного счета за коммунальные услуги, который они в настоящее время оплачивают в адрес ЖРЭО. ЖРЭО использовало бы эти средства для погашения кредитов перед органами местного управления, которые в свою очередь перенаправляли бы их в Минфин. Принимая во внимание продолжающуюся реформу сектора жилищно-коммунального хозяй-



Источник: Авторы.

### Вставка 3.1

#### Существующие процедуры утверждения и финансирования проектов тепловой модернизации в жилых домах в Республике Беларусь

Процедура инициирования и получения одобрения и финансирования для проекта тепловой модернизации жилого здания в Беларуси является достаточно сложной. Государственные унитарные предприятия «Жилищное ремонтно-эксплуатационное объединение» (ЖРЭО) представляют собой государственные унитарные предприятия, отвечающие за техническое обслуживание жилищного фонда. Они подотчетны органам местного управления, но при этом действуют в качестве субъектов коммерческой деятельности. Они собирают платежи населения для выполнения работ по техническому обслуживанию и капи-

тальному ремонту, однако, в связи с тем, что эти платежи являются низкими, ЖРЭО получают субсидии от местных органов управления. Существуют также ЖРЭО, которые отвечают за инициирование, подготовку и представление проектно-технической документации для проектов тепловой модернизации зданий в соответствующие органы для оценки, рассмотрения и утверждения. На субнациональном уровне проектно-техническая документация представляется для оценки в различные унитарные предприятия, известные как органы Госстройэкспертизы. Процесс экспертизы занимает до одного месяца, в течение

которого проводится оценка возможности практической реализации проекта. После одобрения проектно-технической документации список проектов представляется в управление строительства местного исполнительного комитета. Затем ЖРЭО закупает услуги по строительству, используя официальную интернет-платформу icetrade.by. Подрядчик может быть частным или государственным предприятием, как например, управление капитального строительства. Жильцы оплачивают свою долю стоимости модернизации в составе ежемесячных платежей за жилищно-коммунальные услуги, оказываемые ЖРЭО.

ства, существующие ЖРЭО могут быть преобразованы в коммунальные предприятия иной формы или наделены некоторыми дополнительными/новыми функциями. В таком случае механизм финансирования в целом останется неизменным, при этом вместо ЖРЭО будут задействованы новые

коммунальные предприятия, созданные в процессе реформирования<sup>32</sup>.

#### Фонд модернизации жилых зданий

В целях перехода к более стабильной и специализированной платформе долгосрочного финансирования проектов ►

<sup>32</sup> Реформа системы жилищно-коммунальных услуг началась 1 марта 2015 года с пилотного проекта в Партизанском и Первомайском районах г. Минска. Ключевым элементом реформы является разделение функций заказчика и исполнителя в существующих ЖРЭО. В Первомайском районе к ныне существующему ЖРЭО присоединилось КУП «Жилищное коммунальное хозяйство Первомайского района». В рамках новой структуры ЖРЭО будет выполнять только подрядные работы, такие как техническое обслуживание зданий и сооружений, в то время как КУП «Жилищное коммунальное хозяйство Первомайского района г. Минска» будет выполнять функции службы заказчика – проводить торги и организовывать работы по выполнению технического обслуживания жилищного фонда, капитального и текущего ремонтов, уборки территории, аварийному и лифтовому обслуживанию, обращению с твердыми коммунальными отходами, оказанию платных услуг, а также работать с обращениями граждан.



### Вставка 3.2

## Программа тепловой модернизации в Польше

Польша внедрила программу тепловой модернизации (ТМ) в 1998 году для финансирования инвестиций в мероприятия по повышению энергоэффективности существующих некоммерческих зданий. Программа ТМ обеспечивает мобилизацию финансовых средств из внутренних коммерческих источников путем предоставления значительных субсидий по завершении соответствующих проектов. Через пять лет после внедрения программы освоение средств по-прежнему оставалось на низком уровне, поэтому правительство упорядочило процедуру подачи заявок и обеспечило возможность получения субсидий на более раннем этапе, в результате чего результативность программы повысилась. Государственный банк Bank Gospodarstwa Krajowego (BGK) осуществляет административное управление программой и выплачивает субсидии на тепловую модернизацию. В программе участвуют шестнадцать банков, предоставляющие кредиты на коммерческих условиях.

Программа поддерживает инвестиции в мероприятия по повышению энергоэффективности жилых, некоммерческих и общественных зданий, централизованных энергетических сетей и энергопоставщиков. Право на получение субсидий имеют ТСЖ, кооперативы, физические лица, компании, а также городские и местные органы управления. Типовые меры включают теплоизоляция, замену окон, установку термостатических регу-

ляторов и регуляторов подачи тепловой энергии в зависимости от погодных условий и модернизацию водонагревателей.

После определения инвесторами проекта по повышению энергоэффективности энергоаудитор проводит исследование и разрабатывает соответствующие меры. Затем инициаторы проекта представляют аудиторский отчет с совмещенной заявкой на получение коммерческого кредита (до 80% от стоимости проекта, см. рисунок) и субсидии на тепловую модернизацию (до 20% от суммы кредита) в один из 16 банков-участников, который оценивает заявку на получение кредита, проверяет кредитоспособность заявителя и подтверждает право на получение субсидии. Затем BGK рассматривает пакет представленных в заявку документов и организует проведение независимой проверки результатов энергоаудита. После одобрения заявки заемщик осуществляет проект по повышению энергоэффективности, как правило, через подрядчика. После завершения проекта BGK выплачивает банку средства на тепловую модернизацию, которые используются для вычета из непогашенной основной суммы кредита. Банки могут также осуществлять выплаты подрядчикам напрямую, хотя это перекладывает бремя надзора за проведением закупок на банки и вынуждает подрядчиков нести первоначальные затраты, в связи с чем они должны иметь устойчивое финансовое положение.

тепловой модернизации в секторе жилых зданий Правительство Республики Беларусь может рассмотреть вопрос о создании фонда модернизации жилых зданий (ФМЖЗ), начальный капитал которого можно обеспечить за счет средств государственного бюджета и/или займа, предоставленного МФУ. ФМЖЗ может быть создан и осуществлять свою деятельность в виде фонда капитальных субсидий или займового фонда. Деятельность фонда капитальных субсидий была бы направлена на прямое привлечение финансовых средств коммерческих банков для тепловой модернизации жилых зданий путем субсидирования капитальных затрат на модернизацию и, таким образом, уменьшения основной суммы кредита, который необходимо будет получить ТСЖ. Коммерческие банки выдавали бы кредиты ТСЖ по рыночным ставкам. Такой фонд для предоставления субсидий был бы похож на Фонд тепловой модернизации Польши (Вставка 3.2). Однако этот подход требует высокого уровня развития и наличия потенциала у ТСЖ и активного участия коммерческих банков, в то время как эти два аспекта в Республике Беларусь по-прежнему нуждаются в дальнейшем развитии.

Займовый фонд, несмотря на возможность предоставления инвестиционных субсидий, был бы в основном предназначен для поддержки долгосрочного кредитования ТСЖ по низким процентным ставкам. В то время как коммерческие банки могут быть частью этой схемы (на условиях предоставления кредитов с согласованными процентными ставками и сроками кредитования), государственные учреждения также могут выступать в качестве посредников. Такой займовый фонд аналогичен Фонду модернизации жилья в Литве (Вставка 3.3). Этот подход мог бы в большей степени опираться на муниципальные организации при реализации проектов и допускать бы кредитование ТСЖ, не имеющих достаточного потенциала или юридического права привлекать заемные средства, и, следовательно, считается более подходящим вариантом для Беларуси, по крайней мере, в ближайшей перспективе. Возможная схема изображена на Рисунке 3.15.

По сравнению со схемой субкредитования конечных заемщиков Минфином, займовый фонд для модернизации жилья является не только постоянной и профессионально управляемой платформой для направления государственной поддержки на цели тепловой модернизации жилых зданий, но и платформой для мобилизации кадров и ресурсов коммерческих банков и других финансовых посредников. Нижний уровень первоначальной организационной структуры займового фонда для модер-

*Потоки финансовых средств и договорные отношения в рамках программы тепловой модернизации в Польше*



Количество заявок на предоставление субсидий увеличилось со 144 в 1999 году до максимального показателя свыше 4 200 в 2012 году, а затем снизилось примерно до 1 500 в год. Из 32 417 заявок, полученных по состоянию на март 2014 года, были утверждены 30 153, причем общая сумма субсидий составила около 533 миллионов дол-

ларов США, что соответствует уровню освоения средств 88%, а сумма мобилизованных средств из коммерческих источников для финансирования проектов составила 2,56 миллиарда долларов США. Большинство заявок на получение субсидий были поданы ТСЖ (54%) и жилищными кооперативами (35%). Остальные заявки

поступили от муниципалитетов (5%), физических лиц (4%) и ассоциаций социального жилья (2%). Большинство заявок (93%) приходится на проекты в многоквартирных домах, а небольшое их число относится к модернизации зданий коммунальных предприятий (4%), индивидуальных жилых домов (2%) и прочих зданий (1%).

низации жилья имеет сходство со схемой субкредитования конечных заемщиков Минфином. В долгосрочной перспективе ТСЖ, имеющие законное право осуществлять заимствования и способные самостоятельно реализовывать проекты модернизации, могут предпочесть напрямую брать кредиты у участвующих банков или других финансовых посредников. Вполне вероятно, что для создания займового фонда для модернизации жилья потребуются принятие указа Президента Республики Беларусь, который разрешит бюджетным организациям брать кредиты. Успешным примером является Фонд модернизации жилья в Литве, который сочетает в себе окно кредитного финансирования и грантовый компонент и предусматривает субсидии для домохозяйств с низким уровнем доходов в целях популяризации мероприятий по тепловой модернизации жилых зданий (Вставка 3.3).

Рис. 3.15. Субкредитование жилищно-коммунальных организаций Министерством финансов



Источник: Авторы.

### Вставка 3.3

#### Фонд модернизации жилья в Литве

Фонд модернизации жилья является целевым фондом, который обеспечивает капитал для предоставления долгосрочных кредитов под низкий процент для финансирования инвестиций в повышение энергоэффективности в жилых зданиях. В дополнение фонд предоставляет грантовое финансирование на подготовку проектов и капитальные субсидии для населения. Основанный в 2009 году фонд получил начальное финансирование в размере 100 млн евро из государственного бюджета и 127 млн евро из Европейского фонда регио-

нального развития (ЕФРР) в рамках Совместной европейской программы поддержки устойчивых инвестиций в городских районах (JESSICA).<sup>\*</sup> Эти средства выделяются Агентству по энергосбережению в жилищном фонде (АЭЖФ) и министерству охраны окружающей среды, которые выступают в качестве управляющих органов фонда. Холдинговый фонд под управлением Европейского инвестиционного банка (ЕИБ) несет ответственность за предоставление средств и администрирование кредитов, выдаваемых владельцам проектов ре-

конструкции (товариществам собственников жилья, собственникам квартир, управляющим зданий или муниципальным образованиям) и далее направляет средства в фонды городского развития (ФГР) или финансовым посредникам, в качестве которых выступают некоторые коммерческие банки или государственные учреждения. Параллельно заемщикам предоставляются государственные дотации и субсидии для проектов по повышению энергоэффективности, которые отвечают конкретным стандартам энергоэффективности. Малоимущие домохозяйства полностью субсидируются и не обязаны оплачивать расходы на подготовку и проведение модернизации. В свою очередь, в отношении домохозяйств с низким уровнем доходов, которые отказываются от модернизации, применяются санкции в виде уменьшения размера субсидий на тепловую энергию. Кредиты предоставляются с процентной ставкой в размере 3 процентов на срок 10–20 лет. Они погашаются через управляющих зданиями из средств, сэкономленных на платежах за теплоэнергию, которые производятся через механизм ежемесячных счетов за управление зданием и коммунальные услуги. Если заемщиком является владелец квартиры, то он погашает кредит перед ФГР. Если в качестве заемщика выступает организация-исполнитель, то владелец квартир осуществляют платежи за модернизацию в адрес этой организации, которая затем погашает задолженность перед ФГР. Ввиду отсутствия у кредитора соответствующего потенциала, предоставляется техническая помощь в подготовке технической документации.



Источник: Программа ESMAP, Целевое исследование Программы повышения энергоэффективности жилищного фонда в Литве, подготовлено Викторасом Сирвидисом, 2014.

<sup>\*</sup> Инициатива JESSICA представляет собой механизм финансирования, который был разработан Европейской комиссией и Европейским инвестиционным банком для поддержки устойчивого развития городов в странах ЕС, например, инвестиций в повышение энергоэффективности или других инвестиций в развитие городской инфраструктуры. Она финансируется из средств Европейского фонда регионального развития, который предоставляет кредиты по низким процентным ставкам в некоторых странах ЕС. См.: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/en/funding/special-support-instruments/jessica/](http://ec.europa.eu/regional_policy/en/funding/special-support-instruments/jessica/)

Окончание следует



В.И. Тарахович,  
инженер отдела главного энергетика

Д.Г. Ализарчик,  
и.о. главного энергетика

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»

# ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТУРБИНЫ УТИЛИЗАЦИОННОГО ТИПА С НРТ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НИЗКОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОТЕНЦИАЛА

## Аннотация

Оценивается экономическая эффективность утилизационной турбины с НРТ при установке ее целью утилизации низкопотенциальных вторичных энергоресурсов в ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК». При существующих ценах на энергоносители простой срок окупаемости проекта установки такой турбины ~3,3 года.

**Ключевые слова:** утилизационная турбина, низкопотенциальное тепло, низкикипящие рабочие тела, вторичные энергоресурсы, выработка электроэнергии.

## Abstract

PROSPECTS OF USING TURBINE ON LOW-BOILING WORKING SUBSTANCE FOR DISPOSAL OF LOW-GRADE WASTE ENERGY

Economic efficiency of the utilization turbine with a low-boiling working substance for disposal of low-grade waste energy at OJSC «BSW – Management Company of «BMC» Holding» is estimated. At current energy prices, a simple payback period of such turbine installation is about 3.3 years.

**Keywords:** utilization turbine, low-potential heat, low-boiling working substance, secondary power resources, power generation.

## Введение

В современных условиях постоянного роста цен на энергоресурсы энергоэффективность в металлургии является основным фактором снижения себестоимости производимой продукции и повышения ее конкурентоспособности.

Основными направлениями повышения эффективности использования энергоресурсов в ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» являются:

- утилизация низкопотенциальной тепловой энергии;
- создание современных, достаточно простых и надежных в эксплуатации энергетических установок для производства тепловой и электрической энергии;
- повышение коэффициента использования теплоты сгорания топлива в энергетических установках.

В ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» широко и в полном объеме используются вторичные энергоресурсы высокого температурного потенциала, к которым относится утилизация уходящих дымовых газов печей.

В настоящее время все большее распространение получают электрические станции, использующие в качестве источника энергии тепло с температурой 90...200°C. Рабочими телами таких станций являются НРТ (низкикипящие рабочие тела), которые имеют низкие температуры кипения при атмосферном давлении.

Используемые этими электростанциями технологии позволяют утилизировать вторичные энергоресурсы низкого температурного потенциала, что в свою очередь приведет к эффективному использованию энергоресурсов.

## Установка на низкикипящем рабочем теле для утилизации вторичных энергоресурсов

В связи со спецификой производственного процесса снятие вторичных энергоресурсов (ВЭР) имеет определенную периодичность. Для поддержания необходимой величины расхода и обеспечения постоянного теплового потока необходимо установить бак-аккумулятор ВЭР.

Принцип действия установки заключается в следующем (рисунок 1): горячая вода с температурой 80–120°C поступает в бак-аккумулятор 1. Из бака-аккумулятора вода с постоянным расходом и температурой поступает в испаритель 2, где отдает тепло замкнутому контуру с НРТ. Далее, понизив свою температуру в испарителе, она может быть использована для охлаждения металлургического оборудования. Низкикипящее рабочее тело превращается в перегретый пар посредством теплообмена в трех ступенях испарителя: зона нагрева 2в, зона испарения 2б, после сепаратора 3 поступает в зону перегрева пара 2а. Далее перегретый пар НРТ расширяется в турбине 4, совершая работу,



Рис. 1. Принципиальная схема установки утилизации низкопотенциальных вторичных ресурсов

и вращает вал электрогенератора 5. Отработавший в турбине пар НРТ конденсируется в конденсаторе 6, отдавая тепло контуру охлаждения. Можно применить конденсатор с водяным охлаждением или с воздушным охлаждением. Циркуляция НРТ по замкнутому контуру осуществляется конденсатным насосом 7.

При этом потери низкокипящего рабочего тела в установке при правильной эксплуатации практически отсутствуют, так как утечки через уплотнения турбины составляют до 1 л/мин. В современных установках эти утечки улавливаются и возвращаются в рабочий контур. Недостающий объем НРТ, возникший в процессе эксплуатации установки, восполняется из баллонов.

В соответствии с Монреальским протоколом, подписанным странами, входящими в состав ООН, в Беларуси запрещено производить и использовать опасные для озонового слоя Земли вещества. Таковыми являются НРТ, относящиеся к группе хлор-фтор-углеродов (ХФУ). Теперь их заменяют новыми НРТ, более безопасными для окружающей среды.

В качестве НРТ применяют фреоны, пентан, бутан, и др.

При выборе НРТ необходимо учитывать ряд предъявляемых к ним требований:

- дешевизна;
  - хорошие теплофизические свойства;
  - нетоксичность;
  - отсутствие экологически вредного воздействия на окружающую среду (озоновый слой, парниковый эффект);
  - замерзание при низких температурах.
- Происхождение НРТ:
- природное;
  - синтезированное.
- Состав НРТ:
- одиночное;
  - смесь.
- Воздействие на озоновый слой:
- с низкой озоноразрушающей активностью;
  - с нулевой озоноразрушающей активностью.

## Достоинства и недостатки турбин на НРТ

### Достоинства турбин на НРТ:

1. Компактная малогабаритная турбина из обычных материалов.
2. Высокий внутренний КПД ( $\eta = 0,85$ ).
3. Отсутствие коррозии и эрозионного износа лопаток турбомашин, как следствие – большой гарантируемый срок службы без ремонта – 50 тыс. ч.
5. Небольшие габариты конденсатора, возможность применить воздушный конденсатор.

**Таблица 1. Техничко-экономические показатели установки турбины на НРТ при температуре ВЭР 100 °С**

Наименование	Ед. изм.	Межотопительный период	Отопительный период
Установленная электрическая мощность турбины на НРТ	кВт	2 500	
КПД установки на НРТ	%	14,6	13,5
Фактическая электрическая мощность	кВт	2 380	710
Расход ВЭР	т/ч	280	90
Температура ВЭР на входе в испаритель	°С	100	100
Температура ВЭР на выходе из испаритель	°С	40	40
Тепловая мощность	Гкал/ч	14,01	4,50
Себестоимость теплоты	USD/Гкал	8	7
Стоимость электроэнергии в сети	USD/кВт·ч	0,12	
Условно-постоянные расходы	USD/мес	560	
Количество часов работы за период	ч	4 392	3708
Капвложения на внедрение	USD	3 000 000	
Выработка электроэнергии за период	кВт·ч	10 243 901	2 580 026
Итого выработка электроэнергии	кВт·ч	12 823 927	
Себестоимость полученной электроэнергии	USD/кВт·ч	0,05	0,05
Экономический эффект	USD/год	916 641	
Статический срок окупаемости	лет	3,3	

6. Нет необходимости в водоподготовке в случае применения воздушного конденсатора.

7. Турбина на НРТ эффективно работает в большом диапазоне нагрузок без снижения КПД (до 10% номинальной нагрузки).

9. Турбина на НРТ полностью автоматизирована, проста в обслуживании.

### Недостатки турбин на НРТ:

1. При использовании в установке в качестве рабочего тела фреонов возникает опасность разрушения озонового слоя, что способствует парниковому эффекту.

2. Удельная стоимость установки с турбиной на НРТ 1200 USD/кВт<sup>1</sup>.

## Оценка экономической эффективности внедрения утилизации низкопотенциальных вторичных энергоресурсов с установкой турбины на НРТ

Для оценки эффективности внедрения турбины на НРТ был проведен анализ использования ВЭР в зависимости от времени года, определен их характер и основные параметры, а также проведена оценка состояния оборудования (мест образования ВЭР).

В результате проведенного анализа установлено, что использование ВЭР в виде горячей воды имеет сезонный характер, что связано с наличием значительной тепловой

нагрузки на нужды отопления и ГВС зимой порядка 20–30 Гкал/час (в наиболее холодные месяцы), а летом – только на ГВС в объеме 2–3 Гкал/час. Зимой из-за отсутствия возможности применения утилизированного тепла не используется порядка 5–6 Гкал/час, в летний период – порядка 25 Гкал/час.

Для расчета и оценки возможности применения турбины с НРТ на действующем производстве принята существующая система утилизации ДСП-3 (колесо, муфта, газоход) с водяным охлаждением с максимальными параметрами 115/85°С. Средняя температура ВЭР составляет порядка 100°С.

В результате анализа предложений компаний, выпускающих турбины на НРТ, и проведенных расчетов было принято:

- потери теплоты в испарителе 3%;
- минимально допустимая нагрузка при работе турбины 20% (так как до этого значения практически отсутствует падение значения КПД);
- установленная электрическая мощность 2,5 МВт
- расход на собственные нужды 3%;
- удельная стоимость установки 1200 USD/кВт;
- условно-постоянные расходы с учетом особенностей установок на НРТ – 560 USD в месяц;

<sup>1</sup> Данная цена предложена компаниями SIEMENS и TURBODEN при проведении аудитов; она также фигурирует в большом количестве со-временных статей с обоснованием экономического эффекта внедрения турбин ORC-цикла.



- КПД цикла на НРТ 14,6%;
- продолжительность отопительного периода 4368 ч.;
- общее время работы установки 8100 ч (максимально 8560 ч).

С целью наибольшей достоверности расчетов все стоимостные значения приняты в USD, оценка эффективности выполнена без учета дисконтирования, индексации и роста цен на энергоресурсы.

Результаты расчетов и основные технико-экономические показатели представлены в таблице 1.

Как видно из расчетов, применение утилизации вторичных энергоресурсов низкого температурного потенциала при помощи турбоустановки на НРТ позволит получить достаточно дешевую электроэнергию по себестоимости 0,05 USD/кВт·ч, что более чем в два раза дешевле электроэнергии в сети. Срок окупаемости составил порядка 3 лет, что является приемлемым при реализации такого рода проекта. Анализ данных показал, что срок окупаемости напрямую зависит от стоимости электроэнергии в сети, тепловой нагрузки на испарителе и фактически не зависит от стоимости ВЭР.

## Выводы

В настоящее время успешно действует достаточно большое количество электростанций, использующих низкокипящие рабочие тела.

Энергетическая установка на НРТ может быть перспективно использована на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» (утилизация сбросного тепла) с последующим увеличением мощности благодаря использованию утилизированного тепла ДСП-1, ДСП-2, что позволит сделать процесс производства электроэнергии на турбине с НРТ более стабильным и увеличить общую выработку электроэнергии. При существующих ценах на энергоносители простой срок окупаемости проекта ~3 года. Не смотря на периодичность и достаточно большое изменение тепловой мощности на испаритель установка такой турбины позволит дополнительно вырабатывать 10–12 млн кВт·ч в год. Себестоимость вырабатываемой электроэнергии составит порядка 0,05 USD/кВт·ч. Экономический эффект от внедрения составит порядка 700–900 тысяч USD в год.

## Список литературы

1. Гринман М.И., Фомин В.А. Перспективы применения энергетических установок с низкокипящими рабочими телами // Новости теплоснабжения. – 2010. – № 7. – 10 с.
2. Сапожников М.Б., Тимошенко Н.И. Электрические станции на низкокипящих рабочих телах // Теплоэнергетика. – 2005. – №3. – С. 73–77.
3. Гришутин М.М., Севастьянов А.П., Селезнев Л.И. и др. Паротурбинные установки

с органическими рабочими телами // Л.: Машиностроение, 1988. – 219 с.

4. Розенфельд Л.М., Ткачев А.Г. Холодильные машины и аппараты // М.: Госторгиздат, 1955. – 656 с.

5. The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Published 2000.

6. Огуречников Л.А. Геотермальные ресурсы в энергетике // Л. А. Огуречников // Альтернативные энергоресурсы и экология. – 2005. – № 11 (31). – С. 59–66.

7. Пятничко В.А. Утилизация низкопотенциального тепла для производства электроэнергии с использованием пентана в качестве рабочего тела / В.А. Пятничко, Т.К. Крушневич, А.И. Пятничко // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2003. – № 4. – С. 3–6.

8. Гринман М.И. Перспективы применения энергетических установок малой мощности с низкокипящими рабочими телами / М.И. Гринман, В.А. Фомин // Энергомашиностроение. – 2006. – № 1. – С. 63–69.

9. Clean energy ahead Turboden [Электронный ресурс]: официальный сайт производителя – Электрон. дан. (1 PDF файл, 1372552 kB, рус.). – Italy, Turboden s.r.l. [2015]. – Режим доступа : [http://www.turboden.eu/en/public/downloads/Presentation\\_of\\_Turboden\\_ORC\\_Technology\\_Russian.pdf](http://www.turboden.eu/en/public/downloads/Presentation_of_Turboden_ORC_Technology_Russian.pdf). – Дата доступа: 03.08.2016. ■

Статья поступила  
в редакцию 04.08.2016



# ЭнергоОптимa

Частное производственное унитарное предприятие

## ⚡ Энергетика

- Энергетическое обследование предприятий. Сопровождение.
- Разработка и корректировка норм расхода ТЭР.
- Тепловизионное обследование. Разработка теплоэнергетического паспорта здания.
- Разработка ТЭО варианта теплоснабжения объекта.
- Расчет нормируемых тепловых нагрузок.
- Электрофизические измерения.
- Аэродинамические испытания.
- Анализ параметров качества электроэнергии.
- Техничко-экономическое обоснование проектов.
- Разработка бизнес-планов инвестиционных проектов.
- Разработка обоснования инвестиций.

Собственная  
аккредитованная  
испытательная лаборатория

Самая современная  
приборная база

## 🌱 Экология

- Инвентаризации отходов производства.
- Инструкции по обращению с отходами производства и нормативы образования отходов.
- Акт инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.
- Проект нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.
- Экологический паспорт предприятия.
- Паспорт объектов размещения отходов.
- Проект санитарно-защитной зоны предприятия.
- Обоснования возможности размещения производства.
- Индивидуальные нормативы водопотребления. Расчет нормативов.
- Паспортизация газоочистных установок и вентиляционных систем.
- Раздел «Оценка воздействия на окружающую среду» объекта строительства.
- Раздел «Охрана окружающей среды», «Экологический паспорт проекта».
- Расчет выбросов загрязняющих веществ и расчет рассеивания в атмосфере.

212011, г. Могилев,  
пер. Березовский, д. 5,  
офис №4

8 (0222) 70-60-86  
+375 44 566-00-01

info@e-optima.by  
www.e-optima.by

**Работаем  
по всей стране!**  
Офисы в Могилеве, Минске, Бресте.

Качественные решения в сферах энергетики, экологии и экономики.

**11**  
сентября  
2016 года

100 лет со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники БССР, доктора технических наук, профессора кафедры «Электрические системы» Белорусского национального технического университета Григория Ефимовича Поспелова.



Г.Е. Поспелов создал в Беларуси научную школу в области электроэнергетических систем и систем передачи электроэнергии с широким спектром деятельности. Основал школу подготовки инженерных кадров, специалистов высшей квалификации с учеными степенями кандидата и доктора наук в области электроэнергетических систем и электрических сетей в Республике Беларусь. Известен оригинальными работами по технико-экономическим проблемам транспорта электроэнергии. В течение 15 лет руководил одним из научных направлений межвузовской комплексной научной программы «Экономия электроэнергии» Минвуза СССР.

**1–30**  
сентября  
2016 года

В читальном зале периодических изданий Республиканской научно-технической библиотеки проходит новая тематическая выставка периодических изданий «Энергетика: проблемы и прогнозы».

Перспективы развития отрасли, инновационные технологии, энергетическая политика и безопасность, зарубежный опыт – все эти аспекты раскрыты на страницах журналов «Энергоэффективность», «Энергия: экономика, техника, экология», «Охрана труда и безопасность в промышленности и энергетике», «Энерго-рынок», «Энергетика за рубежом».

жом», «Энергохозяйство за рубежом», РЖ ВИНТИ «Энергетика», «Energy Economist», «Energy Policy», «OPEC Review».

Экономия электроэнергии, энергоэффективность, энергетические приборы и оборудование представлены в журналах «Энергобезопасность и энергосбережение», «Энерготехнологии и ресурсосбережение», «Энергосберегающие технологии», «Энергосбережение».

О том, как сегодня человек использует энергию воды, солнца, ветра, можно узнать из публикаций в журналах «Гидротехническое строительство», «Альтернативная энергетика и экология», «Альтернативный киловатт», «Deutschland», «Проблемы экономики и управления в нефтегазовом комплексе», «Аква-Терм», «Мастерская. Строим дом», «Экология производства», «Вестник БДЭУ».

Заглянуть в будущее энергетики помогут журналы «Нефтегазовые технологии», «Металлы Евразии», «Автоматизация и ИТ в энергетике», «Экологическая экспертиза», «Росэнергоатом», «Академия энергетики», «Электрика», «Building», «Атомная энергия», «Ядерная и радиационная безопасность», «Ядерные и измерительно-информационные технологии».

Вход свободный: Минск, проспект Победителей, 7 (комн. 614) пн.–пт. 9.00–20.00, сб. 10.00–18.00, вс. – выходной, тел. 226-61-88.

**3**  
октября  
2016 года  
Всемирный день  
архитектуры

**4–7**  
октября  
2016 года

Санкт-Петербург, Россия  
«Энергосбережение и энергоэффективность. Инновационные технологии и оборудование-2016» – VIII Международная специализированная выставка.

Традиционно пройдет совместно с международными специализированными выставками «РОС-ГАЗ-ЭКСПО» и «Котлы и горелки». Тематики всех мероприятий логически дополняют друг друга.

Организатор – группа компаний «Фарэкспо»  
Тел./факс +7 (812) 777-04-07  
E-mail: office@farexpo.ru  
www.farexpo.ru

**5–6**  
октября  
2016 года  
Воронеж, Россия



«Воронежский энергетический форум 2016» – 13-я межрегиональная специализированная выставка.

Организатор – ООО «Выставочный Центр ВЕТА»  
Тел. +7 (4732) 51-20-12

**6–9**  
октября  
2016 года  
Аугсбург, Германия



Renexpo 2016 – Международная выставка и конгресс возобновляемых источников энергии.

В этом году программа конгресса RENEXPO сфокусирована на энергоэффективности, эффективном использовании и интеллектуальном распределении электроэнергии, а также на оптимальных технологиях аккумуляции энергии.

Организатор – REECO GmbH  
www.renexpo.de

**11–14**  
октября  
2016 года

Минск, пр-т Победителей, 20/2, Футбольный манеж  
XXI Белорусский энергетический и экологический форум.

**ENERGY  
EXPO**

рум – XXI Международная специализированная выставка «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро» (Energy-Expo'2016), XII специализированная выставка светотехнического оборудования «ЭкспоСВЕТ» (ExpoLight), VIII Международная специализированная выставка и конференция «Атомэкспо-Беларусь», II Международная специализированная выставка и конференция «Экспогород», XI Международная специализированная выставка «Водные и воздушные технологии» и XXI Белорусский энергетический и экологический конгресс.

Организаторы – Департамент по энергоэффективности, Минэнерго, Минприроды, ЗАО «Техника и коммуникации» (T&C) и др.

Тел. (17) 306 06 06  
Факс (17) 203 33 86  
E-mail: energy@tc.by  
www.tc.by

**14**  
октября  
2016 года  
Всемирный день  
стандартизации

**15–18**  
октября  
2016 года

Днепропетровск, Украина  
«ЭНЕРГОПРОМ-2016» – 16-я национальная выставка энергоэффективности, энергосбережения и электротехники.

В этом году проходит в рамках общего проекта – «Международной специализированной выставки промышленного оборудования, металлообработки, литья и энергетике».

Организатор – Днепропетровская ТПП  
Тел./факс (563) 749422





**БЕЛКОТЛОМАШ**  
научно-производственное предприятие

## АБСОЛЮТНО НОВЫЙ. ОПРЕДЕЛЁННО ВАШ.

Встречайте обновлённую линейку котельного оборудования НПП «Белкотломаш» ООО. Ещё более надёжные, ещё более эффективные котлы. Индивидуальный подход к клиенту. Выгодные предложения.

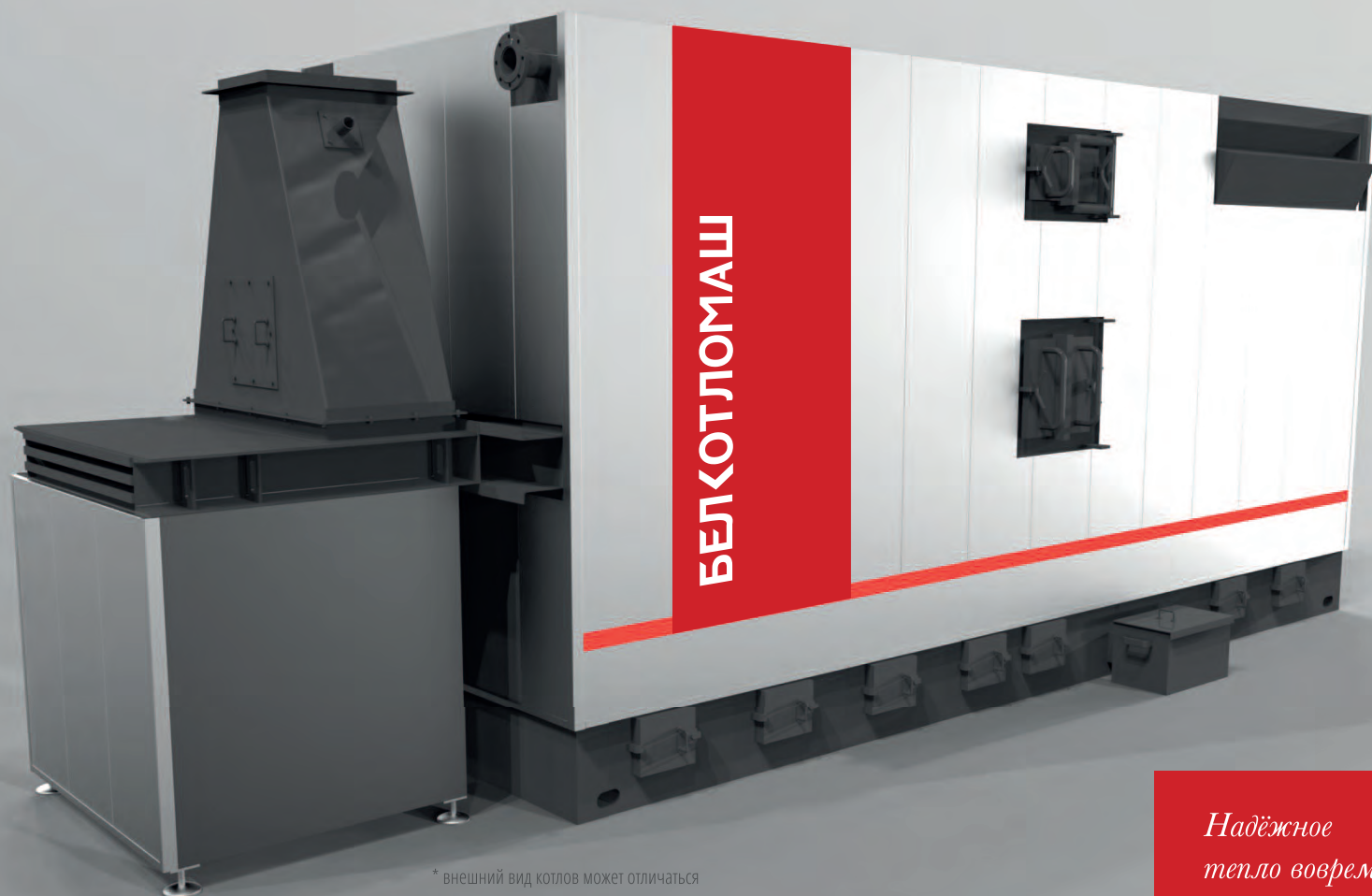
**ENERGY EXPO, 11-14 октября**  
Футбольный манеж, сектор G



**НПП «Белкотломаш» ООО**

ул. Строителей, 10, 211361  
Бешенковичи, Беларусь

[sales.belboiler@gmail.com](mailto:sales.belboiler@gmail.com)  
+375 29 398-08-08



\* внешний вид котлов может отличаться  
от представленного экземпляра

*Надёжное  
тепло вовремя*