

Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь



март 2017

# ЭНЕРГО

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Новые возможности сервиса  
газовых двигателей

### GE Jenbacher

в Республике Беларусь



## FILTER

Т. +375 17 237 93 63 Ф. +375 17 237 93 64  
filter@filter.by filter.by



Тема номера

Возобновляемые  
источники энергии

Стр. 4

СЗАО «Филтер» –  
официальный представитель  
GE Jenbacher в РБ

Стр. 16

Как наладить  
индивидуальный учет  
тепловой энергии

Стр. 22

Все о новой форме  
ведомственной отчетности  
по расходу ТЭР

Приложение



## ПОЛИЭСТЕРОВЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ШКАФЫ

ELBOX POLYESTER — EP ELBOX POLYESTER VANDAL — EPV

Полиэстеровые электротехнические шкафы Elbox серии EP и EPV предназначены для монтажа электрооборудования, систем автоматического контроля и телекоммуникационного оборудования, требующего защиты от пыли и влаги. Шкафы выполнены из изолирующего, трудновоспламеняющегося и самозатухающего композита (полиэстер, армированный стекловолокном), имеют антивандальное ребристое исполнение и предназначены для уличной установки там, где требуется эффективная защита от случайного прикосновения к токоведущим элементам.

- ✓ СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ ОБОЛОЧКИ – IP44, IP54
- ✓ ВАНДАЛОУСТОЙЧИВОСТЬ
- ✓ УСТОЙЧИВОСТЬ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ПРОБОЮ

## НАВЕСНЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ШКАФЫ

ELBOX METAL WALL — EMW ELBOX METAL WALL SYSTEM — EMWS

Навесные электротехнические шкафы серий EMW и EMWS – компактное решение для монтажа электротехнического оборудования и систем автоматизации. Шкафы EMW предназначены для установки оборудования с высокими требованиями к защите от пыли и влаги. Цельносварная конструкция обеспечивает прочность корпуса с нагрузочной способностью 50...150 кг. Замкнутый контур из вспененного полиуретана и специальный замок обеспечивают высокую степень защиты оболочки. Серия EMWS отличается толщиной монтажной панели 3,0 мм и трёхточечным дверным замком.

- ✓ СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ ОБОЛОЧКИ – IP66
- ✓ СРОК СЛУЖБЫ ПОКРЫТИЯ НЕ МЕНЕЕ 15 ЛЕТ
- ✓ ШИРОКИЙ ВЫБОР ТИПОРАЗМЕРОВ



## ОТДЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ШКАФЫ

ELBOX METAL ECONOM — EME

Отдельные электротехнические шкафы Elbox серии EME являются бюджетным решением для монтажа электротехнического оборудования и систем автоматизации. Шкафы серии EME предназначены для использования в помещениях. Облегченная каркасная конструкция позволяет производить комплектацию оборудования как на монтажной панели, так и на каркасе шкафа.

- ✓ СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ ОБОЛОЧКИ – IP55
- ✓ СРОК СЛУЖБЫ ПОКРЫТИЯ НЕ МЕНЕЕ 15 ЛЕТ
- ✓ НИЗКАЯ СТОИМОСТЬ

## ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ШКАФЫ

ELBOX METAL STANDART — EMS

Линейные электротехнические шкафы Elbox серии EMS – флагман торговой марки Elbox. Основу конструкции шкафа составляет инновационный сложный профиль MS. Шкафы серии EMS представляют собой универсальное решение для различного применения в автоматике и энергетике. Шкафы EMS пригодны для эксплуатации в самых сложных условиях. Высокая несущая способность профиля MS и универсальная каркасная конструкция предоставляют неограниченные возможности для внутреннего монтажа оборудования, а также облегчают соединение шкафов в ряды. Система монтажных профилей MS совместима с оборудованием ведущих европейских производителей.

- ✓ СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ ОБОЛОЧКИ – IP65
- ✓ ИННОВАЦИОННЫЙ СЛОЖНЫЙ ПРОФИЛЬ MS
- ✓ АБСОЛЮТНЫЙ КОНКУРЕНТ ЗАПАДНЫМ АНАЛОГАМ





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

3 (233) март 2017

#### Учредители:

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

#### Редакция:

Начальник отдела Ю.В. Шилова  
Редактор Д.А. Станюта  
Дизайн и верстка В.Н. Герасименко  
Корректор И.С. Станюта  
Подписка и распространение Ж.А. Мацко  
Реклама А.В. Филипович

#### Редакционный совет:

**Л.В. Шенец**, к.т.н., директор Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии, главный редактор, председатель редакционного совета

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

**В.Г. Баштовой**, д.ф.-м.н., профессор кафедры ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии» БНТУ

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

**С.П. Кундас**, д.т.н., профессор кафедры теплонабжения и вентиляции БНТУ

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

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

**А.Ф. Молочко**, к.т.н., зав. отделом общей энергетики РУП «БЕЛТЭИ»

**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.М. Полохович**, директор Департамента по ядерной энергетике

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

#### 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 62x94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная.  
Подписано в печать 21.03.2017. Заказ 1335. Тираж 1235 экз.

Журнал в интернет [www.bies.by](http://www.bies.by), [www.energoeffekt.gov.by](http://www.energoeffekt.gov.by)

## СОДЕРЖАНИЕ

### Евразийская экономическая комиссия

**2 УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ ОБСУДИЛИ УГЛУБЛЕНИЕ ИНТЕГРАЦИИ СТРАН ЕАЭС В СФЕРЕ ТЭК**

#### Тема номера:

**Возобновляемая энергетика**

**5 ВИЭ КАК HI-ТЕСН-БУДУЩЕЕ ЭНЕРГЕТИКИ** Д.А. Станюта, редактор

**7 УНИКАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ ЗАВОДА «АЭРОЭНЕРГОПРОМ»**

**8 НИАГАРСКАЯ ГЭС, ДАТСКИЕ «МЕЛЬНИЦЫ» И «100 000 СОЛНЕЧНЫХ ЮРТ» – ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ВИЭ** Д.А. Станюта

**11 ВЕТРЯНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ В ЕВРОПЕ ВЫШЛА НА ВТОРОЕ МЕСТО**

**11 ЕВРОПЕ УДАЛОСЬ СОКРАТИТЬ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ДО УРОВНЯ 1990 ГОДА**

**12 КАК РАЗВИВАТЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМУЮ ЭНЕРГЕТИКУ В БЕЛАРУСИ**

В.П. Нистюк, Ассоциация «Возобновляемая энергетика»

**18 РОЛЬ ВИЭ В МИНИМИЗАЦИИ ВЫБРОСОВ И ПРОТИВОДЕЙСТВИИ ГЛОБАЛЬНОМУ ПОТЕПЛЕНИЮ** А.С. Пилипчук, Минприроды

### Когенерация

**16 НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕРВИСА ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ GE JENVACHER В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Ю.И. Домковский, СЗАО «Филтер»

### Вести из регионов

**23 В ВИТЕБСКОМ ВАГОННОМ ДЕПО ЗАРАБОТАЛ СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПРЕСС**

Е.В. Скоромный, Витебское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР

### Энергосбережение в ЖКХ

**24 ВАРИАНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАСЧЕТА ПО ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ПРИБОРАМ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

В.В. Мамонтов, Департамент по энергоэффективности

### Научные публикации

**28 НОВЫЙ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ДВУХСТАДИЙНОГО СЖИГАНИЯ ТВЕРДЫХ БИОТОПЛИВ В КИПАЩЕМ СЛОЕ** Е.А. Пицуха, Ю.С. Теплицкий, Э.К. Бучилко, ИТМО НАН Беларуси

### К 20-летию журнала

**32 «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ – САМЫЙ ДЕШЕВЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ»**

### Календарь

**ДАТЫ, ПРАЗДНИКИ, ВЫСТАВКИ в марте и апреле**

### Приложение

#### Официально

**1 ПРИКАЗ ГОССТАНДАРТА ОТ 30.12.2016 №194 «ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ФОРМЫ ВЕДОМСТВЕННОЙ ОТЧЕТНОСТИ «СВЕДЕНИЯ О НОРМАХ РАСХОДА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКЦИИ (РАБОТ, УСЛУГ)» И УКАЗАНИЙ ПО ЕЕ ЗАПОЛНЕНИЮ»**

**2 ФОРМА ВЕДОМСТВЕННОЙ ОТЧЕТНОСТИ**

**6 УКАЗАНИЯ ПО ЗАПОЛНЕНИЮ ФОРМЫ ВЕДОМСТВЕННОЙ ОТЧЕТНОСТИ «СВЕДЕНИЯ О НОРМАХ РАСХОДА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКЦИИ (РАБОТ, УСЛУГ)»**

**15 ПЕРЕЧЕНЬ ОРГАНИЗАЦИЙ, ИМЕЮЩИХ СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ НА ПРАВО ПРОВЕДЕНИЯ В 2017 ГОДУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ**

### Энергосмесь

## Белорусам будут доступны кредиты на покупку электромобилей

Правительство Беларуси одобрило проект, в рамках которого Северная экологическая финансовая корпорация (НЕФКО) выделит Беларуси 1 миллион евро на развитие электротранспорта.

ЕФКО откроет кредитную линию ОАО «БНБ-Банк» для предоставления кредитов юридическим и физическим лицам на приобретение электромобилей, гибридных автомобилей, зарядных станций

и иного технического оборудования, а также приобретения банком указанных товаров для передачи их в финансовую аренду (лизинг) юридическим и физическим лицам.

«Зялены партал»

#### УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

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

**T./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.



# УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ ОБСУДИЛИ УГЛУБЛЕНИЕ ИНТЕГРАЦИИ СТРАН ЕАЭС В СФЕРЕ ТЭК



1 марта 2017 года в Москве состоялась научно-практическая конференция «Анализ и перспективы топливно-энергетического комплекса государств-членов Евразийского экономического союза в области энергобезопасности, энергосбережения, энергоэффективности и экологии».

Мероприятие было организовано Евразийской экономической комиссией и посвящено обсуждению перспектив углубления интеграции в области энергобезопасности, энергосбережения, энергоэффективности и экологии в рамках Евразийского экономического союза. В конференции приняли участие директор Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии Леонид Шенец, заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко, представители Электроэнергетического Совета СНГ, Национального Союза Энергосбережения, научного сообщества всех государств Союза.

В рамках секции «Энергоэффективность, энергосбережение и устойчивая энергетика» заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности М.П. Малашенко выступил с докладом на тему «Повышение энергоэффективности и использования местных топливно-энергетических ресурсов в Республике Беларусь», проинформировал участников о целях, задачах и результатах работы Департамента по энергоэффективности Госстандарта.

Он в частности отметил, что в республике Беларусь с целью обеспечения поставленных задач в сфере энергоэффективности и увеличения использования местных топливно-энергетических ресурсов приняты все необходимые законодательные акты и решения правительства, утверждена и реализуется Государственная программа «Энергосбере-

жение» на 2016–2020 годы, установлены показатели по экономии всех видов ТЭР, разработаны и утверждены региональные и отраслевые программы энергосбережения, ход работ по строительству энергоисточников на местных ТЭР ежемесячно рассматривается в Совете Министров.

В результате проведения государственной политики, направленной на обеспечение максимально возможного вовлечения в топливный баланс местных ТЭР, в том числе возобновляемых источников энергии, в валовом потреблении ТЭР, экономия ТЭР за счет реализации мероприятий, включенных в Государственную программу, по итогам 2016 года составила 1 млн 171,5 тыс. т у.т.

По данным Международного энергетического агентства в 2014 году показатель энергоёмкости ВВП Беларуси составил 0,17 тонны нефтяного эквивалента на тыс. долларов США (по паритету покупательной способности и в ценах 2010 года) и снизился по отношению к 1990 году (0,56 тонны нефтяного эквивалента на тыс. долларов США) в 3 раза. По уровню энергоёмкости ВВП Республика Беларусь достигла уровня Финляндии и обогнала Канаду – страны со схожими климатическими условиями.

Акцентировано внимание участников конференции на том, что одним из приоритетных направлений сокращения потребления импортных ресурсов в республику энергоресурсов является строительство энергоисточников, использующих местное древесное и торфяное топливо. В настоящее время в системе жи-

лищно-коммунального хозяйства доля энергоисточников, работающих на местных ТЭР, достигла 79% от общего количества эксплуатируемых энергоисточников.

Было отмечено, что для обеспечения топливом энергоисточников в течение последних лет в Республике Беларусь освоена и выпускается вся необходимая лесозаготовительная и транспортная спецтехника (харвестеры, форвардеры, транспортеры и др.), а также полная линейка котельного оборудования – от бытового до промышленного.

С целью развития дальнейшего взаимодействия в сфере энергоэффективности в рамках ЕАЭС белорусской стороной были предложены следующие направления сотрудничества:

создание совместных предприятий по заготовке, переработке и доставке потребителю в негазифицированных регионах Российской Федерации для удаленных населенных пунктов древесного и торфяного топлива;

создание на территории обеих стран с использованием оборудования Беларуси и России энергоисточников на торфяном (фрезерном торфе, торфобрикете) и древесном (щепе, отходы деревообработки, отходы гидролизного производства) топливе для нужд электро- и теплоснабжения с полным технологическим циклом;

совместная разработка технологий и реализация с использованием опыта Республики Беларусь (НАН Беларуси) пилотных проектов по глубокой переработке торфа в регионах Российской Федерации (в том числе в Московской области);

использование высокоэффективного оборудования и технологий Республики Беларусь

для строительства (модернизации) энергоисточников электрической и тепловой энергии на древесном и торфяном топливе, в том числе для реконструкции порядка 4 тысяч энергоисточников на условиях концессии по линии Минобороны России в рамках «Стратегии внедрения энергосберегающих технологий в дочерних хозяйствующих обществах АО «Гарнизон»;

перевод котельных с нефтяного, угольного топлива, мазута на местные виды топлива (щепа, пеллеты, торф) путем реконструкции существующих и строительства новых котельных по примеру развития сектора энергоисточников коммунальной формы собственности Республики Саха (Якутия);

налаживание сотрудничества, в том числе обмен опытом по внедрению энергоэффективных мероприятий на электростанциях, котельных, тепловых и электрических сетях, в том числе по переводу нагрузок от котельных на ТЭЦ, подключению нагрузок вновь вводимых потребителей к ТЭЦ, созданию на базе котельных мини-ТЭЦ;

организация обмена опытом посредством проведения заседаний совместных коллегий заинтересованных национальных государственных органов, круглых столов;

совместная публикации материалов по вопросам энергосбережения и развития использования возобновляемых источников

энергии, в том числе в перспективе создания совместного информационного издания;

участие в региональных проектах в сфере энергоэффективности под эгидой Европейской экономической комиссии ООН;

проведение совместных мероприятий среди детей и молодежи по популяризации преимуществ эффективного использования топливно-энергетических ресурсов (конкурсы, соревнования, акции и др.).

Презентация проводимой в Беларуси работы в сфере энергоэффективности и увеличения использования местных ТЭР вызвала значительный интерес у представителей стран ЕАЭС, способствовала укреплению позитивного имиджа и экспортного потенциала Республики Беларусь как страны, осуществляющей системную и планомерную работу в области энергосбережения, укрепления энергетической безопасности и повышения энергоэффективности.

«Рациональное, поступательное внедрение новых энергосберегающих и экологических технологий позволит сократить производственные расходы, уменьшить себестоимость продукции и услуг, улучшить состояние окружающей среды. Благодаря координации усилий пяти стран в этой сфере можно существенно повысить их эффективность», – считает член Коллегии (министр) по энергетике и инфраструктуре Евразийской экономической

комиссии Адамкул Жунусов. Например, в России один из самых больших в мире технических потенциалов повышения энергетической эффективности – более 40% от уровня потребления энергии в стране. Снижение энергоёмкости ВВП Союза в целом на 20% позволит получить экономический эффект около 25 млрд долл.

Участники мероприятия признали целесообразным расширить деятельность Евразийской экономической комиссии в области энергобезопасности, энергосбережения, энергоэффективности и экологии, а также подготовить предложения по дальнейшему сотрудничеству в данных сферах. Для этого планируется внести соответствующие изменения в Договор о ЕАЭС в сфере энергетики в части добавления новых статей.

По результатам конференции было принято решение активизировать совместную работу Комиссии, научного сообщества и государственных органов стран ЕАЭС по определению общих подходов к оценке рисков для энергетической безопасности и мониторинга ее индикаторов, повышению надежности работы энергетического оборудования, подготовке кадров, а также внедрению современных технологий в производство тепловой и электрической энергии. ■

*По информации ЕЭК и Департамента по энергоэффективности*

## ЭнергоОптима

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 теплопотерь. Расчет тепловых нагрузок.

Электрофизические измерения.

Аэродинамические испытания.

Анализ параметров качества электроэнергии.

Технико-экономическое обоснование проектов.

Разработка обоснования инвестиций.

Мероприятия по энергосбережению.

Сервис измерительного оборудования.

### Экология

Инвентаризация отходов производства.

Инструкции по обращению с отходами производства и нормативы образования отходов.

Акт инвентаризации выбросов.

Проект нормативов допустимых выбросов.

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.

Расчет выбросов загрязняющих веществ и расчет рассеивания в атмосфере.

Проект обоснования границ горного отвода.

Собственная аккредитованная  
испытательная лаборатория

Ремонт и поверка измерительного оборудования  
Самая современная приборная база

212011, г. Могилев  
пер. Березовский, д. 5, каб. №4  
www.e-optima.by

+375 222 70-60-86  
+375 44 566-00-01  
info@e-optima.by

Качественные решения в сферах энергетики и экологии

РАБОТАЕМ ПО ВСЕЙ СТРАНЕ!

Офисы в Могилеве, Минске, Бресте



# ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ КАК HI-TECH-БУДУЩЕЕ ЭНЕРГЕТИКИ

В последние годы появился термин «ключевые экспоненциальные технологии», употребляемый специалистами в области инноваций. После того как основатель и президент группы компаний «Элекард» Андрей Поздняков познакомился с Тони Себа, автором книги «Чистый прорыв», он часто приводит список самых перспективных, быстроразвивающихся технологий, называя их «суперэкспоненциальными».

Сегодня в этот прорывной технологический ряд, как правило, включают:

1. Сенсоры/Интернет вещей (*Sensors/Internet of Things*)
2. Искусственный интеллект/Машинное обучение (*Artificial Intelligence/Machine Learning*)
3. Робототехника (*Robotics*)
4. Солнечная фотовольтаика (*Solar PV*)
5. Хранение энергии (*Energy Storage*)
6. Трехмерная печать (*3D Printing*)
7. Трехмерное изображение (*3D Vizualization*)
8. Мобильный интернет/Облачные технологии (*Mobile Internet/Cloud*)
9. Большие данные/открытые данные (*Big Data/Open Data*)
10. Беспилотники (дроны)/наноспутники (*Unnamed Aerial Vehicles/Nano Satellites*)
11. Электронные деньги/электронные финансы (*eMoney/eFinance*)

Для специалистов, работающих в области использования возобновляемых источников энергии и энергосбережения, особо знакомым является тот факт, что в перечень 11 «чудес света» включены две технологии, имеющие непосредственное отношение к возобновляемой энергетике: солнечная фотовольтаика и сопутствующая ей технология хранения энергии. Они не случайно находятся на верхних позициях.

Потребности в электроэнергии растут. Согласно прогнозу BP Statistical Review of World Energy, мировое потребление первичной энергии будет расти в среднем на 1,6% в год (благодаря росту населения и ВВП) и суммарно увеличится к 2030 году на 36% по сравнению с 2011 годом.

По данным Еврокомиссии, за последние 20 лет, с 1995 по 2015 год, мировое потребление всех видов энергоресурсов увеличи-



лось в 1,5 раза, в том числе потребление нефти и нефтепродуктов – в 1,3 раза, твердого ископаемого топлива – в 1,8 раза, потребление природного газа и генерация возобновляемых источников энергии – в 1,6 раза, генерация атомной энергии – на 8%. При этом с 2008 года мощности

ветроэнергетики выросли в 3,6 раза, а фотовольтаики – в 14,2 раза.

Динамика роста использования возобновляемых источников энергии с созданием соответствующих энергогенерирующих мощностей впечатляет. И хотя из приведенной ниже таблицы следует, что наиболее значи-

Глобальные показатели возобновляемой энергетики	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ежегодные инвестиции в возобновляемую энергию (10 <sup>9</sup> долларов США)	130	160	211	257	244	232	270	286
Суммарные установленные мощности возобновляемой энергетики (ГВт)	1,140	1,230	1,320	1,360	1,470	1,578	1,712	1,849
Гидроэлектроэнергия (ГВт)	885	915	945	970	990	1,018	1,055	1,064
Ветроэнергетика (ГВт)	121	159	198	238	283	319	370	433
Фотоэлектричество (ГВт)	16	23	40	70	100	138	177	227
Нагрев воды тепловой энергией солнца (ГВт)	130	160	185	232	255	373	406	435
Производство этанола (10 <sup>9</sup> литров)	67	76	86	86	83	87	94	98
Производство биодизельного топлива (10 <sup>9</sup> литров)	12	17,8	18,5	21,4	22,5	26	29,7	30,3
Количество стран, ставящих целью развитие использования ВИЭ	79	89	98	118	138	144	164	173

Источник: REN21 2016. Renewables Global Status Reports 2011–2016

тельными шагами в своем развитии шагает именно фотовольтаика, все больше стран предпринимает беспрецедентные меры по использованию всех видов ВИЭ.

И эти меры уже не носят лишь локальный характер. Многие страны позволяют себе реализовать сравнительно масштабные проекты. Например, в Дании, Португалии и Германии принимались решения об обеспечении энергопотребления всей страны в течение нескольких суток только за счет возобновляемых источников энергии – солнечных, ветряных и гидроэлектростанций. Все поезда в Нидерландах теперь уже работают на электричестве, выработанном с помощью ветрогенераторов.

Впечатляет и рост количества государств–приверженцев общемировой идеи использования энергии из возобновляемых источников: плюс 94 страны за 7 последних лет.

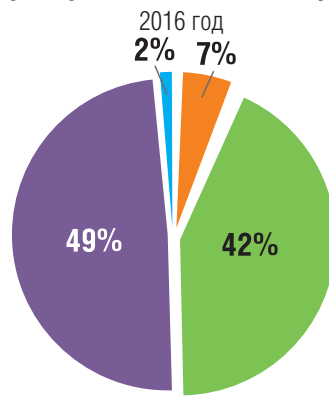
Германия (кстати, она является крупнейшим клиентом «Газпрома» в Европе) планирует к 2050 году перевести 95% энергетики на «зеленые» рельсы. Швеция намерена полностью перейти на безуглеродную энергетику к 2045 году, Дания – к 2035-му. Даже Китай, хотя и не ставит перед собой пока целью полный уход от традиционных энергоносителей, собирается к 2050 году «озеленить» свой энергобаланс по меньшей мере на 50%.

Согласно глобальному прогнозу, выпущенному британской корпорацией BP в конце января, Китай обеспечит наибольший прирост производства возобновляемой энергии в ближайшие 20 лет (больше, чем ЕС и США вместе взятые). Китай, являющийся мировым лидером в энергопотреблении (3,104 млрд т н.э. притом, что у США – 2,196 млрд т н.э.), несмотря на рост потребностей в электроэнергии, планирует еще активнее развивать энергетику неископаемых видов топлива. Согласно данным BP Statistical Review of World Energy, к 2035 году возобновляемая энергетика в структуре энергопотребления КНР превысит одну пятую часть, в то время как доля газа будет чуть больше 10%. Китай в прямом смысле слова задыхается от угольного смога... Ранее сообщалось, что КНР только в период с 2016 по 2020 год намерена инвестировать в возобновляемые источники энергии более 350 млрд долл.

По оценкам BP, хотя нефть, газ и уголь и останутся основными источниками энергии для мировой экономики, самым быстрорастущим энергоресурсом будут именно ВИЭ, потребление которых будет расти в среднем на 7,6% в год и в ближайшие 20 лет увеличится в четыре раза. Причем произойдет это за счет роста конкурентоспособности солнечной и ветроэнергетики. А вот абсолютная доля традиционных энергоносителей к 2030 году снизится с 86% в 2015 году до 75%.

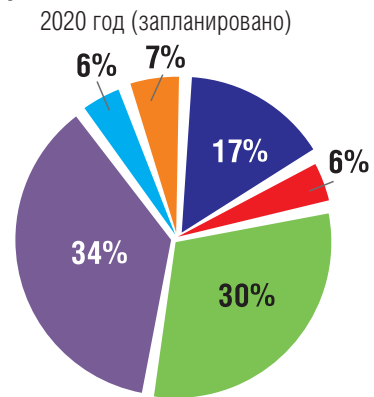
В этом прогрессивном тренде находятся и крупнейшие транснациональные не- ▶

**Структура установленной мощности ОЭС Беларуси**



Σ P = 9853,14 МВт

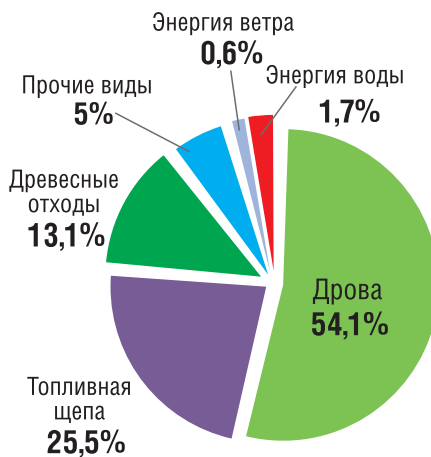
- Тепловые электростанции
- Конденсационные электростанции
- Возобновляемые источники энергии
- Блок-станции на невозобновляемых источниках энергии



Σ P = 13308 МВт

- Пиково-резервные источники
- БелАЭС

**Баланс возобновляемых источников энергии в Республике Беларусь, 2015 год**



**Прогнозируемый баланс возобновляемых источников энергии в 2020 году**



Для обеспечения выполнения индикатора энергетической безопасности необходимо увеличить использование МТЭР на 660 тыс. т у.т.

**Строительство установок ВИЭ в Беларуси, МВт электрической мощности**

Вид ВИЭ	На 01.01.2017, МВт	По инвестиционным договорам, заключенным до Указа № 209, МВт	По имеющейся квоте на 2016–2019 годы, МВт	Итого, МВт
Биомасса	79,6	9,9	14,3	103,8
Биогаз	26,5	11,1	52,1	89,7
ГЭС	33,6	61,7	25,5	120,8
Солнце	50,5	291,6	14,9	357,0
Ветер	68,4	151,7	58,1	278,2
<b>Итого</b>	<b>258,6</b>	<b>526</b>	<b>165</b>	<b>949,6</b>

56 МВт не распределено (ГЭС и биомасса)

Структура производства электроэнергии в Германии в 2016 году, ТВт·ч



Источник: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, Destatis, EEX. По состоянию на 18.03.2017. energy-charts.de

сырьевые компании. Так, IKEA решила к 2020 году полностью обеспечивать себя за счет возобновляемой энергии. Apple – на сегодняшний день крупнейший владелец солнечных электростанций; за счет возобновляемых источников энергии работают все дата-центры этой компании. В общем энергопотреблении компании Google доля энергии из возобновляемых источников составляет 35%, а инвестиции бизнес-гиганта в возобновляемую энергетику превысили 2 млрд долларов США.

В выступлениях на Ассамблее Международного агентства по возобновляемой энергии IRENA в январе 2017 года в Абу-Даби отмечалось, что мировые инвестиции в использование возобновляемых источников энергии в последнее время значительно растут и в 2015 году практически сравнялись с инвестициями в использование ископаемого топлива.

### Энергогенерация из возобновляемых источников в Германии

Фотоэлектрические системы поставили в 2015 году в сети общего пользования Германии около 37 ТВт·ч электроэнергии. Производство солнечной энергии увеличилось по сравнению с прошлым годом примерно на 2 ТВт·ч, или на 4,8%. К концу 2015 года установленная мощность фотоэлектрических систем достигла 39,6 ГВт. Прирост за 2015 год составил около 1,4 ГВт, что ниже целевого показателя 2,5 ГВт, установленного федеральным правительством.

Максимальная солнечная генерация была зафиксирована 21 апреля 2015 года в 13:15 и составляла около 27,3 ГВт. В июле 2015 года ежемесячное производство электроэнергии фотоэлектрическими системами впервые было выше, чем у атомных электростанций. На 2 августа 2015 года PV-выработка электроэнергии составляла приблизительно 44%.

С использованием энергии ветра в 2015 году было произведено около 85 млрд кВт·ч, что почти на 50% больше, чем в 2014 году. В декабре энергетическое использование ветра достигло максимума, впервые превысив использование бурого угля. Почасовая максимальная генерируемая мощность 21 декабря 2015 года составила примерно 35,6 ГВт. Благодаря строительству нового морского ветропарка производство электроэнергии в Северном море увеличилось более чем в пять раз (с 1,3 до 7,1 ТВт·ч). Выработка электроэнергии ветроустановками в Балтийском море увеличилась в четыре раза с 0,2 до 0,8 ТВт·ч.

Совместное производство электроэнергии солнечными и ветряными электростанциями в 2015 году составило примерно 122 млрд кВт·ч. Это ставит их использование на второе

место после использования бурого угля, но впереди использования каменного угля и ядерной энергии.

Из биомассы было произведено около 56 ТВт·ч электроэнергии, что на 24% выше уровня предыдущего года, когда выработка составила 45 млрд кВт·ч.

С использованием гидроэнергии было произведено 20 ТВт·ч, что составляет среднюю величину за последние годы.

В целом, производство электроэнергии из возобновляемых источников (с использованием солнца, ветра, водных потоков и биомассы) в 2015 году составило около 190 ТВт·ч, то есть примерно на 20% больше, чем в 2014 году. Страна достигла доли ВИЭ примерно 35% в общем потреблении электроэнергии и около 32,5% в валовом энергоснабжении.

Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, исследование за 2015 год

Как говорит глава Фонда энергетического развития Сергей Пикин, конкретно против угля помимо чисто природоохранных соображений играет тот факт, что за выбросы угольной энергетики приходится слишком много платить в рамках международных соглашений (речь идет о покупке дополнительных квот на выброс парниковых газов).

Глава East European Gas Analysis Михаил Корчемкин предупреждает, что неустойчивыми могут оказаться позиции не только угля, но и газа. «Рост доли возобновляемых источников неизбежен, – говорит эксперт. – Спрос на газ в Европе может снизиться значительно быстрее, чем представляется в нынешних прогнозах».

Привлекает внимание и то, что производственные секторы большинства ведущих мировых экономик адаптируются к мировым тенденциям в возобновляемой энергетике. Так, например, Российская Федерация отмечает в числе ключевых достижений отечественной науки завершение разработки гетероструктурной технологии производства солнечных модулей с КПД более 20%. В 2017 году после соответствующей модернизации будет запущено российское производство солнечных модулей по этой

технологии мощностью 160 МВт в год. Отмечаются также принимаемые этой страной меры по организации масштабного производства ветроэнергетических турбин в структуре корпорации «Росатом». О многом говорит даже сама диверсификация деятельности мощнейшей мировой атомной структуры в направлении использования возобновляемых источников энергии.

Таким образом, развитие использования энергии, производимой из возобновляемых источников, составляет в настоящее время реальную альтернативу процветанию угольного, нефтяного и газового секторов энергетического бизнеса, а также традиционной структуре производства энергии и энергопотребления, имеющей влиятельное лобби в значительном количестве стран. Такое положение дел закономерно, подкреплено мощными мировыми экологическими тенденциями и при имеющихся мировых трендах необратимо.

Внедрение ВИЭ – один из важных аспектов обеспечения всеобщего доступа к энергии, что является частью 7-й цели устойчивого развития, провозглашенной ООН, «Недорогая и чистая энергия». А снижение стоимости энергии открывает необыкновенные возмож-



ности для развития всех регионов планеты, для экономического роста и улучшения качества жизни людей.

В данной ситуации важнейшим фактором является способность энергетического сектора конкретной страны воспринять бурный рост возобновляемой энергетики и адаптировать его к национальным реалиям, к выстроенным в течение десятилетий и сравнительно надежно работающим традиционным системам энергетического производства и потребления.

В данном контексте образцом для европейской страны, пожалуй, следует считать немецкую модель управления электрообеспечением, реализуемую в Германии на протяжении уже более двух десятилетий.

Здесь не принимаются доводы о неудобстве, крайней сложности или даже невозможности диспетчеризации и управления всем технологическим многообразием энергоисточников с учетом даже разнообразия форм их собственности.

Структура производства электроэнергии в Германии насчитывает 8 основных секторов. И немецкий энергетический сектор с этим достойно справляется, обеспечивая энергообеспечение страны на наиболее оптимальных условиях, соблюдая принципы конкуренции, обеспечивая надежность энергообеспечения и высокий уровень энергобезопасности государства.

При этом в Германии не в диковинку помещать данные по использованию в стране энергии из возобновляемых источников в открытом доступе (сайт energy-charts.de).

Белорусское общество не удивить сообщениями о росте использования в стране местных, в том числе возобновляемых источников энергии. Но факт, что в Германии в открытом доступе имеются суточные данные

о производстве электроэнергии из разных видов источников, демонстрирующие постоянное присутствие в балансе ТЭР существенной доли ВИЭ, является несомненным показателем высокотехнологичности системы управления энергетикой страны.

Следует обратить внимание, что установленная мощность ВИЭ в Германии в 2016 году почти в 9 раз превысила установленную мощность действующих атомных энергоблоков.

При столь современном уровне систем диспетчеризации не возникает проблем интеграции ВИЭ в объединенную энергосистему страны. К такому уровню управления энергообеспечением, диспетчеризации и информированности следует стремиться каждому европейскому государству. Немецкая система управления энергетикой страны, система диспетчеризации работы энергоисточников – это и есть результат масштабного применения суперэкспоненциальных технологий, слияния инженерии и управления, продукт инновационного мышления. Развита страна должна быть готова к приходу любых супер- или даже гиперэкспоненциальных технологий – они будут восприняты производством и поставлены на службу обществу. Можно сказать, что в энергетике такой страны hi-tech-будущее наступает каждый день.

В скором будущем в Беларуси будут введены в действие два блока АЭС суммарной установленной мощностью около 2400 МВт. В то же время к 2020 году Государственной программой «Энергосбережение» предусмотрен ввод в эксплуатацию установок по использованию ВИЭ общей мощностью 960 МВт. Нам необходимо стремиться к столь же современному уровню технического управления объединенной энергосистемой, при

Чистая установленная мощность по выработке электроэнергии в Германии в 2016 году, ГВт



Источник: AGEE, BMWi, Bundesnetzagentur. По состоянию на 03.02.2017. energy-charts.de

котором страны-лидеры могут себе позволить долю возобновляемой энергетики в энергобалансе, намного превосходящую доли углеродной и атомной энергогенерации.

Сейчас в мире все прогнозы, планы, задания и ожидания связаны с двумя рубежами: 2020 год и 2030–2035 годы. Какие реалии мировой энергетики и сценарии развития национальных энергетических систем ждут нас к этому сроку? На данный вопрос может ответить только сама жизнь. Но необходимо иметь в виду справедливость известной транснациональной народной мудрости: «Кто не успел – тот опоздал!».

Д. Станюта, редактор

## Уникальная установка по переработке отходов завода «Аэроэнергопром»

Директор завода «Аэроэнергопром» Виталий Шаблов рассказал об уникальных возможностях переработки отходов, которые дает метод пиролиза, который позволяет перерабатывать отходы, – рассказал В. Шаблов. Эксперт отметил, что с помощью максимально высоких температур можно обрабатывать и наиболее опасные отходы.

Разработанная установка позволяет перерабатывать 160–170 типов отходов, при этом речь идет о низкотемпературном пиролизе до 600 градусов, который позволяет получать газовую фазу и выделять топливные элементы: с этой точки зрения в каждой крышке или полиэтиленовой упа-

ковке потенциально скрыто огромное количество топлива, аналогичного дизельному.

«Например, в установку закладываются покрышки, нагреваются... В полученном газе находится огромное количество топливных элементов, потому что все, что получено из нефти, можно опять перевести в состояние синтетической нефти. Газ проходит через конденсатор, и при определенных температурах можно из газовой фазы вытащить тот топливный элемент, который там присутствует», – рассказал эксперт.

Он отметил, что по сравнению с другими технологиями переработки низкотемпературный пиролиз является колоссально эффективным, поскольку имеет КПД более 90%.

Кроме того, специалистам удалось создать фильтрконденсатор, который без системы охлаждения позволяет резко сбрасывать температуру на 350–500 градусов. Таким образом, в процессе переработки отфильтровываются парафины, которые являются наиболее загрязняющими веществами.

Sputnik.by

# НИАГАРСКАЯ ГЭС, ДАТСКИЕ «МЕЛЬНИЦЫ» И «100 000 СОЛНЕЧНЫХ ЮРТ»

## История возникновения и развития ВИЭ

Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) имеет такую же длительную историю, как и существование самого человечества. В современной истории интерес к альтернативным источникам энергии возник более 40 лет тому назад в связи с введением странами ОПЕК эмбарго на поставку нефти в 1970-х годах, вызвавшим самым крупным энергетический нефтяной кризис 1973 года.

Хотя ВИЭ известны и используются в течение тысяч лет, общая концепция по использованию возобновляемой энергии была представлена в 1970-х годах как часть программы по выходу за пределы использования ископаемого топлива и ядерной энергии.

Согласно данным Международного энергетического агентства (IEA) в 2002 году удельный вес ВИЭ в мировом потреблении энергии составил 13,4%. Наибольший объем использования ВИЭ в валовом потреблении энергии был в Азии (33%). В ЕС-15 удельный вес ВИЭ составлял примерно 5,7%, а в странах Латинской Америки – 28,4%.

Начиная с 2000 года, на рынке возобновляемых источников энергии наступил настоящий бум. Однако в 2006 году только 16% мировой электроэнергии было получено с использованием гидроэлектростанций и только около 2% – с использованием прочих возобновляемых источников энергии.

К началу 2012 года стратегические цели в области возобновляемой энергетики установили уже 118 государств, более половины среди которых составляли развивающиеся страны.

### Гидроэнергетика

Первые упоминания об использовании энергии воды приходятся на IV тысячелетие до н. э. Более 2000 лет назад вода стала использоваться для вращения мельничного колеса.

Многообразие задач, которые были подвластны водяной мельнице, сложно сосчитать. С ее помощью изготавливали бумагу и ковали железо, пилили бревно и варили пиво. При этом приводом служил колесный механизм, вращаемый потоком воды.

В середине 1770-х годов французский инженер Бернар Форест де Белидор привел описание гидромашин с вертикальной и горизонтальной осью вращения. Дальнейшим шагом в гидротехнике стало изобретение водяной турбины. Впервые ее представил французский инженер Бенуа Фурнерон в 1834 году. Через три года, независимо от

Сохранившийся фрагмент Schoelkopf Power Station на Ниагаре



него, турбину сконструировал русский мастер-самоучка Игнатий Сафонов. Она была установлена на Нижне-Алапаевском заводе и развивала вдвое большую мощность, чем использовавшееся ранее водяное колесо.

К концу XIX века появились электрические генераторы, которые могли работать в сочетании с гидроприводом. Толчок их развитию дал растущий вследствие промышленной революции спрос на электроэнергию. В 1878 году заработала «первая в мире ГЭС», сконструированная английским изобретателем Уильямом Джорджем Армстронгом в Нортумберленде, Англия. Она представляла собой агрегат, предназначенный для питания одной единственной дуговой лампы в его картинной галерее.

Одной из первых гидроэлектростанций в мире в 1881 году стала ГЭС Якоба Шоелкопфа на Ниагарском водопаде. В 1882 году бизнесмен присоединил к водяному колесу электрогенератор, питавший 16 осветитель-

ных ламп. Первая гидроэлектростанция Эдисона Vulcan Street начала работать в 1882 году в г. Аплтон, штат Висконсин, США, и выдавала мощность около 12,5 киловатт. К 1886 году в США и Канаде было уже 45 гидроэлектростанций. К 1889 году только в США их было 200.

С 1930-х годов в мире начался гидроэнергетический бум, а крупные ГЭС стали появляться одна за другой. Одной из вех в освоении гидроэнергетики как США, так и в мире в целом стало строительство Плотины Гувера в 1936 году в США мощностью 2078 МВт, а шесть лет спустя ее рекорд побила ГЭС Гранд-Кули (6809 МВт), которая и сегодня входит в число мощнейших в мире.

В начале XX века коммерческими компаниями строится много небольших ГЭС в горах недалеко от городских районов. К 1920 году до 40% электроэнергии, производимой в Соединенных Штатах, вырабатывалось на ГЭС.



В советский период развития энергетики упор делался на особую роль единого народнохозяйственного плана электрификации России – ГОЭЛРО, который был утвержден 22 декабря 1920 года. Этот день был объявлен в СССР профессиональным праздником – Днем энергетика. Глава плана, посвященная гидроэнергетике, называлась «Электрификация и водная энергия». В ней указывалось, что гидроэлектростанции могут быть экономически выгодными, главным образом, в случае комплексного использования: для выработки электроэнергии, улучшения условий судоходства или мелиорации. Предполагалось, что в течение 10–15 лет в стране можно соорудить ГЭС общей мощностью около 15 млн кВт.

С 1930 по 1990 год в СССР был построен целый ряд крупных гидроэлектростанций (Саяно-Шушенская, Красноярская, Братская, Усть-Илимская, Волжская), в результате Советский Союз вышел по их установленной мощности на второе место после США. Сегодня в России работает 15 гидроэлектростанций мощностью свыше 1000 МВт и более сотни гидроэлектростанций меньшей мощности.

### Энергия ветра

Ветряные мельницы использовались для размала зерна в Персии уже в 200 году до н. э. Мельницы такого типа были распространены в исламском мире и в XIII веке привнесены в Европу крестоносцами.

Ветряные мельницы, производящие электричество, были изобретены в XIX веке в Дании. Там в 1890 году была построена первая ветроэлектростанция, а к 1908 году насчитывалось уже 72 станции мощностью от 5 до 25 кВт. Крупнейшие из них имели высоту башни 24 м и четырехлопастные роторы диаметром 23 м.

Предшественница современных ветроэлектростанций с горизонтальной осью и башней высотой 30 м имела мощность 100 кВт и была построена в 1931 году в советской Ялте.

К 1941 году единичная мощность ветроэлектростанций достигла 1,25 МВт. В период с 1940-х по 1970-е годы ветроэнергетика переживала период упадка в связи с интенсивным развитием передающих и распределительных сетей, дававших независимое от погоды энергоснабжение за умеренные деньги. Возрождение интереса к ветроэнергетике началось в 1980-х годах, когда в Калифорнии начали предоставляться налоговые льготы для экологически чистой энергии.

В 1981 году общая мощность ветроустановок составляла всего 15 тыс. кВт. К 1985 году она возросла до 1,1 млн, к 1990 году – до 2 млн, к 1995 году – до 5 млн (такие установки давали тогда сово-



1931 год – предшественница современных ветроэлектростанций мощностью 100 кВт с горизонтальной осью в Ялте

купно 8 млрд кВт·ч электроэнергии), а к 2000 году – до 13 млн кВт.

До середины 1990-х годов по суммарной мощности ВЭУ первое место занимали США: в 1985 году на эту страну приходилось 95%, да и в 1994 году – 48% всех мировых мощностей. В штате Калифорния находятся самые крупные в стране отдельные ветроэлектростанции и самые большие «ветровые фермы» (на одной из них размещено около 1000 ВЭУ, так что ее суммарная мощность превышает 100 МВт).

Однако во второй половине 1990-х годов мировое лидерство в ветроэнергетике перешло к Западной Европе, где уже в 1996 году было сосредоточено 55% мировых мощностей ветроэнергетических установок. В первую пятерку по использованию ветроэлектростанций входят Германия, Дания, Нидерланды, Великобритания и Испания.

До начала 1990-х годов европейское первенство удерживала страна – родоначальник ветроэнергетики – Дания. Затем ее сменила Германия, мощности ветроустановок которой в 1999 году достигли 4 млн кВт, а выработка электроэнергии на них – 6 млрд кВт·ч. В середине 1990-х годов ветроэнергетические установки Западной Европы обеспечивали бытовые потребности в электроэнергии примерно 3 млн человек. В рамках ЕС была поставлена задача к 2005 году увеличить долю ветроэнергетики в производстве электроэнергии до 2%, а к 2030 году – до 30%.

Из других стран мира настоящий рывок в этой сфере в 1990-е годы предприняла Индия, которая в результате осуществления большой государственной программы строительства ВЭУ, рассчитанной на привлечение иностранного капитала, по их суммарной мощности обогнала Данию и вышла на третье место в мире после США и Германии.

### Гелиоводонагреватели

Люди с давних времен нагревали воду, выставляя различные емкости с водой на солнце. Зарождение современной гелиоэнергетики произошло с появлением солнечного коллектора для подогрева воды. Самый известный из них – плоский коллектор – был изготовлен в 1767 году швейцарским ученым по имени Горацкий де Соссюр. Технология изготовления солнечных коллекторов достигла практически современного уровня в 1908 году, когда Вильям Бейли из американской Carnegie Steel Company изобрел коллектор с теплоизолированным корпусом и медными трубками. Бизнесмен из Флориды, купивший у Бейли патент, к 1941 году продал почти 60 тыс. коллекторов. Введенное в США во время второй мировой войны нормирование меди привело к резкому падению рынка солнечных нагревателей.

Самая высокая их плотность из расчета на душу населения была достигнута в Израиле и на Кипре. Так, в Израиле 800 тыс. солнечных коллекторов обеспечивают горячей водой 70% жителей этой страны. Солнечные коллекторы применяются также в Китае, Индии, ряде стран Африки (преимущественно для привода в действие насосных установок) и Латинской Америки.

### Climax Solar-Water Heater

UTILIZING ONE OF NATURE'S GENEROUS FORCES

**THE SUN'S HEAT** (Stored up in Hot Water for Baths, Domestic and other Purposes.)

GIVES HOT WATER at all HOURS OF THE DAY AND NIGHT.

NO DELAY.

NO CARE NO WORRY.

ALWAYS CHARGED ALWAYS READY.

THE WATER AT TIMES ALMOST BOILS.

**Price, No. 1, \$25.00**

This Size will Supply sufficient for 3 to 6 Baths.

CLARENCE M. KEMP, BALTIMORE, MD.





**Изобретатели кремниевой солнечной батареи, слева направо: Д. Пирсон, Д. Чапин, К. Фуллер**

### Фотовольтаика

Явление фотоэффекта было впервые замечено еще в 1839 году А. Беккерелем. В 1883 году Чарльз Фриттс создал первый солнечный модуль с КПД около 1%. Основой изобретения был покрытый тонким слоем золота селен. Лишь в 30-х годах XX века в СССР в физикотехническом институте под руководством академика Иоффе удалось впервые получить электрический ток, используя явление фотоэффекта. Были созданы первые солнечные сернисто-таллиевые элементы с КПД 1%.

В начале 50-х годов XX века американские ученые Пирсон, Фуллер и Чапин изобрели и запатентовали первый кремниевый солнечный элемент с КПД около 6%. В начале 50-х годов XX века началось широкое практическое применение солнечных элементов. В 1957 году в СССР был запущен первый искусственный спутник с применением фотогоальванических элементов, а в 1958 году США произвели запуск искусственного спутника Explorer 1 с кремниевыми солнечными панелями.

В 1970 году в СССР Жоресом Алферовым и его соратниками была создана первая высокоэффективная гетероструктурная (с применением галлия и мышьяка) солнечная батарея. К середине 1970-х годов удалось поднять КПД солнечных элементов до 10%. После 20-летнего застоя к середине 1990-х годов ученым мира удалось увеличить КПД солнечных элементов до 15%, а к началу XXI века – уже до 20%. Серьезным позитивным сдвигом послужило создание американцами в 1990-х годах более эффективных, цветосенсибилизированных типов солнечных батарей. В 1989 году была создана солнечная батарея, работающая с КПД более

30%. В 1995 году появились первые экспериментальные разработки тонкопленочных фотогоальванических элементов, в качестве основы для которых использовался тончайший пластик (thin-film photovoltaic cell).

Первая фотоэлектростанция была сооружена в Калифорнии в 1981 году. Хотя получаемая посредством фотоэлектрических модулей электроэнергия продолжала оставаться еще весьма дорогой (30 центов за 1 кВт·ч), наиболее богатые страны развернули широкую кампанию за установку солнечных батарей на крышах и фасадах домов. Лидерство в этом деле захватила Япония, которая контролировала около 1/3 мирового рынка фотоэлектрических элементов. Первый государственный проект финансовой поддержки владельцев «солнечных» домов был принят в Германии в 1990 году и назывался «1000 солнечных крыш». Вслед за Германией подобный проект, но уже под названием «100 000 солнечных крыш» был принят для всех стран – членов ЕС. В США в 1997 году тогдашний президент страны Клинтон провозгласил программу «Миллион крыш». В Японии похожий проект назывался «70 000 солнечных крыш». А в Монголии аналогичный проект был назван «100 000 солнечных юрт».

### Башенные и параболические ЭС

Превращение солнечной энергии в электрическую активно реализовывалось в башенных и параболических солнечных электростанциях. В 1970-х – начале 1980-х годов башенные ЭС были построены в США, Японии, Испании, Италии, во Франции, в СССР, но затем они были остановлены из-за неконкурентоспособности. Однако опыт, накопленный при их эксплуатации, позволил начать проектирование нового поколения таких ЭС.

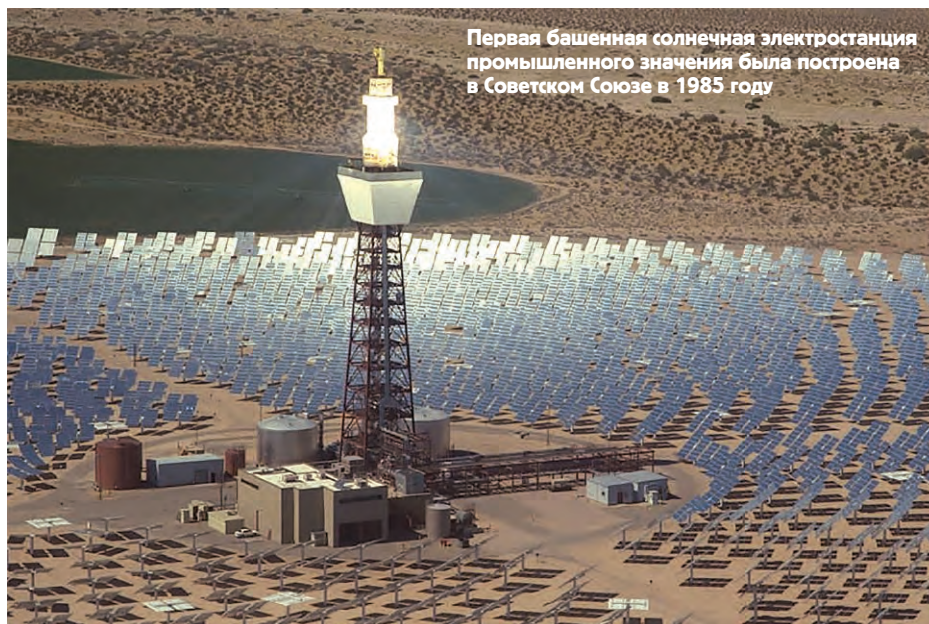
Первая солнечная электростанция промышленного значения была построена в Советском Союзе в 1985 году вблизи г. Щелкино в Крыму (Крымская СЭС-5). Ее пиковая мощность равнялась пиковой мощности первого ядерного реактора. Однако в середине 1990-х годов ее закрыли из-за низкой производительности и высокой стоимости производимого ею электричества.

В США же 1990-е годы – время активного развития солнечных технологий и их использования в промышленных масштабах. В конце 1989 года компанией Loose Industries была запущена 80-мегаваттная солнечная электростанция. В течение всего лишь пяти последующих лет этой же компанией только в штате Калифорния было построено подобных солнечных электростанций на 480 МВт, причем стоимость одного солнечно-газового киловатт-часа была доведена до 7–8 центов, что оказалось вдвое меньше стоимости энергии, производимой на АЭС.

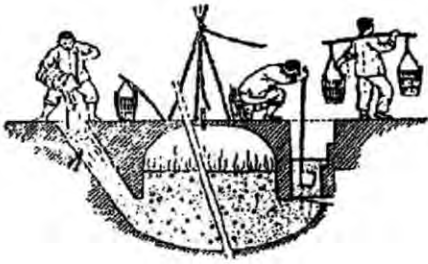
### Сбраживание биомассы

Известно использование биогаза и в древние времена – для нагрева воды в ваннах Ассирии (X век до н.э.) и Персии (XVI век н.э.). Установки по растительному сбраживанию с выделением биогаза ведут свою историю с VII–XVIII веков. А первый реактор, работавший на осадках сточных вод, был построен в Англии в начале XX века.

Производство биогаза, хотя и полукустарными способами, получило наибольшее развитие в Китае, где на рубеже третьего тысячелетия насчитывали миллионы биогазовых установок, рассчитанных на одну семью. Быстро растет число таких установок в Индии. Есть они также в странах Юго-Восточной Азии, Центральной Америки, СНГ.



**Первая башенная солнечная электростанция промышленного значения была построена в Советском Союзе в 1985 году**



**Простейшая китайская биогазовая установка**

Крупнейший в мире производитель этилового спирта – Бразилия. С целью замены импортной нефти здесь в 1970-х годах была разработана, а затем осуществлена в широких масштабах специальная программа «Этанол», предусматривавшая создание специальных плантаций сахарного тростника, из которого получают этиловый спирт, и сооружение в сельской местности 280 дистилляционных заводов. Теперь значительная часть автопарка страны работает либо на чистом этаноле, либо на спирто-бензиновых смесях.

### Геотермальная энергия

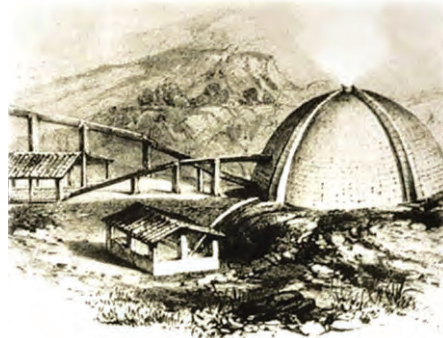
Первая промышленная геотЭС была построена в итальянской провинции Тоскана, в местечке Лардерелло около Пизы в 1913 году. Затем в Италии стали работать и другие небольшие геотЭС. В 1920-х годах начали строить геотЭС в Японии, в 1950-х – в Новой Зеландии и Мексике, в 1960-х – в США, в 1970-х – в Китае, Индонезии, Турции, Кении, Сальвадоре, на Филиппинах, в 1980-х – в ряде стран Центральной Америки, в 1990-х – в Австралии. Соответственно и суммарная мощность геотЭС мира возрастала следующим образом (в тыс. кВт): в 1950 году – 240, в 1960 году – 370, в 1970 году – 715, в 1980 году – 2400, в 1990 году – 8770. В этот период число стран, имеющих геотЭС, превысило 20.

До недавнего времени абсолютное первое место по количеству (около 20) и мощности

(более 3,2 млн кВт) геотЭС занимали США. В этой стране геотермальные электростанции работают в штатах Юта, Гавайи, но большинство их находится в северной части Калифорнии, в Долине гейзеров. Однако с начала 1990-х годов разработки геотермальных установок в США явно замедлились, почти прекратилась практика предоставления разного рода льгот производителям и потребителям геотермальной энергии. К тому же геотЭС в Долине гейзеров пострадали от падения внутреннего давления и уменьшения поступления горячего пара. Так что в последнее время строительство новых геотЭС в стране не происходило.

Вторым мировым лидером в области геотермальной электроэнергетики стали Филиппины, которые уже в 1995 году имели несколько геотЭС мощностью 2,2 млн кВт и ныне, по-видимому, по этому показателю уже обогнали США. Первая геотЭС была сооружена здесь в 1977 году с помощью иностранного капитала. Согласно расчетам, к 2000 году геотермальные электростанции этой страны должны были удовлетворять до 30% ее потребности в электроэнергии. Далее по объемам производства электроэнергии на геотЭС следуют Мексика, Италия и Япония. ■

**Коллектор для сбора термальной борной воды в Лардерелло (Италия), первая половина XIX века**



Подготовил Д. Станюта

## Ветряная генерация в Европе вышла на второе место



Ветряная энергогенерация в Европе вышла на второе место, уступив лишь газовой, но уже обойдя угольную. Европейская ассоциация ветроэнергетики WindEurope в своем ежегодном докладе сообщает, что по итогам 2016 года генерация ветряной энергии в Европе превзошла угольный сектор и составила 153,7 ГВт (только в прошлом году было введено мощностей на 12,5 ГВт, что составило более половины всех введенных мощностей в ЕС в целом).

Наибольшую активность проявила Германия, где мощности ветряной генерации увеличились на 5,4 ГВт и достигают 50 ГВт. На втором месте Франция (плюс 1,6 ГВт при 12,1 ГВт общей мощности), на третьем – Нидерланды (плюс 887 МВт при 4,5 ГВт общей мощности). Успешны в установке новых ветряков также Финляндия, Ирландия и Литва. Инвестиции в отрасль за прошлый год в целом по Европе выросли на 4% и достигли 27,5 млрд евро.

Самую большую долю в энергобалансе, по данным WindEurope, ветряная энергетика занимает в Дании (36,8%). За ней следуют Ирландия (24,7%) и Испания (19%). В Германии ветер обеспечивает 16% энергопотребления.

Ряд стран планируют к 2035–2050 годам полностью отказаться от ископаемых энергоносителей.

Газета.ru

## Европе удалось сократить энергопотребление до уровня 1990 года

Европа достигла рекордного показателя энергопотребления – на 11,6% ниже уровня 1990-го года. Так, в 2015 году валовое внутреннее потребление энергии в Европейском союзе составило 1 млрд 626 млн тонн нефтяного эквивалента, то есть снизилось на 11,6% до более низкого уровня, чем в 1990 году.

В то же время в ЕС основными источниками энергии

по-прежнему остаются газ и нефть – 73% от общего потребления энергоресурсов (в 1990 году этот показатель достигал 83%). При этом растет зависимость от импорта энергоносителей – в 2015 году было импортировано 73% энергоносителей, тогда как в 1990 году – 53%. Больше всех от нефти и газа зависят Германия – 19% от общего объе-

ма валового внутреннего потребления энергии ЕС в нефтяном эквиваленте, Франция (16%), Великобритания (12%), Италия (10%), Испания (7%) и Польша (6%).

По данным статистического ведомства ЕС, лидерами в ЕС по снижению валового внутреннего потребления энергии в нефтяном эквиваленте стали Латвия, Литва и Эстония, а так-

же страны Восточной Европы: Болгария, Чехия, Словакия, Польша и Румыния. Как известно, европейские регуляторы планируют обязать страны ЕС к 2030 году сократить потребление энергоресурсов на 30%. На данный момент 29 стран-членов ЕС приближаются к сокращению использования энергии на 23,9%.

vestifinance.ru



**В.П. Нистюк,**  
исполнительный директор Ассоциации  
«Возобновляемая энергетика»



# КАК РАЗВИВАТЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМУЮ ЭНЕРГЕТИКУ В БЕЛАРУСИ

*Каменный век закончился не потому, что закончились камни, — точно так же можно сказать, что нефтяной век уже закончился.*

*Глава Сбербанка России Герман Греф*

Нынешнее состояние возобновляемой энергетики в стране, прежде всего, характеризуется тем, что эта отрасль находится на подъеме. Постепенно смещаются акценты: сегодня ВИЭ больше работают не на энергетическую, а на экологическую безопасность.

Если еще в 2008 году в Беларуси не было ни одной солнечной электростанции, то сегодня работают 40 солнечных электростанций общей установленной мощностью 50,5 МВт и более 300 солнечных водонагревателей.

Если в 2008 году у нас не действовал ни один биогазовый комплекс, то сегодня их — 17 общей мощностью 26,5 МВт.

Если в 2008 году в стране работало два ветрогенератора суммарной установленной мощностью всего 800 кВт, то сегодня функционирует 72 ветроустановки на 68,4 МВт.

Главной причиной такого быстрого развития ВИЭ стала политическая воля главы государства, поддержанная страной. Практическая реализация Директивы Президента от 14 июня 2007 г. № 3 «Экономия и бережливость — главные факторы экономической безопасности государства» ярко показала, что достижение серьезных результатов возможно только в тесном альянсе государством, бизнесом, наукой, образованием и гражданским обществом.

## Бизнес-перспективы

К сожалению, на уровне страны людские и финансовые ресурсы вкладываются в основном в масштабные, дорогостоящие проекты, которые можно с апломбом презентовать на внутреннем и внешнем рынке. А на автономные, малозаметные, но крайне важные проекты возобновляемой энергетики и энергосбережения внимания обращено недостаточно. Если реконструкция и строительство крупных энергетических объектов проводится активно и целеустремленно, то развитие и внедрение новых технологий на среднем и малом уровне практически остается в роли пасынка.

Тем не менее, Ассоциация «Возобновляемая энергетика» оказывает постоянное содействие развитию производства отечественного инновационного оборудования. Ее члены в настоящее время находятся на острие разработки и внедрения инновационных отечественных разработок.

Члены Ассоциации установили на территории Республики Беларусь более 100 солнечных тепловых коллекторов. Члены Ассоциации ООО «Модус Проджектс», ООО «Энергия века», НПО «Малая энергетика» нашли возможность за счет иностранных и местных инвесторов создать солнечные электростанции общей установленной мощностью 9 МВт, малые ГЭС и ветропарки. ООО «Биогазстрой» проводит работу по созданию биогазовых комплексов с отечественными и иностранными инве-

стициями в Логойском районе. Биогазовые комплексы в Витебской области возводят коллеги из «Модус Проджектс». НПО «Малая энергетика», которое совместно с ООО «Энергомас» создало и реконструировало в Республике Беларусь несколько десятков малых ГЭС, получило первый приз на Международном конкурсе инноваций в малой энергетике в Челябинске.

Иностранное ООО «Вирео Энерджи» построило уже четыре объекта утилизации полигонного свалочного газа. Только за первые 4 месяца эксплуатации их первой установки на полигоне твердых бытовых отходов вблизи Витебска было получено более 1 миллиона 700 тысяч киловатт-часов электроэнергии. При традиционном подходе для этого понадобилось бы более 470 тонн условного топлива.

Член Ассоциации ООО «Экохимпром» производит уникальные энергоэффективные фильтрационные системы для очистки воды и воздуха. ООО «Завод аэроэнергопром» начал выпускать системы пиролизной утилизации отходов с получением генератор-

**Фотоэлектрические панели на крыше объекта животноводства**





ного газа, жидкого топлива и пиролизного кокса. Началась совместная с российской компанией «Энергия» проработка вопроса производства в Беларуси RDF-топлива в соответствии с утвержденной в прошлом году государственной концепцией.

Особо важной задачей является создание новых уникальных схем финансирования проектов возобновляемой энергетики и энергосбережения.

Безусловно, необходимо внедрять в стране новейшие технологии, имеющиеся в мире. Но не менее важно создавать собственный научный и производственный потенциал для такой работы. Нельзя добиться серьезного продвижения вперед без реальной поддержки масштабных научных разработок по тематике возобновляемой энергетики и энергосбережения. Требуется пересмотр отношение к изобретателям и рационализаторам.

Параллельно следует налаживать диалог власти с отечественным бизнесом, который может в рамках государственно-частного партнерства вложить в новые источники энергии свои собственные средства. Необходимо развитие и наращивание венчурного фонда для финансирования новых разработок. Мы поддерживаем реформирование республиканского централизованного инновационного фонда и рассчитываем на активное сотрудничество с ним.

### Нормативно-правовая база

Важнейшая заслуга Беларуси в развитии ВИЭ – своевременное и качественное создание стимулирующей нормативно-правовой базы. Одной из главных задач нашей Ассоциации в этом плане была и остается разработка предложений в акты законодательства. В 2009–2011 годах представители Ассоциации активно участвовали в рабочих группах по разработке проектов законов «О возобновляемых источниках энергии» и «О государственно-частном партнерстве». С Ассоциацией советовались при введении тарифной политики новой энергетической отрасли.

Однако этот позитивный процесс сегодня заходит в тупик.

На уровне правительства и Белорусской торгово-промышленной палаты был поставлен вопрос по поводу признания энергии товаром собственного производства, что особенно важно для предприятий и организаций, эксплуатирующих объекты ВИЭ в сельской местности. Однако воз и ныне там. А для инвесторов решение такого вопроса могло бы помочь сократить сроки окупаемости объектов.

Предлагаем внести необходимые изменения в части производства электрической и тепловой энергии с использованием ВИЭ в «Положение об отнесении продукции (ра-



Когенерационная установка  
ООО «Вирео Энерджи»

бот, услуг) к продукции (работам, услугам) собственного производства», утвержденное Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 17 декабря 2001 г. № 1817, дополнив п. 3 следующим или подобным абзацем:

« - изготовление продукции (электрической и (или) тепловой энергии) осуществляется с использованием возобновляемых источников энергии».

Благодаря депутатам Палаты представителей, мы ознакомились с предложениями правительства по внесению изменений в закон «О возобновляемых источниках энергии». Поразительно, но в нем как не было, так и нет ни слова о применении ВИЭ в теплоэнергетике. В этом случае или закон надо переименовать, введя название «О возобновляемых источниках электрической энергии», или следует ввести в него положения о стимулировании выработки и механизмах продажи тепловой энергии. Иначе кому будет интересно и выгодно внедрять тепловые насосы (низкопотенциальная геотермальная энергия), геокolleкторы, биогазовые комплексы?

Можно проработать вопрос об упразднении льготных и стимулирующих коэффициентов и введении фиксированных тарифов на различные виды ВИЭ с правом корректировки соответствующим органом, исходя из текущей обстановки в энергетике.

К сожалению, не совсем качественным продуктом является государственный кадастр возобновляемых источников энергии. В отсутствие глубокого проработанного анализа потенциала страны в области возобновляемой энергетики, базовые положения кадастра были написаны около десяти лет назад без серьезного анализа реалий и уже не соответствуют действительности. Появились новые технологии мониторинга

ветра и солнца и использования оборудования. На предполагаемых территориях размещения ВИЭ созданы новые объекты инфраструктуры государства. Изменились конфигурация и потенциал электросетей. Поэтому мы готовы помочь Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь поднять кадастр до современного уровня.

### Широкое информирование и продвижение ВИЭ

Особое внимание следует уделять пропаганде преимуществ возобновляемых источников энергии и перспектив их развития, оказанию организационного, научно-методического и информационного содействия руководителям предприятий во внедрении объектов возобновляемой энергетики.

За семь с половиной лет работы Ассоциации ее руководители и члены приняли участие более чем в 100 международных конференциях и форумах. С нами активно сотрудничают 12 официальных зарубежных партнеров из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Представители Ассоциации активно выступают в СМИ, работают на областных инвестиционных и инновационных форумах во всех областях Республики Беларусь. Совместно с Департаментом по энергоэффективности приняли участие в финале ежегодного Республиканского конкурса «Лидер энергоэффективности-2016».

Ассоциацией проведены Дни эффективной энергетики с комплексной презентацией новых энергосберегающих технологий и возобновляемых источников энергии в Гродно, Могилеве, Новополоцке, Бобруйске, Новогрудском, Славгородском, Столбцовском, Дзержинском, Браславском, Слуцком, Березинском, Гродненском районах, дваж-

ды в Полоцке, а также организованы целевые семинары-презентации в рамках республиканских энергетических и экологических форумов и выставок «Деревообработка».

Требуется более целенаправленная широкая просветительская работа во всех слоях населения с целью привлечения внимания граждан к проблеме использования «чистой» энергии. Мы предлагаем ввести в стране практику ежегодного проведения масштабных дней устойчивой энергетики: на республиканском уровне, с участием депутатского корпуса, управленцев всех уровней, бизнесменов, ученых, общественных организаций.

### **Образование и подготовка кадров**

Жизнь убеждает, что нужна новая система подготовки и повышения квалификации кадров, способных эффективно использовать природный потенциал энергетики. Но для того, чтобы имеющийся потенциал был задействован эффективно, надо переподготовить десятки тысяч специалистов, в том числе и центральных органов управления, которые пока плохо представляют себе этот вектор работы и его перспективы.

В области подготовки и повышения квалификации специалистов новой отрасли, персонала членов Ассоциации началась совместная работа с Республиканским институтом профобразования для создания филиала РИПО – ресурсного центра «ЭкоТехнопарк Волма».

Оказывается помощь Международному государственному экологическому институту им. А.Д. Сахарова БГУ в организации учебной практики студентов на предприятиях Ассоциации и в распределении выпускников.

ОАО «Конструкторское бюро «Дисплей» создало крупный региональный техноцентр обучения и просвещения по возобновляемой энергетике в Витебской области.

Для Новогрудского государственного агротехнического колледжа подготовлены предложения по введению в нем новой квалификации «Техник по энергосберегающим технологиям и возобновляемым источникам энергии».

В помощь преподавателям и студентам профильных вузов и учащимся средне-специальных учебных заведений были выпущены книги «Возобновляемая энергетика и энергетическая безопасность» и «Возобновляемая энергетика и энергоэффективность». В настоящее время вышла в свет новая книга «Энергетика и экологическая безопасность». Наши учебные пособия получили высокую оценку в органах государственного управления, у профессорско-преподавательского состава белорусских и зарубежных учреждений образования, а также у обучающихся.

### **Международная интеграция, проекты и связи**

Одним из главных условий успешного решения задач энергосбережения и энергоэффективности остается эффективное использование опыта партнеров, в том числе и по интеграционным формированиям. Следует признать, что наблюдается активизация во внедрении и использовании ВИЭ в Российской Федерации и в других странах – членах интеграционных формирований, в которые входит Беларусь. Поэтому особенно актуальной является унификация нормативно-правовой базы возобновляемой энергетики в рамках ЕАЭС и СНГ. Самое время активизировать контакты структур, способных реализовать совместные проекты или внести в них существенную лепту, совместить усилия по продвижению нашего опыта в интересах белорусских предприятий и организаций в проектах на территории этих стран.

Необходимо проявить больше настойчивости для участия в международных проектах ООН, ЕС, различных зарубежных фондов и центров, касающихся возобновляемой энергетики. По некоторым данным, сумма общей помощи зарубежных партнеров на ближайшее пятилетие может составить около 1 млрд евро.

\* \* \*

Мы не просим денег у государства. Наоборот, подтягиваем инвесторов и сами инвестируем в «чистую» энергетику.

Главное – работать в тесной связке государства, бизнеса, науки, образования и гражданского общества. Только вместе мы сможем надежно обеспечить энергетическую и экологическую безопасность нашей любимой Беларуси.

### **«Возобновляемая энергетика»: 11 аргументов «за»**

В 2010 году суммарная установленная мощность ветряных турбин, заводов биотоплива, электростанций на топливе из отходов и солнечных электростанций в мире впервые достигла 381 ГВт, превысив общую мощность ядерных электростанций, равную 375 ГВт.

Согласно последнему стратегическому сценарию Еврокомиссии – Дорожной карте по энергетике до 2050 года – доля возобновляемых источников энергии к 2050 году определена на уровне 75%, а в электрогенерации – до 97%.

Значимость внедрения возобновляемых источников энергии для решения проблемы энергетической и экологической безопасности неопределима в силу следующих аргументов:

1. Возобновляемая энергетика – наиболее быстрый и дешевый способ решения проблем энергоснабжения удаленных населенных

пунктов и автономных объектов, не подключенных к сетям общего пользования.

2. Возобновляемая энергетика – быстрый и дешевый способ энергообеспечения предприятий малого и среднего бизнеса, который к тому же создает дополнительные рабочие места.

3. Строительство объектов возобновляемой энергетики не требует больших единовременных капиталовложений и осуществляется за короткое время (1–3 года) в отличие от 5–10-летних сроков строительства объектов традиционной энергетики.

4. Крупные объекты возобновляемой энергетики уменьшают дефицит мощности и энергии в энергосистемах, что устраняет многие препятствия в развитии промышленности.

5. Возобновляемая энергетика способствует развитию инновационных направлений в промышленности и увеличению экспортного потенциала страны. Тем самым расширяется экспорт наукоемкого оборудования.

6. В установках возобновляемой энергетики реализуются достижения многих научных направлений: теплотехники, генераторо- и турбостроения, микроэлектроники, силовой электроники, нанотехнологий, материаловедения, автоматизации, метеорологии, аэродинамики и т.д., что стимулирует научно-технический прогресс в целом в стране.

7. Возобновляемая энергетика повышает экологическую безопасность, снижая вредные выбросы. В Республике Беларусь ежегодно производится выброс 90 млн тонн вредных для атмосферы веществ. Из них поглощается только около 25 млн тонн. Возникает вопрос: как мы сможем выполнить климатические обязательства нашей страны без перехода к «зеленой» энергетике?

8. Возобновляемая энергетика способствует повышению энергетической безопасности за счет диверсификации и децентрализации топливно-энергетического баланса страны.

9. В возобновляемой энергетике отсутствует потенциальная опасность техногенных катастроф при любом виде разрушений энергоустановок.

10. При внедрении новых технологий возобновляемой энергетики привлеченный и специально подготовленный технический персонал получает новые знания и навыки, что способствует повышению интеллектуального уровня общества.

11. Диверсификация энергоисточников за счет возобновляемой энергетики позволяет избежать политического и экономического давления со стороны стран и групп стран, владеющих традиционными энергоресурсами. ■





## **KSB:** комплексные решения из «одних рук»

Концерн KSB - всемирно известный поставщик комплексных решений для промышленности и энергетики. Насосы, трубопроводная арматура, профессиональная техническая и сервисная поддержка в течение всего жизненного цикла оборудования - немецкое качество, идеальная сочетаемость, максимальная экономия электроэнергии и безупречная эксплуатация.

Дополнительная информация на сайте [www.ksb.by](http://www.ksb.by)

### ► 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

УНП 191759977







**Ю.И. Домковский,**  
руководитель сервисного центра СЗАО «Филтер»

# НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЕРВИСА ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ GE JENBACHER В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**В настоящее время в Республике Беларусь эксплуатируется более 100 газовых двигателей GE Jenbacher (Австрия), что составляет большинство когенерационных установок, работающих в стране.**

Компания General Electric вкладывает огромные средства в модернизацию линейки производимых двигателей и разработку нового программного обеспечения, позволяющего следить за работой газовых двигателей в режиме реального времени, а также предупреждать аварийные ситуации.

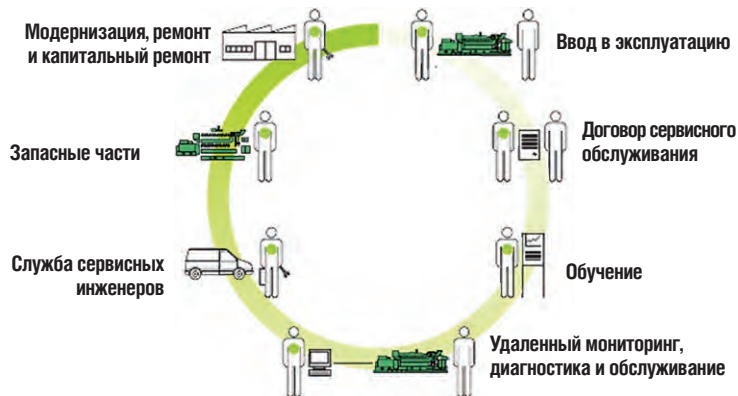
На территории Республики Беларусь продажа и дальнейшее сервисное обслуживание газовых двигателей GE Jenbacher осуществляет компания СЗАО «Филтер».

Сервисный центр компании СЗАО «Филтер» является единственным авторизованным сервисным центром компании GE Jenbacher в Республике Беларусь.

В сервисном центре компании СЗАО «Филтер» работает 19 человек, а именно: руководитель сервисного центра, его заместитель, специалист по работе с клиентами, специалист по развитию сервиса, специалист по сервисному обслуживанию и специалист по продаже запасных частей, а также 13 сервисных инженеров.

В настоящий момент за пределами г. Минска инженеры сервисного центра компании СЗАО «Филтер» на постоянной основе размещаются и работают в трех городах (в Гродненской области – г. Гродно и г. Сморгонь, в Гомельской области – г. Речица).

## Принципиальная схема работы сертифицированного заводом GE Jenbacher сервисного центра компании СЗАО «Филтер»



Принципиальная схема работы авторизованного сервисного центра СЗАО «Филтер» приведена ниже.

Компания СЗАО «Филтер» постоянно вкладывает средства в развитие сервисного центра.

Сервисные инженеры ежегодно повышают свою квалификацию как на территории Республики Беларусь, так и на заводе – изготовителе газовых двигателей GE Jenbacher (г. Йенбах, Австрия).

Технические специалисты сервисного центра (по продаже запасных частей, по сервисному обслуживанию и развитию сервиса) также проходят ежегодное обучение по программам компании General Electric.

Важнейшей задачей развития сервисного центра в 2017 году является подготовка сервисных инженеров, осуществляющих первичные пусконаладочные работы на газовых двигателях, по программам специалиста компании General Electric.

Позатипная подготовка такого сервисного инженера была начата компанией СЗАО «Филтер» несколько лет назад и потребовала значительных финансовых средств.

После получения сертификата специалистов по первичному запуску газовых двигателей GE Jenbacher

## Решение для управления активами – myPlant APM

- **Снижение затрат на техобслуживание...**  
снижение отказов за счет удаленного управления, раннее обнаружение проблем и обслуживание по состоянию
- **Увеличенная доступность...**  
ускоренный возврат в эксплуатацию и снижение незапланированных работ
- **Более низкие эксплуатационные затраты...**  
централизованный доступ к данным по парку установленного оборудования, мобильность и автоматическая отчетность



СЗАО «Филтер» самостоятельно смогут выполнять запуск газовых двигателей GE Jenbacher на вновь возводимых объектах в Республике Беларусь, что также поможет снизить стоимость данной услуги, оказываемой заказчику.

Новым этапом развития сервисного центра на рубеже 2016/2017 гг. стала организация работы группы сервисных инженеров в круглосуточном режиме, в формате 24/7, на объекте, расположенном в г. Сморгонь.

В дальнейших планах развития сервисного центра СЗАО «Филтер» – организация работы в формате 24/7 службы технической поддержки.

Компания General Electric постоянно ведет разработку систем мониторинга и раннего предупреждения нештатных ситуаций на газовых двигателях GE Jenbacher.

Последней разработкой компании General Electric в области мониторинга работы газовых двигателей GE Jenbacher является система MyPlant.

Система MyPlant является системой удаленного мониторинга работы газовых

двигателей в режиме реального времени. Система имеет возможность раннего предупреждения внештатных ситуаций, а также возможность информирования заказчиков о ключевых событиях и аналитических предупреждениях посредством SMS-оповещения либо e-mail-сообщения.

Система MyPlant позволяет заказчику подключаться к APM оператора и просматривать параметры работы газовых двигателей.

В дополнение к основной системе MyPlant существует мобильное приложение, которое позволяет следить за работой газовых двигателей GE Jenbacher в режиме реального времени с помощью смартфона либо планшета.

Новые разработки компании General Electric в области улучшения работы газовых двигателей GE Jenbacher, а также улучшения системы мониторинга и диагностики неисправностей в работе газовых двигателей позволяют компании General Electric оставаться мировым лидером в данном секторе производства.

Гарантией устойчивой и безаварийной работы газовых двигателей GE Jenbacher является использование оригинальных запасных частей.

К сожалению, существующая в Беларуси процедура закупок позволяет некоторым поставщикам предлагать к использованию неоригинальные запасные части для газовых двигателей GE Jenbacher.

Использование неоригинальных запасных частей, особенно фильтрующих элементов и запасных частей шатунно-поршневой группы, приводит к выходу из строя оборудования и, как следствие, к достаточно дорогостоящему ремонту.

Разница в стоимости оригинальных и неоригинальных запасных частей незначительна и даже при самом крупном техническом обслуживании не может сравниться со стоимостью капитального ремонта, который необходимо будет провести заказчику в случае поломки двигателя.

Ниже приведены фотографии последствий использования неоригинальных запасных частей.

Оригинальность происхождения запасных частей может быть подтверждена соответствующим сертификатом, выданным на поставляемую партию товара. Большинство поставщиков неоригинальных запасных частей не могут предоставить такие сертификаты.

На рынке обслуживания газовых двигателей GE Jenbacher стали появляться все новые компании, которые предлагают провести сервисное обслуживание и капитальный ремонт газовых двигателей. Однако при выборе таких компаний заказчик должен учитывать, что в случае неудачно проведенного ремонта или технического обслуживания завод-изготовитель не сможет признать гарантийные обязательства, связанные с выполнением таких работ, и как следствие, восстановление работоспособности двигателя будет проводиться за счет самого заказчика.

В случае использования оригинальных запасных частей и выполнения работ подготовленным персоналом завод-изготовитель GE Jenbacher примет на себя все гарантийные обязательства и компенсирует затраты на восстановление работоспособности газовых двигателей.

Выполнение капитального ремонта не на заводе-изготовителе GE Jenbacher также может привести к поломке двигателя, в результате чего отремонтированному газовому двигателю потребуется новый капитальный ремонт. Такие случаи в Республике Беларусь уже зафиксированы.

С целью максимального удовлетворения потребностей заказчиков в обслуживании газовых двигателей GE Jenbacher компания СЗАО «Филтер»

совместно с компанией General Electric предлагает на выбор три варианта сервисных договоров:

**1. Стандартный (наиболее часто используемый) договор** – включает в себя выполнение плановых и внеплановых работ по техническому обслуживанию оборудования с использованием оригинальных запасных частей.

По данному договору подрядчик обязуется иметь на своем складе аварийный запас оригинальных запасных частей, перечень которых согласовывается заранее в ходе переговоров между сторонами. Оплата работ сервисных инженеров осуществляется по существующим тарифам компании СЗАО «Филтер».

**2. Договор поставки запасных частей Material Stream Agreements (MSAs)** включает:

- Поставку запчастей для интервалов, кратных ТО 2000, 10 000, 20 000, 30 000 и замену свечей зажигания.
- Своевременное оповещение и согласованные сроки регламентных работ.

MSA не включают в себя поставку газа и масла, а также ремонт и внеплановое тех. обслуживание. Данный вариант договоров подходит компаниям, в штате которых есть подготовленный и обученный персонал, имеющий достаточный опыт эксплуатации и технического обслуживания газовых двигателей GE Jenbacher. Преимуществом данного договора является то, что заказчик может самостоятельно скорректировать пакет запасных частей в каждой поставке в период заключения договора, исходя из опыта эксплуатации своего флота двигателей.

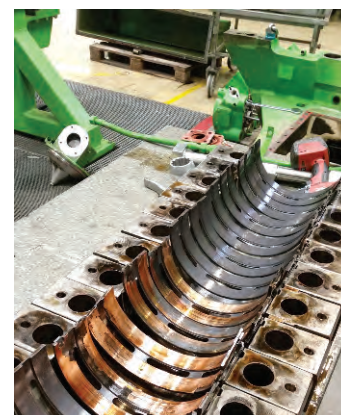
**3. Договор полного сервиса Contractual Service Agreements (CSA)** гарантирует вам следующее:

- Плановое обслуживание (профилактическое) и внеплановые ремонты (корректирующие).
- Все поставляемые запчасти от завода-изготовителя GE Jenbacher.
- Быстрая реакция на технические вопросы через дистанционный контроль 24/7.
- Прогноз эксплуатационных расходов в течение жизненного цикла оборудования через гибкие условия оплаты.
- Гарантированные часы наработки оборудования.
- Дополнительные услуги, такие как капитальные ремонты, поставка и анализ результатов масла.
- Дополнительное увеличение производительности оборудования.

Основным преимуществом данного договора является то, что заказчик получает гарантированную наработку



Последствия использования неоригинальных запасных частей



флота своих газовых двигателей с использованием оригинальных запасных частей.

Данный тип договора позволяет заказчику четко планировать свои расходы.

В настоящее время заказчику предоставлен широкий диапазон выбора вариантов договоров полного сервиса, которые позволяют:

• оптимизировать затраты и повысить производительность оборудования;

• повысить надежность, уменьшить время простоя и обеспечить быстрое возвращение в эксплуатацию оборудования;

• обеспечить доступность, сократить время цикла и оптимизировать расходы на обслуживание;

• оптимизировать затраты на техническое обслуживание, выполняя его на основе состояния оборудования;

• обеспечить непрерывный мониторинг состояния работы оборудования, повысив надежность и увеличить срок службы оборудования.

С целью наилучшего планирования затрат на техническое обслуживание газовых двигателей СЗАО «Филтер» предлагает три варианта оплаты по договорам полного сервиса:

• пакетная система оплаты: оплата по окончании проведения работ по техническому обслуживанию;

• фиксированная оплата + поэтапная оплата: комбинация на основе календарной, почасовой и пакетной систем оплаты;

• фиксированная почасовая оплата: почасовая и/или календарная оплата (ежемесячная, квартальная).

Сотрудничество с компанией СЗАО «Филтер» позволяет заказчику максимально оптимизировать затраты на обслуживание газовых двигателей GE Jenbacher, сократив время простоя оборудования и получая максимальную выгоду.

Стоимость технического обслуживания газовых двигателей составляет от 9% до 13% от экономии денежных средств при внедрении когенерационных технологий на базе газовых двигателей GE Jenbacher в зависимости от типа двигателя.

Компания СЗАО «Филтер» постоянно работает над улучшением качества технического обслуживания поставляемого оборудования, проводя повышение квалификации своих сотрудников и внедряя международные стандарты обслуживания. ■

*По всем вопросам и за дополнительной информацией обращайтесь: официальный представитель GE Jenbacher (Австрия) на территории Республики Беларусь –*

# FILTER

ЭНЕРГИЯ ВОДА РЕШЕНИЯ

Минский р-н, пересечение Логойского тракта и МКАД, Административное здание

АКВАБЕЛ, оф. 502

Тел: +375 17 237 93 63

Факс: +375 17 237 93 64

Моб: +375 29 677 53 83

[www.filter.by](http://www.filter.by)

e-mail: [filter@filter.by](mailto:filter@filter.by)



**А.С. Пилипчук,**  
заместитель начальника управления регулирования воздействия  
на атмосферный воздух и водные ресурсы Минприроды



# РОЛЬ ВИЭ В МИНИМИЗАЦИИ ВЫБРОСОВ И ПРОТИВОДЕЙСТВИИ ГЛОБАЛЬНОМУ ПОТЕПЛЕНИЮ

Сегодня на долю нашей страны приходится 0,01% всех мировых выбросов парниковых газов, из-за которых повышается температура на планете. Это около 90 миллионов тонн парниковых газов в эквиваленте CO<sub>2</sub>, выбрасываемых в атмосферу ежегодно.

В конце 2015 года Беларусь приняла участие в Парижской климатической конференции, на которой государства-участники договорились удержать прирост глобальной средней температуры на уровне ниже двух градусов Цельсия, прилагая усилия к ограничению ее роста в размере 1,5 градуса. Для достижения данной глобальной цели наша страна решила взять на себя обязательство к 2030 году на 28% уменьшить выбросы парниковых газов по сравнению с 1990 годом.

Экономический рост влечет увеличение выбросов. Но международные обязательства Беларуси определили верхнюю границу объемов выбросов. Фактический уровень выбросов парниковых газов в 2014 году составил 91,9 млн т CO<sub>2</sub> экв. Согласно приложению к Указу Президента Республики Беларусь от 16.11.2015 №461, мы обязаны не превысить уровень 96,1 млн т CO<sub>2</sub> экв. Не превысим – значит, выполним обязательства, а если опустимся ниже количества, выбрасываемого сейчас, это будет уже дополнительный «запас», который в случае внедрения у нас

рынка торговли сокращениями выбросов можно будет продавать другим странам.

Каждые пять лет мы должны пересматривать цели в области противодействия глобальному потеплению и делать их более амбициозными. Возможно, 28 процентами дело не ограничится.

Также Парижское соглашение велит странам, которые его ратифицировали, к 2050 году достичь низкоуглеродного баланса. Это значит, что страна может выбрасывать не больше того количества парниковых газов, которое способны поглотить ее леса, луга и болота. Сейчас экосистемы страны избавляют нас от 25 миллионов тонн парниковых газов ежегодно. Эту цифру нужно уточнять, однако пока в мире нет достаточно совершенной методологии для всех типов экосистем, чтобы это рассчитать. Но к 2020 году, когда Парижское соглашение вступит в силу, данную задачу решит рабочая группа, формируемая из наших и зарубежных специалистов, которые проведут необходимые исследования.

## Сокращать выбросы и увеличивать абсорбцию

Данные кадастра выбросов парниковых газов и их абсорбции поглотителями (таблица 1), представленные Республикой Беларусь в секретариат РКИК ООН в 2015 году, а также прогнозные данные по выбросам и поглощению с учетом необходимости достижения сбалансированности между антропогенными выбросами из источников и абсорбцией поглотителями парниковых газов, показывают, что следует устанавливать более амбициозные цели, чем те, что установлены на текущий момент в предполагаемом национально определяемом вкладе. В частности:

– для достижения в 2030 году итогового значения 42,4 млн т CO<sub>2</sub> экв. необходимо сокращать выбросы на 1,56 млн т CO<sub>2</sub> экв. ежегодно и увеличивать абсорбцию парниковых газов поглотителями на 1,16 млн т CO<sub>2</sub> экв. ежегодно относительно фактического уровня 2014 года;

– для достижения сокращения выбросов до уровня 74,2 млн т CO<sub>2</sub> экв. в 2030 году необходимо увеличить обязательства, предусмотренные Указом Президента Республики Беларусь от 16 ноября 2015 года № 461, дополнительно на 16,4%, или «минус 44,4% к уровню 1990 года».

Детализация выбросов парниковых газов по основным секторам приведена на рисунке 1.

Основными источниками абсорбции парниковых газов поглотителями являются лесное и сельское хозяйство. Для выполнения обязательств по увеличению поглощения парниковых газов требуется разработать Национальный план действий по увеличению абсорбции парниковых газов поглотителями на период до 2030 года, в котором предусмотреть, в том числе, следующие подходы, касающиеся энергетики, местных ТЭР и возобновляемых источников энергии:

– расширение использования лесных ресурсов в энергетических целях должно происходить за счет комплексного использования отходов лесозаготовки и деревообработки (наиболее эффективное использование таких отходов путем трансформации в щепу, топливные брикеты, пеллеты);

**Таблица 1. Фактические и прогнозные данные по выбросам и поглощению парниковых газов с учетом выполнения обязательств Республикой Беларусь, млн т CO<sub>2</sub> экв.**

	1990 базовый год	2013 факт	2014 факт	2030 с учетом Указа Президента Республики Беларусь от 16 ноября 2015 года № 461	2030, интерполяция данных за 2014–2050 с целью достижения баланса к 2050 году	2050, баланс
Выбросы	133,5	93,0	91,9	96,1 (–28% от уровня 1990 года)	74,2	43
Поглощение	–24,4	–21,7	–15,6	обязательства не брались	–31,8	–55 очень оптимистический сценарий –43 срединный сценарий –32 пессимистический сценарий
<b>Итого</b>	<b>109,1</b>	<b>71,3</b>	<b>76,3</b>		<b>42,4</b>	<b>0</b>



**Рис 1. Средний уровень выбросов парниковых газов за 2010–2014 годы, млн т CO<sub>2</sub> экв.**



– строительство крупных биогазовых установок на отходах сельского хозяйства; для широкого внедрения биогазовых технологий в сельском хозяйстве необходимо изменить типовые проекты строительства и модернизации животноводческих ферм и птицефабрик.

**Снижать энергоёмкость и углеродоемкость ВВП**

Для выполнения обязательств Республики Беларусь по сокращению выбросов парниковых газов требуется разработать и утвердить Стратегию долгосрочного развития Республики Беларусь с низким уровнем выбросов парниковых газов на период до 2050 года, в которую следует включить, среди прочих, следующие стратегические направления:

– снижение значения показателя «Энергоёмкость ВВП (в ценах 2005 года по паритету покупательной способности)» к 2030 году до 0,15 т н.э./тыс. долл., или в 1,3 раза по сравнению с 2013 годом;

– снижение значения показателя «Углеродоемкость ВВП (в ценах 2005 года по паритету покупательной способности)» к 2030 году до 0,32 т CO<sub>2</sub>/тыс. долл., или в 1,3 раза по сравнению с 2013 годом. Этого можно достигнуть за счет увеличения доли использования возобновляемых источников энергии к 2030 году до 20% при производстве (добыче) электрической и тепловой энергии, внедрения низкоуглеродных и безуглеродных технологий, поэтапно снижающих (исключающих) использование таких высокоуглеродных видов топлива, как мазут, торф, уголь при производстве электрической и тепловой энергии, а также путем введения «углеродного налога» и формирования национального углеродного рынка;

– внедрение биогазовых установок на всех крупных комплексах по выращиванию крупного рогатого скота, свинокомплексах, птицефабриках;

– внедрение комплексных систем использования энергии биогаза, биомассы, солнца, ветра для агрогородков.

Из данного графика (рис. 2) вытекает необходимость снижения углеродоемкости ВВП к 2030 году до величины минимум 0,32 т CO<sub>2</sub>/тыс. долл., или в 1,3 раза по сравнению с 2013 годом.

**У энергетики – значительный потенциал сокращения выбросов**

При принятии указанных стратегических подходов оцениваемый потенциал сокращения выбросов парниковых газов в 2017–2050 годах по секторам приведен в таблице 2.

Исходя из таблицы, величина 49 млн т CO<sub>2</sub> достаточна близка к значению 43 млн т CO<sub>2</sub> экв., которое является ориентиром для достижения цели Стратегии долгосрочного развития с низким уровнем выбросов парниковых газов на период до 2050 года – сбалансированности между антропогенными выбросами из источников и абсорбцией поглотителями парниковых газов.

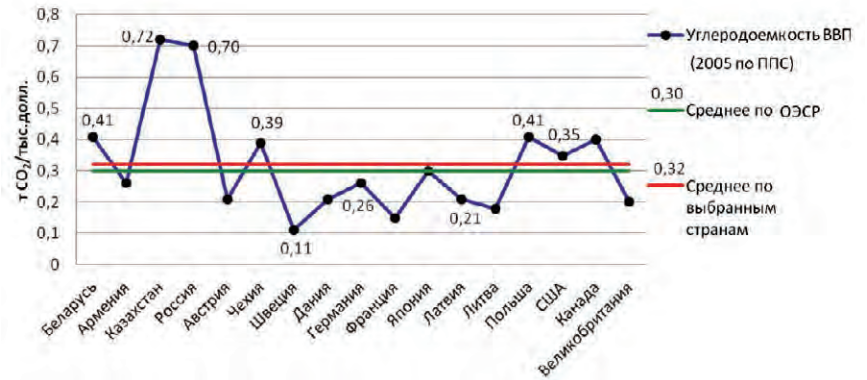
Реализация предлагаемых мер позволит:

- развить новые экономически эффективные импортозамещающие направления;
- внедрить инновационные разработки, обладающие высокой добавленной стоимостью;

**Таблица 2. Потенциал сокращения выбросов парниковых газов в 2017–2050 годах по секторам**

Сектор	Факт, 2010–2014	Потенциал сокращения, 2017–2050	Итого, разница
Электроэнергетика и теплоэнергетика	38,4	17,1	21,3
Сельское хозяйство	21,5	11,8	9,7
Промышленность и строительство	12,2	6,6	5,6
Транспорт	11,4	4,9	6,5
Отходы (обезвреживание и полигоны)	8,5	2,6	5,9
<b>Итого</b>	<b>92</b>	<b>43</b>	<b>49</b>

**Рис 2. Углеродоемкость ВВП в ценах 2005 года по ППС, т CO<sub>2</sub>/тыс. долл. (данные за 2013 год согласно KeyWorldEnergyStatistic 2015)**



– существенно повысить энергоэффективность, увеличить объем потребления собственных энергетических ресурсов;

– укрепить энергетическую и экологическую безопасность страны;

– снизить выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух;

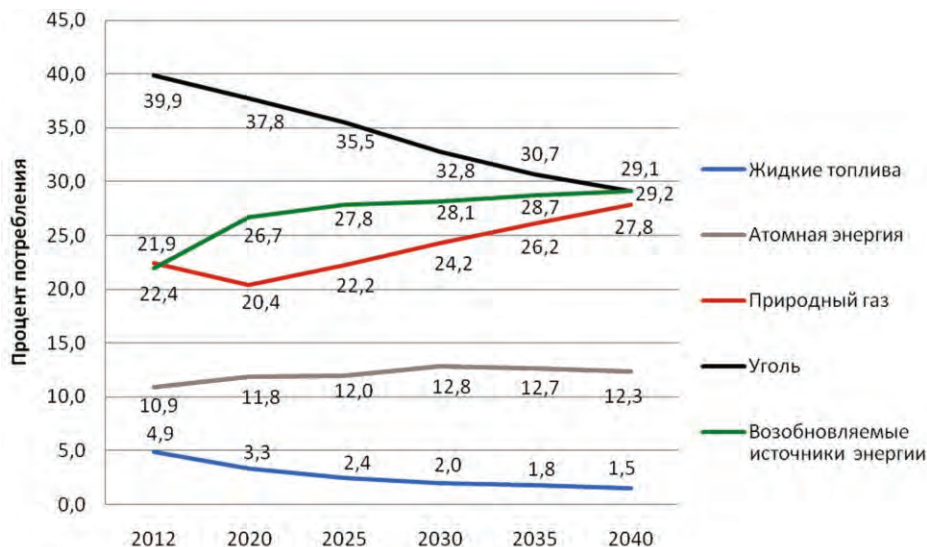
– снизить потребление светлых нефтепродуктов;

– обеспечить конкурентоспособность белорусской продукции на рынках Евразийского экономического союза, Европейского союза, Азии, Африки и Южной Америки.

Согласно Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.12.2015 № 1084, к 2030 году предполагается следующий баланс валового потребления ТЭР: жидкие топлива – 18%, атомная энергия – 12%, природный газ – 52%, ВИЭ – 8%, местные виды топлива, включая отходы – 10%.

Согласно Мировому энергетическому обзору WEO2015, опережающее развитие атомной энергии и возобновляемых источников энергии не противоречат друг другу. Таким образом, развитие атомной энергетики в Беларуси является положительным фактором, а сдерживание развития возобновляемых источников энергии противоречит мировым тенденциям.

**Мировое потребление топлива для выработки электрической энергии с учетом принятия Парижского соглашения, процентов**



**Экономическая целесообразность и экологическая эффективность развития ВИЭ**

Достижения в области технологии использования возобновляемых источников энергии в течение последних пяти лет привели к тому, что проекты по возобновляемым источникам энергии стали экономически целесообразными без субсидий.

Такие природные источники, как энергия ветра, водных потоков, энергия солнца, энергия тепла земли характеризуются очень высокой капиталоемкостью технологического оборудования и низкой себестоимостью производства электроэнергии на стадии эксплуатации. Последнее обусловлено тем, что эксплуатация таких источников требует минимального количества персонала и не требует сырья. Как следствие, нет необходимости создавать специализированные подразделения с многочисленным штатом сотрудников, приобретать, содержать и обслуживать соответствующую спецтехнику, строить вспомогательные здания, сооружения, хранилища для сырья. Соответственно, после погашения кредита практически вся выручка, полученная от реализации выработанной электроэнергии, является доходом частного инвестора (сейчас в основном иностранного), и, как следствие, направляется в полном объеме на приобретение валюты на внутреннем рынке с последующим ее вывозом за пределы страны.

В связи с этим, единственным напрашивающимся решением для развития природных возобновляемых источников энергии видится их развитие силами организаций, входящих в систему ГПО «Белэнерго». В случае, если они получают право

на продажу электроэнергии по стимулирующим тарифам, вследствие быстрой окупаемости этих источников, через 4–6 лет вся прибыль (с учетом возвращения взятых кредитов) станет валютным капиталом, который можно направлять на эффективную модернизацию устаревших энергетических мощностей.

Соответственно, для увеличения стимулирования развития ВИЭ было бы целесообразным рассмотреть вариант исключения из Закона Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» повышающих коэффициентов, фиксации на текущем уровне стимулирующих коэффициентов (7–9 центов), а также предоставления крупнейшему производителю энергии в стране (ГПО «Белэнерго») права на применение стимулирующих коэффициентов на энергию, вырабатываемую из собственных возобновляемых источников.

Также ключевым считаю вопрос изменения существующего механизма гарантированного приобретения государственным энергоснабжающими организациями всей предложенной энергии, произведенной из возобновляемых источников энергии и поставляемой производителями энергии в государственные энергетические сети. В качестве альтернативного механизма предлагаю рассмотреть вопрос о введении «углеродного налога» и формировании национального углеродного рынка.

За счет исключения использования жидкого (мазут, топливо печное бытовое) и твердого (уголь, торф, лигнин) топлив можно ввести в действие возобновляемые источники энергии, замещающие 1582,6 тыс. т. у.т. Полное замещение жидких и твердых топлив (без учета биомассы, которая является климатически нейтральным видом топлива)

приведет к сокращению выбросов парниковых газов на 3 млн 724 тыс. т CO<sub>2</sub> экв.

Замещение жидких и твердых топлив возобновляемыми источниками энергии следует производить, исходя из экономической целесообразности и экологической эффективности, анализ которой приведен ниже.

**Энергия биогаза**

Внедрение биогазовых комплексов приводит к улучшению энергетической и экологической безопасности страны при значительной их эффективности с учетом предотвращенного ущерба по сокращению выбросов, сбросов, загрязнения земель, получения высококачественных удобрений, улучшения урожайности.

Внедрение когенерационных установок электрической мощностью свыше 150 кВт технически возможно на предприятиях по выращиванию крупного рогатого скота с поголовьем не менее 720 голов, на свиноплеменных комплексах – 6 тыс. голов, на птицефабриках – 90 тыс. голов.

НАН Беларуси в 2006–2009 гг. выявлено, что указанным условиям удовлетворяют 537 объектов, в том числе 98 комплексов по выращиванию крупнорогатого скота, 284 молочно-товарные фермы, 105 комплексов по выращиванию свинины, 50 птицефабрик, на которых можно внедрить установки общей мощностью 269 МВт с общим потенциальным объемом замещения импортируемых энергоресурсов 2,9 млн т у.т.

Стоимость установок мощностью 269 МВт составит порядка 968 млн долл. США, выгоды от их внедрения составят 290 млн долл. США в год, включая:

- выработку электроэнергии на уровне порядка 4,5 млн кВт·ч в сутки, что позволит в год получить 1,6 млрд кВт·ч, или 3,6% от общего электропотребления страны на 160 млн долл. США/год при цене электроэнергии 0,1 долл. США/кВт·ч;
- выработку тепловой энергии на уровне порядка 1,9 млн Гкал/год, что при цене теплотехнологии 37 долл. США/Гкал эквивалентно сумме 70,3 млн долл. США/год;
- выработку жидких органоминеральных удобрений, лишенных нитритов, семян сорняков, патогенной микрофлоры, яиц гельминтов и специфических запахов, увеличение усвояемости удобрений, что позволит получить доход от продажи и внесения удобрений в почву на уровне 34,8 млн долл. США/год;
- сокращение выбросов парниковых газов на 1,9 млн т/год, при котором ликвидируемый ущерб изменению климата оценивается в 16,3 млн долл. США/год;
- предотвращение эрозии и деградации почв, повышение урожайности на 35–40%, сокращение применения гербицидов и пестицидов для защиты от патогенных ор-



ганизмов и сорняков, при которых ликвидируемый ущерб окружающей среде оценивается в 2,5 млн долл. США/год;

– снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, в частности аммиака на 1,4 тыс. т/год, других веществ на 0,6 тыс. т/год, при котором ликвидируемый ущерб окружающей среде оценивается в 3,8 млн долл. США/год;

– снижение количества сбрасываемых стоков, предотвращение загрязнения грунтовых, поверхностных, подземных вод, предотвращение загрязнения близлежащих водных объектов, снижение нагрузки на очистные сооружения, при которых ликвидируемый ущерб окружающей среде оценивается в 2,7 млн долл. США/год.

На текущий момент времени в государственном кадастре возобновляемых источников энергии (выработка электроэнергии, отпускаемая в государственные энергетические сети) имеется информации о внедрении 18 биогазовых комплексов суммарной мощностью 26,3 МВт с максимально возможным количеством производимой энергии 207,3 млн кВт·ч и 0,3 млн Гкал и замещением 113,5 тыс. т у.т. импортируемых энергоресурсов.

При стоимости продаваемой электроэнергии 0,16 долл. США/кВт·ч выгоды от одной биогазовой установки мощностью 1 МВт составят 1,07 млн долл. США/год со сроком окупаемости 3,3 года.

По данным Минприроды, при существующем опыте и экономическом состоянии в 2017–2020 гг. возможно внедрение биогазовых установок мощностью 269 МВт и затратами 968 млн долл. США, что приведет к выработке 1,6 млрд кВт·ч/год.

### Энергия ветра

Мировой практикой определен следующий типологический ряд ветроэнергетических установок: В6, В8, В10, В12 и В15 номинальной мощностью более 1000 кВт. Внедрение ветроустановок меньшей мощности экономически нецелесообразно из-за низкого коэффициента использования ветрового потока и срока окупаемости, практически равного сроку их эксплуатации. Ветроустановки типа В6, В8, В10 соответствуют ветровым климатическим зонам II, III, IV, характерным для равнинно-холмистой местности Прибалтийско-Черноморского региона, к которому относится Беларусь – со среднегодовыми фоновыми скоростями ветра по зонам: II – 3,5–4,0, III – 4,0–4,5, IV – более 4,5 м/с при номинальной рабочей скорости

Благодаря интенсивному развитию эффективных ветроэнергетических технологий, минимальная скорость ветра, при которой целесообразно строительство ВЭУ, составляет 3,5 м/с.

**Таблица 3. Техническая и экономическая оценки внедрения ветроустановок на территории Республики Беларусь**

Область	Количество первоочередных для внедрения ВЭУ <sup>1)</sup> , шт.	Суммарная среднегодовая выработка всех ветроустановок <sup>2)</sup> , млрд кВт·ч/год	Суммарная экономия топлива, тыс. т у.т./год	Суммарное замещение природного газа, млн м <sup>3</sup> /год	Суммарные затраты на все ветроустановки <sup>3)</sup> , млн долл. США
Брестская	128	0,422	114,0	99,2	240,0
Витебская	1157	3,818	1030,9	896,4	2169,4
Гомельская	355	1,172	316,3	275,0	665,6
Гродненская	327	1,079	291,4	253,4	613,1
Могилевская	0	0	0	0	0,0
Минская	428	1,412	381,3	331,6	802,5
<b>Всего по республике</b>	<b>2395</b>	<b>7,903</b>	<b>2133,9</b>	<b>1855,6</b>	<b>4490,6</b>

<sup>1)</sup> На площадках, находящихся в IV ветровой зоне, каждая ВЭУ условной мощностью 1 МВт.

<sup>2)</sup> С учетом коэффициента использования энергии ветрового потока.

<sup>3)</sup> Исходя из расчета затрат на 1 МВт в сумме 1,875 млн долл. США, в которые входят затраты на строительство (ВЭУ, площадки, трансформаторы, линии электропередач, доставка, монтаж), эксплуатация ВЭУ в течение всего периода службы и вывод ВЭУ из эксплуатации.

ветра для ветроустановок в диапазонах соответственно 6–8, 8–10 и 10–12 м/с.

По оценкам НППП «Ветромаш», РУП «Белэнергосетьпроект», ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр», проведенным в 2006–2009 гг., в случае применения в Беларуси широко используемых за рубежом ветроустановок континентального базирования, ветроэнергетические ресурсы Беларуси составляют 20,34 млрд кВт·ч. При этом наиболее перспективно развитие ветроэнергетических установок в Витебской (5,36 млрд кВт·ч), Минской (3,61 млрд кВт·ч), Гомельской (3,64 млрд кВт·ч), Гродненской (2,74 млрд кВт·ч) областях.

На основании проведенного ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр» при составлении Атласа Ветров Республики Беларусь подробного анализа внедрения ветроустановок континентального базирования мощностью 1 МВт на территории Минской области на отвечающих мировым требованиям по ветроэнергетическому потенциалу строительных площадках, произведены техническая и экономическая оценки внедрения ветроустановок, что отражено в таблице 3.

При выборе конкретных площадок следует учитывать, что на высотах 80–100 м

скорость ветра достигает средних значений от 5,2 до 5,7 м/с, а местами (на высоте 100 м) – 6,0–6,5 м/с и более. Наиболее пригодными для внедрения ветротехники являются гряды холмов высотой 20–80 м, где фоновая скорость ветра в данных районах может достигать 5–8 м/с.

Благодаря интенсивному развитию эффективных ветроэнергетических технологий, минимальная скорость ветра, при которой целесообразно строительство ВЭУ, составляет 3,5 м/с. Максимальную эффективность и стабильность работы турбин можно достичь путем увеличения высоты башни и диаметра ротора ветроколеса.

Проведенные исследования позволили сформулировать следующие рекомендации по использованию энергетического потенциала ветра в Республике Беларусь:

– для строительства ВЭУ на площадках, где среднегодовая скорость ветра на высоте 10 м составляет 3,0–3,5 м/с, предпочтительно использование установок большей единичной мощности при их высоте более 100 м. Подобные площадки преимущественно расположены на территории Барановичского, Молодеченского, Несвижского, Верхнедвинского и Городокского районов. В этом случае коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) составляет 30% для установок мощностью 2 МВт. Меньшие установки характеризуются меньшим КИУМ, например, для установки в 1 МВт он составляет всего 23%;

– наиболее распространены в Беларуси площадки, характеризующиеся сред-

негодовой скоростью ветра 3,5–4,0 м/с на высоте 10 м. Подобные площадки преимущественно расположены на территориях Гродненского, Ошмянского, Сморгонского, Кореличского, Воложинского, Слуцкого, Любанского, Толочинского, Оршанского, Лиозненского, Шкловского, Дрибинского, Чаусского и Мстиславского районов. Достаточно высокий коэффициент использования установленной мощности (30%) достигается при высоте башни ВЭУ в 90–100 м.

– наиболее перспективные площадки для размещения ВЭУ расположены в Новогрудском и Могилевском районах. Для эффективной работы ВЭУ в данных районах достаточно высоты башни в 80 м. При этом ветроэнергетические установки мегаваттного класса достигают КИУМ 32%.

На текущий момент времени в государственном кадастре возобновляемых источников энергии (выработка электроэнергии, отпускаемой в государственные энергетические сети) имеется информация о 61 ветроэнергетической установке суммарной мощностью 51,2 МВт с максимально возможным количеством производимой энергии 120,3 млн кВт·ч, что замещает 32,1 тыс. т у.т. импортируемых энергоносителей.

При стоимости продаваемой электроэнергии 0,16 долл. США/кВт·ч доходы от выработанной электроэнергии одной ветроустановки мощностью 1 МВт составляют 490 тыс. долл. США/год со сроком окупаемости 3,8 года.

При существующем опыте и экономическом состоянии возможно поэтапное внедрение ветроустановок со строительством в 2017–2018 гг. установок мощностью 150 МВт и затратами 281 млн долл. США, в 2019–2020 гг. – установок мощностью 300 МВт и затратами 562 млн долл. США. Итого суммарные затраты составят 843 млн долл. США, что сделает возможной выработку 1,5 млрд кВт·ч/год. Кроме того, дополнительные выгоды от внедрения установок мощностью 450 МВт составят 18,9 млн долл. США/год, включая:

– сокращение выбросов парниковых газов на 1,8 млн т/год (ликвидируемый ущерб изменению климата оценивается в 15,3 млн долл. США/год);

– снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 1,8 тыс. т/год (ликвидируемый ущерб окружающей среде оценивается в 3,6 млн долл. США/год).

### Энергия солнца

Одним из факторов, определяющих особенность использования гелиосистем, является продолжительность солнечного сияния, которая зависит от долготы дня

и облачности. Средняя продолжительность солнечного сияния равна в Беларуси 1815 ч в год.

По метеорологическим данным в Республике Беларусь среднегодовое поступление солнечной энергии на земную поверхность с учетом ночей и облачности составляет 243 кал на 1 см<sup>2</sup> за сутки, что эквивалентно 2,8 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

Сейчас стоимость 1 кВт установленной мощности оборудования по использованию солнечной энергии составляет около 1200 долл. США, или порядка 430 долл. на квадратный метр панели (с учетом затрат на эксплуатацию синхронизаторов, строительно-монтажные работы, конструкции, кабели, трубопроводы, арматуру, системы управления, технические средства обслуживания, для геливодонагревателей – циркуляционных насосов, баков-аккумуляторов).

На текущий момент времени в государственном кадастре возобновляемых источников энергии имеется информация о 70 солнечных электростанциях суммарной мощностью 46,8 МВт с максимально возможным количеством производимой энергии 77,2 млн кВт·ч и замещением 20,7 тыс. т у.т. импортируемых энергоносителей.

При стоимости продаваемой электроэнергии 0,16 долл. США/кВт·ч доходы от выработанной электроэнергии одной сол-

нечной электростанции мощностью 1 МВт составят 229 тыс. долл. США/год со сроком окупаемости 5,2 года.

При существующем опыте и экономическом состоянии возможно поэтапное внедрение солнечных электростанций в 2017–2020 гг. мощностью 300 МВт и затратами 360 млн долл. США, что приведет к выработке 0,43 млрд кВт·ч/год. Кроме того, дополнительные выгоды от внедрения установок мощностью 300 МВт составят 4,9 млн долл. США/год, включая:

– сокращение выбросов парниковых газов на 0,5 млн т/год (ликвидируемый ущерб изменению климата оценивается в 4 млн долл. США/год);

– снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 0,5 тыс. т/год (ликвидируемый ущерб окружающей среде оценивается в 0,9 млн долл. США/год).

Одним из перспективных направлений использования энергии солнца является также применение геливодонагревателей. Геливодонагреватели и различные гелиоустановки наиболее применимы для интенсификации процессов сушки и подогрева воды в сельскохозяйственном производстве и в бытовых целях. В республике на данный момент действует около 300 геливодонагревателей суммарной тепловой мощностью около 4 МВт. ■

## Сводная информация по всем видам ВИЭ

### Экономически выгодный объем строительства возобновляемых источников энергии в 2017–2020 годах

Вид возобновляемого источника энергии	Экономически выгодный потенциал на 2017–2020 годы, МВт	Необходимые инвестиции, млн долл. США	Срок окупаемости, лет	Выработка энергии		
				млрд кВт·ч	млн Гкал	тыс. т у.т.
энергия биогаза	269	968	3,3	1,6	1,9	468,5
энергия ветра	450	843	3,8	1,5	-	184,5
энергия солнца	300	360	5,2	0,43	-	52,9
энергия биомассы	493	1464	6,4	-	2,23	318,9
<b>итого</b>	<b>1512</b>	<b>3635</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1024,8</b>

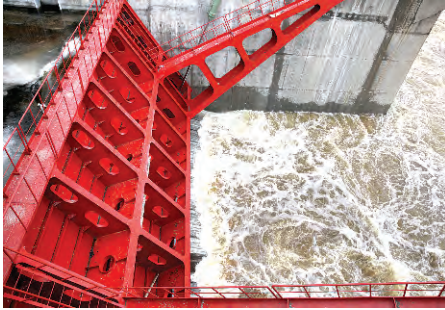
### Экологический эффект строительства возобновляемых источников энергии в 2017–2020 годах

Вид возобновляемого источника энергии	Экономически выгодный потенциал на 2017–2020 годы, МВт	Сокращение выбросов парниковых газов		Сокращение выбросов загрязняющих веществ	
		млн т CO <sub>2</sub> экв.	млн долл. США	тыс. т	млн долл. США
энергия биогаза	269	1,9	16,3	2,0	3,8
энергия ветра	450	1,8	15,3	1,8	3,6
энергия солнца	300	0,5	4,0	0,5	0,9
энергия биомассы	493	1,6	13,6	0,2	0,4
<b>итого</b>	<b>1512</b>	<b>5,8</b>	<b>49,2</b>	<b>4,5</b>	<b>8,7</b>

Примечание: в таблице не указаны иные выгоды, в том числе от экономии тепловой и электрической энергии, использования отходов.



## Полоцкая ГЭС выдала первую мощность в сеть



20 февраля после успешной подготовки включен в сеть для проведения пусконаладочных работ один из пяти гидроагрегатов Полоцкой ГЭС. Генератор турбины Г-3 уже несет номинальную нагрузку и будет отключен после проведения необходи-

мых тестов. Разработана программа поэтапного подключения к сети агрегатов станции с учетом ожидаемого уровня воды. Окончательный пуск ГЭС ожидается летом 2017 года.

Строительство Полоцкой ГЭС на реке Западная Дви-

на осуществляется в соответствии с Государственной программой строительства гидроэлектростанций в Республике Беларусь и Государственной программой развития Белорусской энергетической системы.

Проект включает в себя гидроузел, ложе водохранилища, оборудование для выдачи мощности и связи с энергосистемой. Установленная электрическая мощность Полоцкой ГЭС с пятью гидроагрегатами составит 21,66 МВт. ■

[www.energo.by](http://www.energo.by)

### Юбилей

29 марта празднует свое 60-летие заместитель директора Департамента по энергоэффективности В.Н. Комашко.

В Департаменте по энергоэффективности Владимир Николаевич курирует вопросы использования местных видов топлива, возобновляемой энергетики, научно-технической и экономической деятельности, сотрудничества с зарубежными и международными организациями в сфере реализации энергетических проектов. За время работы в органах государственного управления, в системе энергосбережения и повышения энергоэффективности Владимир Николаевич накопил неоценимый опыт, который помогает решать самые сложные вопросы. В.Н. Комашко снискал вы-



сокий авторитет среди коллег, требователен и принципиален в рабочих вопросах.

Многолетний труд, серьезная подготовка, высокая квалификация и обширный опыт Владимира Николаевича отмечены Почетной грамотой Госстандарта за добросовестный труд, профессионализм и личный вклад в реализацию политики энергосбережения, а также официальными поощрениями и благодарностями руководства страны.

Пожелаем Владимиру Николаевичу в год его 60-летия хорошего настроения, неисчерпаемой энергии, крепкого здоровья, новых профессиональных достижений и успехов во всех начинаниях!

**Коллектив Департамента по энергоэффективности и редакции журнала «Энергоэффективность»**

## В Витебском вагонном депо заработал специальный пресс

В 2016 году в Витебском вагонном депо с целью экономии электроэнергии операции монтажа-демонтажа буксовых узлов колесных пар начали выполнять без применения устройства индукционного нагрева – при помощи специального пресса.

До этого демонтаж буксового узла с шейки колесной пары производился последовательно, начиная с разборки буксы и заканчивая снятием внутренних и лабиринтных колец подшипников. Съем колец осуществлялся после нагрева их индукционным нагревателем.

В результате реализации энергосберегающего мероприятия значительно сократилась норма времени на демонтаж буксовых узлов – с 0,12 чел/час до 0,013 чел/час.

В 2016 году при помощи пресса было распрессовано 2398 колесных пар. Учитывая, что мощность устройства индукционного нагрева 12 кВт, а мощность пресса 8 кВт, можно подсчитать годовой экономический эффект от внедрения новшества:



$(0,12 \times 12 - 0,013 \times 8) \times 2398 = 3204$  кВт·ч.

При средней за 2016 год стоимости киловатта электроэнергии 0,2913 рубля нетрудно вывести годовую экономию от реализации энергосберегающего мероприятия:

$\text{Э} = 3204 \times 0,2913 = 933,3$  руб.

Срок окупаемости данного мероприятия составит 4,5 года. ■

**Е.В. Скоромный,**  
главный специалист инспекционно-энергетического отдела Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

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



- Система индивидуального (поквартирного) учета тепловой энергии на базе распределителей тепла «Экземпер», «Доприно 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».

УНП 100338436

**В.В. Мамонтов,**  
заместитель начальника отдела энергонадзора и нормирования  
Департамента по энергоэффективности Госстандарта



# ВАРИАНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАСЧЕТА ПО ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ПРИБОРАМ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

*Бережливость – важный источник благосостояния.*

*Марк Туллий Цицерон*

В последнее время все чаще и чаще стали поступать вопросы от председателей ЖСПК и ТС, от руководителей ЖКХ, от граждан, касающиеся возможности и целесообразности установки теплосчетчиков или распределителей тепла в квартирах многоэтажных жилых домов, а также возможности проведения расчетов по таким индивидуальным приборам учета. В данной статье предпринята попытка прокомментировать положение дел по вопросам индивидуального учета расхода тепла.

Ежегодно увеличивается тариф на коммунальную услугу «Теплоснабжение». Так, в январе 2012 г. данный тариф составлял 53 773 рубля (BYR) за 1 гигакалорию (далее – Гкал) при экономически обоснованных затратах на производство 1 Гкал 108 468,7 рубля (BYR), в январе 2016 г. – 133 417 рублей (BYR) за 1 Гкал при экономически обоснованных затратах на производство 1 Гкал 854 710,3 рублей (BYR), в январе 2017 г. – 15,6098 рубля (BYN) за 1 Гкал при экономически обоснованных затратах на производство 1 Гкал 91,18 рубля (BYN).

Осуществляемое в настоящее время реформирование системы ЖКХ в скором времени приведет к прекращению государственного дотирования энергетических предприятий и потребителей тепловой энергии, что обусловит необходимость приведения тарифов на тепловую энергию в соответствие с фактическими затратами на ее производство.

**На сегодняшний день население оплачивает только 15,1 процента от себестоимости производства 1 Гкал тепловой энергии.**

Расчеты за фактически потребленные энергоресурсы, в частности, тепловую энергию при наличии возможности регулирования их расхода и проведения расчетов по индивидуальным приборам учета (далее – ИПУ)

или распределителям тепла (далее – РТ) являются одним из наиболее эффективных стимулов для экономии тепловой энергии в масштабе и отдельного жилого дома, и государства.

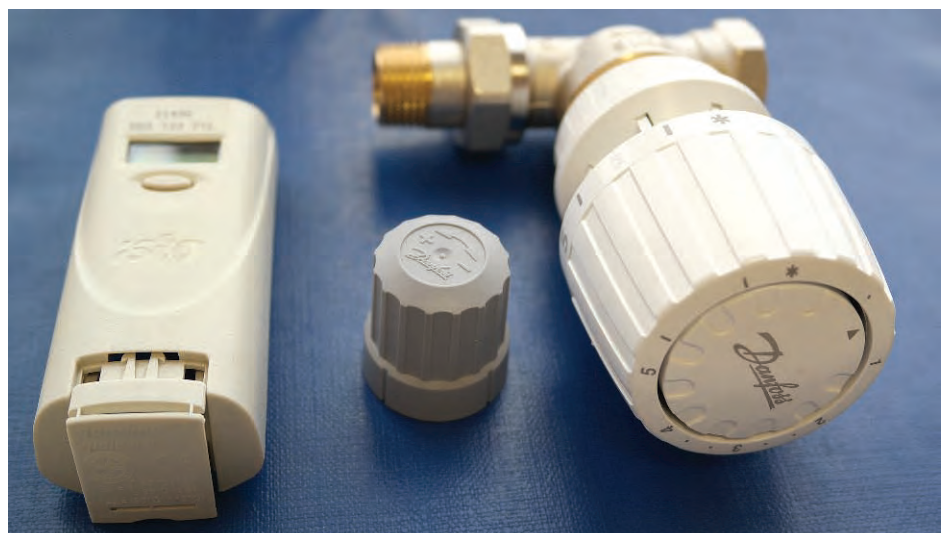
Что может быть более разумным, чем платить только за то, что потребляешь? С помощью ИПУ или РТ можно достичь реального снижения оплаты за отопление. Индивидуальный учет и регулирование позволяют:

- поддерживать комфортную температуру в каждом помещении в соответствии с пожеланиями собственника (нанимателя);
- сэкономить от 5 до 25 процентов тепла и денежных средств за счет максимального

использования для отопления таких бесплатных источников, как солнечная энергия, бытовые приборы, теплота от осветительных приборов в квартире, а также за счет снижения температуры воздуха в ночное время и в периоды, когда в отдельных помещениях отсутствуют люди.

Проведенный сравнительный анализ теплотребления жилых домов в отопительном периоде 2015–2016 годов показал, что величина теплотребления при осуществлении расчетов по данным ИПУ снижается на 25 процентов, а потенциал экономии топливно-энергетических ресурсов при переходе на оплату по уже установленным ИПУ составляет около 30 тыс. Гкал (что эквивалентно 4,4 миллион кубических метров природного газа, или 1,3 миллиона долл. США).

**Польша, Болгария, Румыния, Венгрия, Чехия активно внедряют индивидуальный учет потребления теплоты и догоняют по уровню установки ИПУ такие страны, как Германия, Франция, Великобритания.**





## Расчет платы за услуги теплоснабжения в Республике Беларусь

Расчет платы за услуги теплоснабжения в Республике Беларусь производится на основании постановления Совета Министров Республики Беларусь от 12.06.2014 № 571 «О порядке расчетов и внесения платы за жилищно-коммунальные услуги и платы за пользование жилыми помещениями государственного жилищного фонда» по следующим принципам:

1) если в жилом доме не установлен групповой прибор учета расхода тепловой энергии (далее – теплосчетчик), то расчет ведется по проектной нагрузке;

2) если в жилом доме установлен теплосчетчик, то стоимость отопления квартиры рассчитывается по показаниям теплосчетчика пропорционально площади квартиры;

3) если в жилом доме установлен теплосчетчик, а в каждой квартире – ИПУ или РТ, то расчет ведется по реальному потреблению на основании показаний ИПУ или РТ с добавлением соответствующей квартире надбавки на потери в системе отопления здания и отопления мест общего пользования согласно Методическим рекомендациям определения потребления тепловой энергии на отопление жилых, нежилых и вспомогательных помещений на основании показаний ИПУ или РТ, утвержденным приказом Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 29.12.2007 № 263.

## Учет тепловой энергии по показаниям ИПУ в Республике Беларусь

В отопительном периоде 2015–2016 годов расчет по показаниям ИПУ и РТ производился в Республике Беларусь для 86 870 квартир, расположенных в 720 многоквартирных жилых домах, в том числе:

- Брест – 67 жилых домов (6 540 квартир);
- Брестская область – 14 жилых домов (1 121 квартира);
- Витебск – 2 жилых дома (346 квартир);
- Витебская область – 1 жилой дом (32 квартиры);
- Гомель – 104 жилых дома (8 101 квартира);
- Гомельская область – 25 жилых домов (1 870 квартир);
- Гродно – 2 жилых дома (246 квартир);
- Гродненская область – 10 жилых домов (695 квартир);
- Минск – 457 жилых домов (64 409 квартир);

– Минская область – 30 жилых домов (2 730 квартир);

– Могилев – 7 жилых домов (744 квартиры);

– Могилевская область – 1 жилой дом (36 квартир).

Поквартирный учет тепловой энергии по показаниям ИПУ или РТ из года в год набирает обороты, жильцы все чаще заключают договоры на проведение расчетов по ИПУ или РТ.

## Существующие виды разводок системы отопления

В связи с тем, что фактическое потребление тепловой энергии на отопление отдельных квартир различно в зависимости от ряда присущих им субъективных факторов (месторасположение в доме, техническое состояние ограждающих конструкций, количество отопительных приборов, ограничение потребления тепла в целях экономии и др.), начиная с 2004 г. при строительстве жилых домов в квартирах устанавливаются ИПУ или РТ в системе отопления, предназначенные для перераспределения тепловой энергии, потребленной домом, на квартиры в зависимости от их фактического теплоснабжения.

Разводка отопительной системы может быть, как вертикальной, так и горизонтальной.

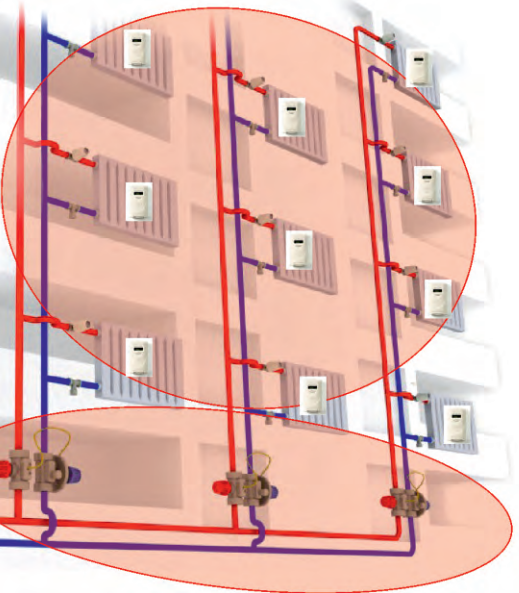
Вертикальная (стояковая) разводка применяется в домах старой постройки. Стояковая труба входит в квартиру от соседей снизу (или из подвала), проходит через радиатор (или батарею), и уходит вверх в следующий радиатор (или батарею). В данном случае теплоноситель последовательно поступает в каждый радиатор (или батарею), постепенно остывая.

Подавляющее большинство жилых домов в г. Минске – с вертикальной разводкой системы отопления. В них расход тепловой энергии можно контролировать при помощи двух элементов: радиаторного терморегулятора и РТ (испарительного или электронного типа).

При горизонтальной схеме разводки отопления имеется два трубопровода – подающий и обратный. Каждая батарея отводами подключается к этим трубопроводам. В каждый радиатор (или батарею) поступает теплоноситель одной температуры. Обычно разводка скрыта в стяжке пола.

При такой разводке отопления ИПУ устанавливается на тепловом вводе квартиры (квартирный узел учета может располагаться

## Радиаторные терморегуляторы, запорно-присоединительная арматура и распределители тепла



## Балансировочные клапаны

как внутри квартиры, так и вне ее), на котором производится измерение общего количества потребления тепловой энергии.

## Как организовать учет тепловой энергии?

Почти половина потребителей, имея возможность влиять на расход тепловой энергии и экономить на самой затратной коммунальной услуге – отоплении, не желают этим воспользоваться. А собственники (наиматели) квартир, где вообще отсутствуют ИПУ или РТ тепла, не заинтересованы в их установке. Почему так происходит?

Причины, на наш взгляд, следующие:

1. Незначительное финансовое стимулирование к экономии тепловой энергии плательщиков, которые вносят плату за отопление по субсидируемому тарифу для населения (в основном, заинтересованность в расчетах по ИПУ или РТ в настоящее время имеется только у плательщиков в пустующих жилых помещениях, так как плату за теплоснабжение они вносят по тарифу, обеспечивающему экономически обоснованные затраты на производство 1 Гкал).

2. При строительстве многоквартирного жилого дома ИПУ или РТ устанавливает организация, в обязанности которой не входит дальнейшее обслуживание и осуществление расчетов за тепловую энергию по ним.

3. Нежелание предоставлять доступ в жилые помещения для снятия показаний ИПУ или РТ из-за недоверия к расчетно-сервисным организациям. ▶

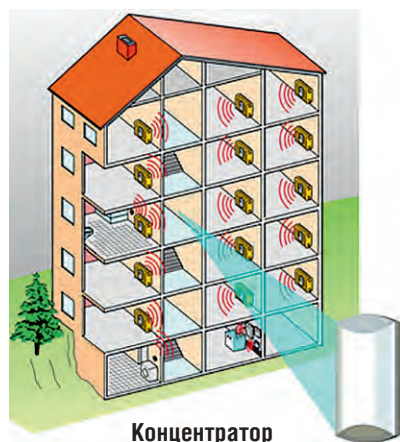
4. Недостаточные усилия председателей ЖСПК, ТС и руководства ЖКХ районов в вопросе организации проведения расчетов по ИПУ или РТ (необходимые шаги: проведение собрания, разъяснение преимуществ в проведении расчетов по ИПУ и РТ, заключение договоров на проведение расчетов по ИПУ или РТ, предоставление сведений расчетно-сервисной организации о фактически потребленной жилым домом тепловой энергии по каждому месяцу отопительного сезона).

**С чего начать?**

Итак, предположим, что собственники (наниматели) жилого дома решили сэкономить свои деньги за коммунальную услугу «Теплоснабжение» (отопление) с помощью ИПУ или РТ. С чего начать? Рассмотрим три возможных в настоящее время варианта.

Расчет по ИПУ или РТ во всех вариантах следует проводить только в том случае, когда каждый потребитель услуг отопления в расчетной единице имеет возможность регулировать свое потребление тепла с помощью радиаторных терморегуляторов либо других устройств.

*Расчетная единица – это совокупность жилых помещений с общим вводом тепла, на котором производится измерение общего количества потребления тепловой энергии. Расчетной единицей может быть жилой дом (здание), группа зданий или часть здания (подъезд), в зависимости от схемы системы отопления. Расчетная единица должна объединять не менее двух потребителей услуг отопления.*



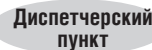
Концентратор



Провайдер



Интернет



Диспетчерский пункт

**Вариант 1. Жилые дома, оснащенные при строительстве ИПУ или РТ**

Все ИПУ или РТ, установленные в жилом доме, должны быть одного типа и произведены одним предприятием-изготовителем. Если ранее установленное оборудование находится в нерабочем состоянии или отсутствует, то нужно восстановить его за счет собственника (нанимателя) жилого помещения.

Председателям ЖСПК и ТС как эксплуатирующим организациям необходимо:

1. Определить тип установленных в квартирах ИПУ или РТ, радиаторного терморегулятора, производителя данного оборудования.

2. Организовать собрание жильцов дома с приглашением расчетно-сервисной организации (как правило, это предприятие – изготовитель приборов) и принять на нем решение о согласии (несогласии) на проведение жильцами дома расчета по ИПУ или РТ. При этом число согласных должно быть не менее 75 процентов от количества квартир в жилом доме.

3. Если число согласных менее 75 процентов, расчет в наступающем отопительном сезоне производиться не может.

4. В случае согласия требуется заключить договор потребителя услуг отопления на проведение технического обслуживания, снятия показаний и расчета с расчетно-сервисной организацией, ответственной за достоверность показаний и правильность расчета. Данная услуга оказывается за счет средств собственников (нанимателей) расчетных помещений при их согласии.

В договоре определяются условия и сроки считывания показаний ИПУ или РТ и выполнения расчета по ним, порядок подачи сведений для расчета и порядок оплаты за выполненную работу. Обычно считывание показаний производится по окончании отопительного сезона. Для этого председатель ЖСПК, ТС или их уполномоченное лицо оповещает всех жильцов о времени считывания показаний. Задача собственников (нанимателей) жилых помещений – обеспечивать своевременный доступ к ИПУ или РТ.

Оплата потребителями тепловой энергии, потребленной расчетной единицей, производится ежемесячно, исходя из фактического потребления тепловой энергии, ис-

числяемого по показаниям теплосчетчика, который установлен в жилом доме, с последующим ее перерасчетом после окончания расчетного периода по показаниям ИПУ или РТ, установленных в квартирах.

**Вариант 2. Жилые дома, не оснащенные ИПУ или РТ**

Для того чтобы установить ИПУ или РТ, необходимо:

1. Определиться в выборе типа ИПУ или РТ и радиаторного терморегулятора в зависимости от типа разводки систем отопления, связаться с представителем расчетно-сервисной организации. ИПУ должен быть включен в Государственный реестр измерений Республики Беларусь.

2. Организовать собрание жильцов дома с приглашением расчетно-сервисной организации и принять на нем решение о согласии (несогласии) на установку ИПУ или РТ и дальнейшее проведение по их показаниям расчета. При этом число согласных должно быть не менее 75 процентов от количества квартир в жилом доме.

3. В случае согласия требуется заключить договор на монтаж ИПУ или РТ.

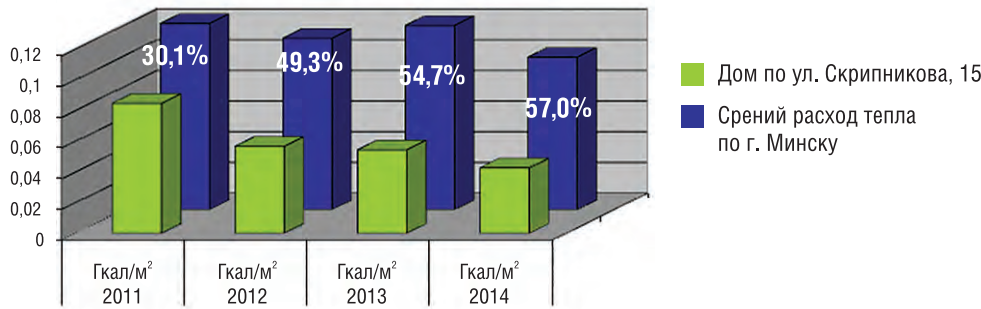
4. После установки необходимого оборудования требуется заключить договор потребителя услуг отопления на проведение технического обслуживания, снятия показаний и расчета с расчетно-сервисной организацией, ответственной за достоверность показаний и правильность расчета. Данная услуга оказывается за счет средств собственников (нанимателей) расчетных помещений при их согласии.

В договоре определяются условия и сроки считывания показаний ИПУ или РТ и выполнения расчета по ним, порядок подачи сведений для расчета и порядок оплаты за выполненную работу. Обычно считывание показаний производится по окончании отопительного сезона. Для этого председатель ЖСПК, ТС или их уполномоченное лицо оповещает всех жильцов о времени считывания показаний. Задача собственников (нанимателей) жилых помещений – обеспечивать своевременный доступ к ИПУ или РТ.

Оплата потребителями тепловой энергии, потребленной расчетной единицей, производится ежемесячно, исходя из фактического потребления тепловой энергии, исчисляемого по показаниям теплосчетчика, установленного в жилом доме, с последующим ее перерасчетом после окончания расчетного периода по показаниям ИПУ или РТ, установленных в квартирах.



Пример снижения теплопотребления



**Вариант 3. Количество жилых квартир в жилом доме, желающих рассчитываться по ИПУ или РТ, составляет менее 75 процентов**

Такой вариант считается исключительным.

В исключительных случаях при оборудовании ИПУ или РТ менее 75 процентов отдельных расчетных помещений жилого дома для проведения расчета по указанным приборам необходимо:

- решение общего собрания (опроса) потребителей услуг отопления о проведении расчета для отдельно взятых квартир;
- заключение договора потребителем услуг отопления на проведение технического обслуживания, снятия показаний и расчета с расчетно-сервисной организацией, ответственной за достоверность показаний и правильность расчета.

**Обратите внимание!**

Выход из строя ИПУ или РТ, нарушение пломбы, выход из строя элемента питания, невозможность считывания показаний (не был предоставлен допуск к ИПУ или РТ) лишает данный ИПУ или РТ права считаться учетным за расчетный период. В этом случае потребитель услуг отопления считается безучетным. В случае отказа собственников (нанимателей) жилых помещений от заключения договора об оказании услуг по расчету платы за отопление в соответствии с фактическим потреблением весь отопительный период данные жилые помещения также считаются безучетными. Безучетные квартиры не оплачивают расчетно-сервисной организации работы по техническому обслуживанию ИПУ и выполнение перерасчета (перераспределение) платы за отопление между жителями дома с учетом фактически потребленного тепла на отопление каждой отдельной квартиры.

**В заключение**

С 01.08.2016 в подпункт 6.14 СНБ 4.02.01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» изменением №7 внесено следующее:

- рекомендовано применять приборы учета тепловой энергии, обеспечивающие возможность дистанционного считывания показаний;

- в системах водяного отопления необходимо предусматривать автоматическое регулирование температуры воздуха для каждой квартиры, каждого помещения или группы помещений;

- при капитальном ремонте, модернизации, реставрации зданий допущено сохранять существующую в здании схему системы отопления и устанавливать различные типы индивидуальных устройств регистрации расхода тепловой энергии, в том числе распределителей тепла испарительного или электронного типа на каждом нагревательном приборе, а также регулирования потребляемой теплоты.

В целях создания условий для рационального использования тепловой энергии в жилищном фонде и возможности учета и регулирования энергоресурсов на квартирном уровне, решения организационных и технических вопросов и подготовки предложений по внедрению квартирного учета потребления энергоресурсов в 2016 году:

- разработан и утвержден план мероприятий по развитию строительства энергоэффективных жилых домов и повышению энергоэффективности жилищного фонда в Республике Беларусь на 2016–2020 годы;
- разработан и утвержден Комплекс мер по рациональному использованию тепловой энергии для целей отопления в многоквартирном жилищном фонде на 2016–2017 годы;
- создана межведомственная рабочая группа по рассмотрению вопросов и подготовке предложений по внедрению квартирного учета потребления теплоэнергии, которой в настоящее время руководит заместитель министра жилищно-коммунального хозяйства Трубило Г.А.

Департамент по энергоэффективности Госстандарта исходит из того, что применение ИПУ и РТ является наиболее эффективным проектным решением, и считает необходимым реализацию следующих мер:

- при эксплуатации и обслуживании жилых домов – 100-процентное проведение расчетов с населением по данным ИПУ;

- актуализацию приказа Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 29.12.2007 № 263 «Об утверждении методических рекомендаций определения потребления тепловой энергии на отопление жилых, нежилых и вспомогательных помещений на основании показаний распределителей тепла и приборов индивидуального учета тепловой энергии» в соответствии с Положением о порядке расчетов и внесения платы за жилищно-коммунальные услуги и платы за пользование жилыми помещениями государственного жилищного фонда, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12.06.2014 № 571;

- при проектировании – обязательную установку ИПУ у каждого отдельного потребителя в здании;

- при экспертизе проектов, особенно капремонтов или после модернизации зданий – не допускать нарушений требований норм из-за желания уменьшить сметную стоимость объекта, когда из проектных решений выводятся регуляторы и приборы учета;

- при строительстве – обязательную установку ИПУ в квартирах, не допуская использования некомплектных вариантов.

Департаментом по энергоэффективности Госстандарта разработан и направлен в межведомственную рабочую группу проект постановления Совета Министров Республики Беларусь «О дополнительных мерах по экономному и эффективному использованию тепловой энергии в многоквартирных жилых домах жилищного фонда республики и обеспечению расчетов по индивидуальным приборам учета расхода тепловой энергии и распределителям тепловой энергии», предусматривающий, в соответствии с законодательством Республики Беларусь, применение мер воздействия за несоблюдение юридическими лицами, ответственными за техническое обслуживание многоквартирных жилых домов, требований оснащенности домов ИПУ и за непроведение по ним расчетов.

Сегодня установка ИПУ или РТ и проведение расчетов по ним не является обязательной. Расчет по ИПУ или РТ производится по желанию собственников (нанимателей) жилых квартир. Но хочется надеяться на понимание людей, в том числе и на осознание факта, что платить по показаниям ИПУ или РТ – выгодно! ■

**Е.А. Пицуха,**  
ст. научный сотрудник,  
к.т.н.



**Ю.С. Теплицкий,**  
вед. научный  
сотрудник, д.т.н.



**Э.К. Бучилко,**  
научный  
сотрудник



Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси

# НОВЫЙ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ДВУХСТАДИЙНОГО СЖИГАНИЯ ТВЕРДЫХ БИОТОПЛИВ В КИПЯЩЕМ СЛОЕ

## Аннотация

В работе представлены результаты экспериментального исследования эмиссии загрязняющих веществ ( $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}$ ) при сжигании твердых биотоплив (пеллет из соломы и древесины) на экспериментальной циклонно-слоевой топке двухстадийного сжигания в кипящем слое с вихревым вводом вторичного воздуха в надслоевое пространство.

Показано, что двухстадийная технология сжигания сухих, высококалорийных гранулированных биотоплив в циклонно-слоевой топке с кипящим слоем позволяет уменьшить коэффициент избытка воздуха и снизить выбросы вредных веществ в атмосферу. На всех режимах работы топки полученная концентрация оксидов азота не превысила  $500 \text{ мг/м}^3$ , а монооксида углерода –  $50\text{--}500 \text{ мг/м}^3$  при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha=1,15\text{--}1,3$ , что существенно ниже нормативных требований.

## Abstract

The results of experimental study the emission of pollutants ( $\text{NO}_x$  and  $\text{CO}$ ) from the two-stage combustion of solid biofuels (pellets made from straw and wood) on cyclone-fluidized bed combustion chamber have been presented.

It is shown that the two-stage combustion technology of dry and high-energy granular biofuels in the cyclone-fluidized bed combustion chamber allows to decrease the excess air ratio and to reduce emissions of pollutants. During all modes of furnace operation the resulting concentration of nitrogen oxides did not exceed  $500 \text{ mg/m}^3$ , and carbon monoxide –  $50\text{--}500 \text{ mg/m}^3$  with an excess air ratio  $\alpha = 1,15\text{--}1,3$ , which is well below regulatory requirements.

## Введение

Проблема рационального использования энергоресурсов является одной из глобальных проблем человечества. Ограниченные запасы ископаемых топлив, ухудшение экологической обстановки создают необходимость широкого вовлечения в энергобаланс возобновляемых энергоресурсов, к которым, прежде всего, относятся твердые топлива биологического происхождения. Для сжигания таких топлив в настоящее время в основном применяются котлы, оснащенные топочными устройствами с неподвижным и псевдооживленным (кипящим) слоями. Последние характеризуются рядом преимуществ [1]: высокая изотермичность, простота организации низкотемпературного ( $800\text{--}900^\circ\text{C}$ ) сжигания, связанная с высокими коэффициентами теплообмена кипящего слоя с погруженными поверхностями нагрева и стенками топки, что позволяет минимизировать выбросы  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_2$  в атмосферу.

Тем не менее, широкому внедрению топков с кипящим слоем мешают и некоторые недостатки этого метода сжигания, связанные со спецификой гидродинамики развитого кипящего слоя [2]. Наличие довольно интенсивного выноса мелких частиц топлива и инертного материала в надслоевое пространство при подъеме газовых пузырей в слое заставляет значительно увеличивать вертикальные габариты котла для пред-

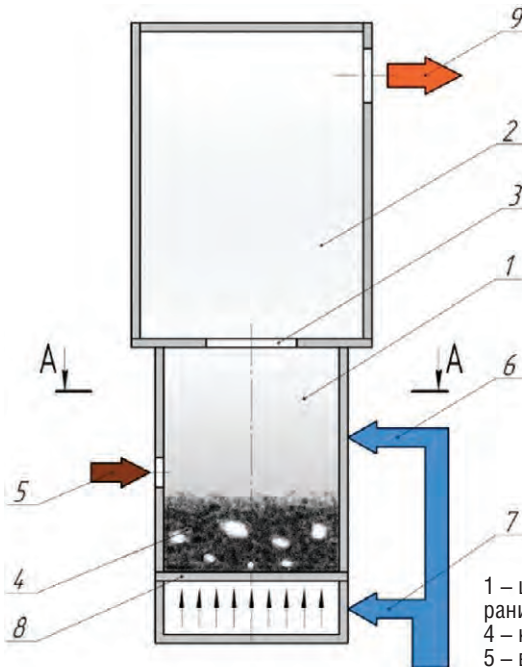
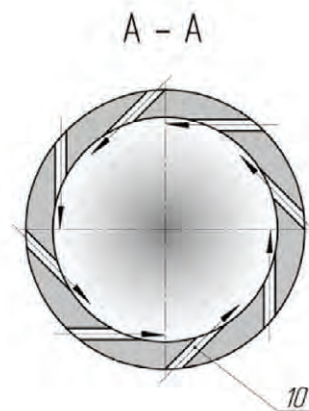


Рис. 1. Схема циклонно-слоевой топки



отращения уноса частиц топлива и инерта из топки. Несовершенный контакт окислителя (воздуха) с топливными частицами, связанный с особенностями двухфазной структуры кипящего слоя [2], приводит к необходимости использования режимов сжигания с повышенными избытками воздуха, снижающими КПД котла. Указанные недостатки исполь-

- 1 – циклонно-слоевая камера (камера сгорания); 2 – камера догорания; 3 – пережим;
- 4 – кипящий слой топлива и инерта;
- 5 – ввод топлива; 6 – тангенциальный ввод вторичного воздуха; 7 – ввод первичного воздуха; 8 – газораспределитель;
- 9 – отвод продуктов горения;
- 10 – сопла ввода вторичного воздуха

зования метода псевдооживления заставляют исследователей искать пути совершенствования и повышения эффективности котлов с топками кипящего слоя.





Рис. 2. Макетная экспериментальная установка БИ-1М

Одним из перспективных методов сжигания твердых биотоплив является метод двухстадийного сжигания в циклонно-слоевой топке с кипящим слоем, разработанный в ИТМО НАН Беларуси [3]. Каноническая схема топки приведена на рис. 1.

В таком топочном устройстве слоевое сжигание топлива совмещается с вихревым дожиганием вынесенных мелких фракций и газообразных горючих продуктов в надслоевом пространстве. Основными достоинствами такой конструкции являются: качественное вихревое смесеобразование летучих и продуктов неполного горения с вторичным воздухом, подаваемым тангенциально в надслоевое пространство; значительное снижение уноса мелких частиц из-за действия центробежной силы; заметное уменьшение надслоевого пространства и, следовательно, габаритов топки. Это позволяет реализовать топочный процесс с более высоким тепловым напряжением топочного объема, улучшить глубину выгорания топлива и, за счет снижения коэффициента избытка воздуха, повысить КПД котла, уменьшить капитальные и эксплуатационные затраты на тягодутьевое оборудование.

Таблица 1. Характеристики топливных гранул

Наименование показателя	Пеллеты из соломы	Пеллеты из древесины
Влажность, %	8,1	10,2
Зольность, %	7,5	1,2
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	656	650
Длина, мм	10...20	5...20
Диаметр, мм	6	6
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	15,5	16,6

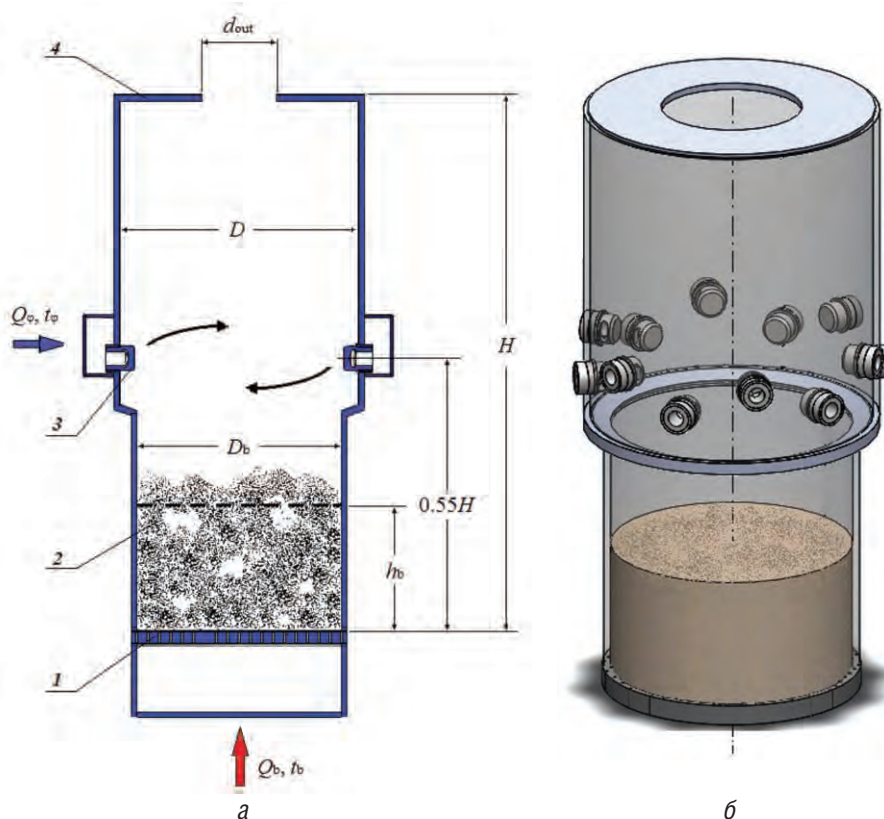


Рис. 3. Схема (а) и 3-D эскиз (б) камеры сгорания экспериментальной установки

1 – газораспределительная решетка; 2 – кипящий слой кварцевого песка; 3 – сопла тангенциального ввода воздуха; 4 – пережим

### Экспериментальное исследование

Исследование концентрации кислорода ( $O_2$ ) за циклонно-слоевой топкой, эмиссии загрязняющих веществ ( $NO_x$  и  $CO$ ) и полей температур в надслоевом пространстве при сжигании твердых биотоплив проводилось на макетной экспериментальной установке БИ-1М. Общий вид установки, схема и 3D-эскиз камеры сгорания приведены на рис. 2, 3. Первичный воздух  $Q_b$  (донное дутье) подводится под газораспределительную решетку, создавая кипение зернистого слоя кварцевого песка. Вторичный воздух  $Q_\phi$  (тангенциальное дутье) вводится тангенциально через 12 цилиндрических сопел и создает закрутку потока в надслоевом пространстве камеры.

При проведении экспериментов в качестве топлива были использованы топ-

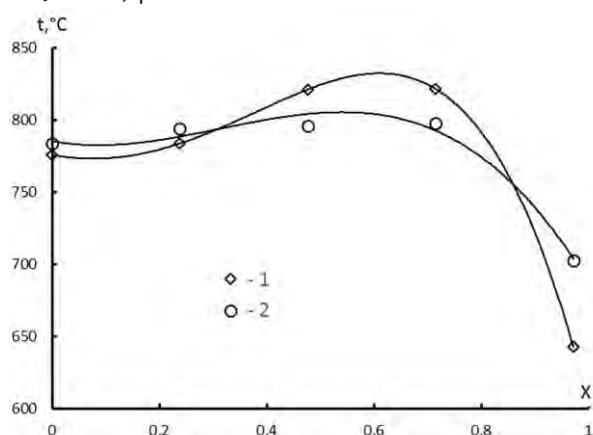
ливные гранулы – пеллеты из древесины и соломы. Характеристики гранул приведены в таблице 1.

Выбор для экспериментальных исследований столь сухих и высококалорийных биотоплив  $W_p = 8,1 - 10,2\%$  обусловлен решением задачи использования циклонно-слоевого способа сжигания в кипящем слое для максимально широкой номенклатуры топлив. В этом смысле древесные и растительные пеллеты являются топливом с предельно высокими характеристиками по теплоте сгорания и низкими плавкостными характеристиками золы (для гранул из соломы температура начала деформации золы не превышала  $940^\circ C$ ), и их сжигание в кипящем слое связано с проблемой перегрева и зашлаковывания слоя инертного материала. Как правило, в кипящем слое успешно сжигается биотопливо с рабочей влажностью  $W_p = 30 - 50\%$ .

В ходе экспериментального исследования были реализованы различные режимы сжигания топлива. Общее тепловое напряжение топочной камеры составляло  $\Sigma q_v = 300 - 600$  кВт/м<sup>3</sup>, тепловое напряжение камеры сгорания  $q_v, 1 = 1300 - 2600$  кВт/м<sup>3</sup>. Это соответствовало тепловыделению в топке  $N = 14,5 - 30$  кВт. Высота слоя песка в неподвижном состоянии составляла  $h_b = 100$  мм.

После ряда предварительных экспериментов были определены режимные па- ▶

**Рис. 4. Радиальное распределение температуры в камере сгорания при сжигании пеллет из соломы при  $d_{out}/D = 0.4$ ,  $\varphi = 0.35$**

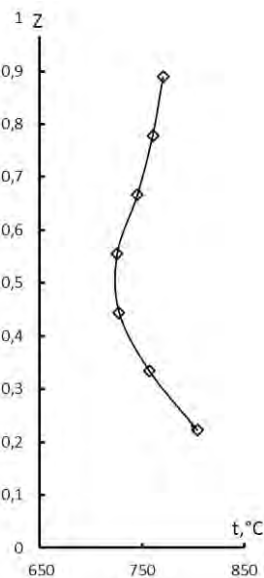


1 —  $q_v = 580 \text{ кВт/м}^3$ ,  $N = 28 \text{ кВт}$ ,  $\alpha = 1.2-1.3$ ;  
2 —  $q_v = 330 \text{ кВт/м}^3$ ,  $N = 16 \text{ кВт}$ ,  $\alpha = 1.25$

раметры, при которых реализуется стационарный низкотемпературный режим сжигания биотопливных гранул. Для теплового напряжения топki  $\Sigma q_v = 500-600 \text{ кВт/м}^3$ , доля донного дутья  $\varphi = Q_b/(Q_b + Q_\varphi)$  составила 35%, а для режима сниженной мощности  $\Sigma q_v = 300-500 \text{ кВт/м}^3$  стационарный низкотемпературный режим обеспечивался при доле донного дутья  $\varphi = 45\%$ . Коэффициент избытка воздуха на выходе топki за счет изменения суммарного объема дутьевого воздуха варьировался в диапазоне  $\alpha = 1,05-1,6$ . Температура кипящего слоя в этом случае составила  $t_b = 820-870^\circ\text{C}$ , температура на выходе камеры сгорания  $t_1 = 780-820^\circ\text{C}$ , за топкой  $t_2 = 740-840^\circ\text{C}$ . Графики радиального и продольного распределения температуры в камере сгорания приведены на рис. 4, 5.

Шлакообразование в процессе сжигания отсутствовало, однако, при использовании гранул из соломы в слое песка скапливался непрочный зольный остаток цилиндрической

**Рис. 5. Распределение температуры вдоль оси камеры сгорания при  $d_{out}/D = 0.4$ ,  $\varphi = 0.35$ ,  $q_v = 580 \text{ кВт/м}^3$ ,  $\alpha = 1.2-1.3$**



формы. Эксперименты по сжиганию соломенных пеллет на промышленной топке с кипящим слоем малой мощности (0,5 МВт,  $D_b = 0,85 \text{ м}$ ) показали, что в процессе работы этой топki зольный остаток разрушается, что связано с более высокой динамикой частиц в слое при увеличении масштабного фактора.

Измерения концентраций кислорода ( $O_2$ ), монооксида углерода (СО) и оксидов азота ( $NO_x$ ) в отходящих газах выполнялись с помощью газоанализатора Testo 350-XL. В зависимости концентрации монооксида углерода (СО) от коэффициента избытка воздуха при сжигании древесных и соломенных гранул приведены на рис. 6, 7.

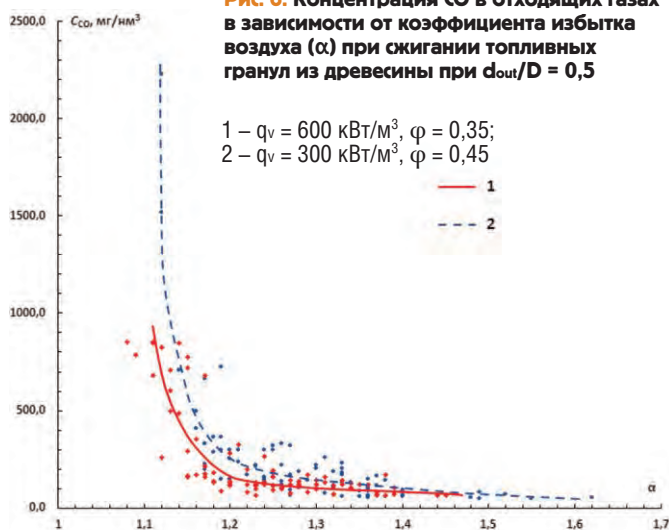
Установлено, что концентрация монооксида углерода СО зависит от тепловыделения в топке, диаметра пережима, живого сечения сопел ввода тангенциального воздуха, доли донного дутья и вида топлива (рис. 6, 7). При сжигании древесных гранул концентрация СО несколько ниже, чем при сжигании гранул из соломы и при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha = 1,15$  в среднем не превышает  $500 \text{ мг/м}^3$ , а при  $\alpha = 1,4$  не превышает  $100 \text{ мг/м}^3$  (рис. 6). Это значительно ниже значений, регламентированных нормативом СТБ 1626.2-2006 «Установки котельные. Установки, работающие на биомассе. Нормы выбросов загрязняющих веществ», где концентрация СО для котельного оборудования мощностью 0,1–100 МВт не должна превышать  $500-7500 \text{ мг/м}^3$  при  $\alpha = 1,4$ .

Эксперименты показали, что концентрация оксидов азота  $NO_x$  в отходящих газах сильно зависит от вида топлива (рис. 8). Для топливных гранул из соломы содержание оксидов азота в продуктах сгорания более чем в два раза превышает их содержание при сжигании гранул из древесины. Это, по-видимому, связано с более высоким содержанием азота топлива в исходном сырье для производства гранул. Так, содержание азота в зависимости от вида соломы может составлять от 0,5 до 1,5%, в то время как в различных породах древесины в среднем содержится 0,12% азота.

На рис. 9 приведены результаты измерения концентрации оксидов азота при изменении тепловыделения в топке.

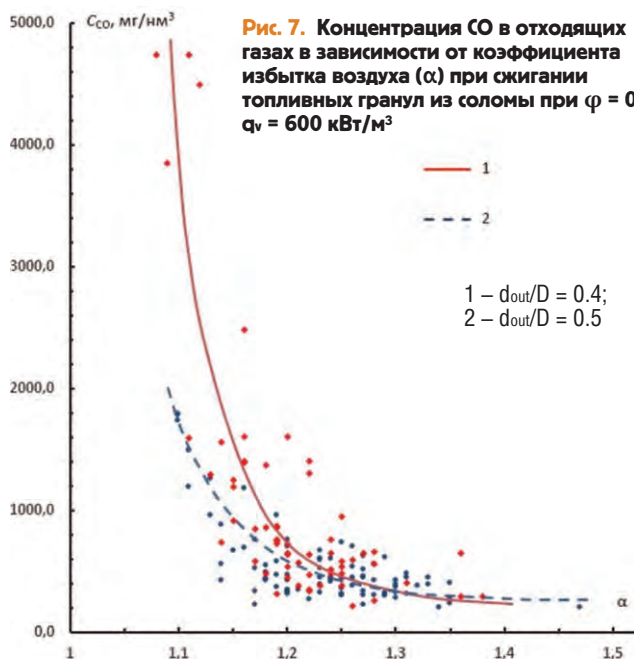
Из рисунка видно, что уменьшение тепловыделения в топке приводит к снижению выбросов  $NO_x$ . Это происходит за счет сни-

**Рис. 6. Концентрация СО в отходящих газах в зависимости от коэффициента избытка воздуха ( $\alpha$ ) при сжигании топливных гранул из древесины при  $d_{out}/D = 0,5$**



1 —  $q_v = 600 \text{ кВт/м}^3$ ,  $\varphi = 0,35$ ;  
2 —  $q_v = 300 \text{ кВт/м}^3$ ,  $\varphi = 0,45$

**Рис. 7. Концентрация СО в отходящих газах в зависимости от коэффициента избытка воздуха ( $\alpha$ ) при сжигании топливных гранул из соломы при  $\varphi = 0,35$ ,  $q_v = 600 \text{ кВт/м}^3$**



1 —  $d_{out}/D = 0.4$ ;  
2 —  $d_{out}/D = 0.5$



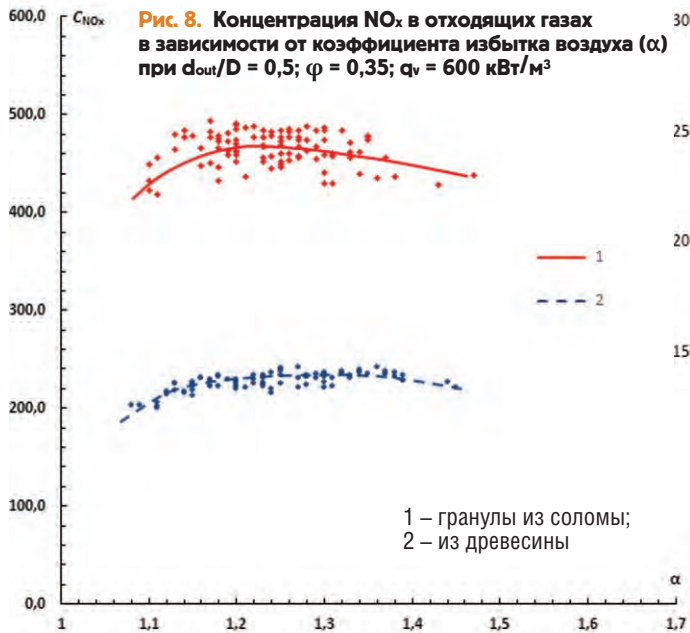


Рис. 8. Концентрация  $\text{NO}_x$  в отходящих газах в зависимости от коэффициента избытка воздуха ( $\alpha$ ) при  $d_{\text{out}}/D = 0,5$ ;  $\varphi = 0,35$ ;  $q_v = 600 \text{ кВт/м}^3$

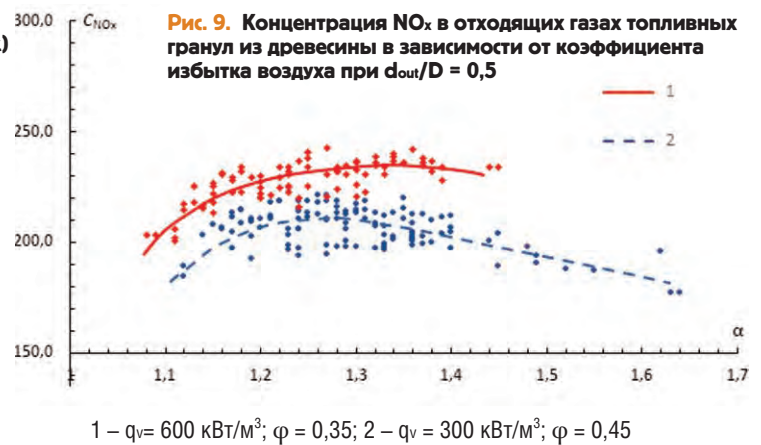


Рис. 9. Концентрация  $\text{NO}_x$  в отходящих газах топливных гранул из древесины в зависимости от коэффициента избытка воздуха при  $d_{\text{out}}/D = 0,5$

1 –  $q_v = 600 \text{ кВт/м}^3$ ;  $\varphi = 0,35$ ; 2 –  $q_v = 300 \text{ кВт/м}^3$ ;  $\varphi = 0,45$

1 – гранулы из соломы;  
2 – из древесины

жения температурного уровня в камере сгорания при более низких мощностях топки. Во всех исследованных режимах профиль концентрации  $\text{NO}_x$  имел экстремальный характер с максимумом в области  $\alpha = 1,25 \dots 1,35$  для обоих видов топливных пеллет. В исследованном диапазоне коэффициента избытка воздуха  $\alpha = 1,05 \dots 1,6$  концентрация  $\text{NO}_x$  не превышает нормативных значений СТБ 1626.2, составляющих  $500 \text{ мг/м}^3$  для котельного оборудования мощностью  $2 \dots 50 \text{ МВт}$ .

## Выводы

Проведенное экспериментальное исследование показало, что способ двухстадийного сжигания с вихревой организацией надслоевого пространства твердых биотоплив позволяет значительно уменьшить коэффициент избытка воздуха (до  $\alpha = 1,15 \dots 1,25$ ) и снизить концентрацию монооксида углерода ( $\text{CO}$ ) в отходящих газах по сравнению с прямоточными топками слоевого сжигания, не имеющими закрутки потока. Выявлены оптимальные геометрические параметры топки (относительный диаметр пережима  $d_{\text{out}}/D$ , живое сечение сопел), режимы работы топки (мощность, соотношение донного и тангенциального дутья), при которых концентрация оксидов азота не превышает  $500 \text{ мг/м}^3$ , а монооксида углерода –  $50 \dots 500 \text{ мг/м}^3$  (при  $\alpha = 1,2$ ). Полученные результаты ниже нормативных требований, предъявляемых в [4, 5].

Показана возможность эффективного сжигания сухих высококалорийных твердых биотоплив – пеллет из древесных и растительных отходов по двухстадийной технологии в циклонно-слоевой топке с кипящим слоем. Доля донного дутья для обеспечения

характерного для топок кипящего слоя температурного уровня  $800 \dots 860^\circ\text{C}$  должна составлять  $0,35 \dots 0,4$ .

Величина диаметра пережима, сечение сопел вторичного дутья и тепловыделение в топке оказывают существенное влияние на распределение температур в топочной камере и на концентрацию оксидов углерода ( $\text{CO}$ ) и азота ( $\text{NO}_x$ ) за топкой. По сути, разработанное топочное устройство является вихревой двухступенчатой горелкой для высокоинтенсивного сжигания твердого биотоплива с применением технологии кипящего слоя. В первой камере горелочного устройства происходит термохимическая конверсия твердого топлива, смесительные процессы и его частичное выгорание, а во второй камере – окончательное дожигание горючих продуктов. За счет снижения коэффициента избытка воздуха КПД котельного агрегата по сравнению с котлами, оснащенными традиционными слоевыми топками, можно увеличить, как показывают оценки, на  $3 \dots 5\%$ . Единичная мощность циклонно-слоевых топок с кипящим слоем может достигать до  $\sim 10 \text{ МВт}$ .

Успешные испытания котла с циклонно-слоевой топкой мощностью  $0,5 \text{ МВт}$ , проведенные на Белоозерском энергомеханическом заводе (г. Белоозерск Брестской области), позволяют сделать вывод о перспективности использования такого топочного оборудования для комплектации котлов малой и средней мощности.

Полагаем, что такое оборудование может быть с успехом использовано при модернизации существующих котельных на мест-

ных видах топлива, что позволит снизить затраты организаций ЖКХ за счет повышения эффективности работы котельного оборудования с циклонно-слоевыми топками.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № Т15 Ук/А-008).

## Обозначения

$d_{\text{out}}$  – диаметр выходного отверстия, м;  
 $D$  – диаметр колонны, м;  $N$  – мощность топки, кВт;  $q_v$  – тепловое напряжение топочного объема, кВт/м<sup>3</sup>;  $\alpha$  – коэффициент избытка воздуха;  $\varphi$  – доля первичного дутья;  $X, Z$  – безразмерные радиальная и продольная координаты.

## Литература

1. Баскаков А.П., Мацнев В.В., Распопов И.В. Котлы и топки с кипящим слоем: монография / А.П. Баскаков, В.В. Мацнев, И.В. Распопов. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 350 с.

2. Кунии Д., Левеншпиль О. Промышленное псевдооживление. М.: Химия, 1976. – 448 с.

3. Патент на полезную модель Республики Беларусь № 8360 «Топка кипящего слоя» № 20111039 от 20.12.2011 г. Авторы Пичуха Е.А., Теплицкий Ю.С., Бородуля В.А. Новик М.Д.

4. Установки котельные. Установки, работающие на газообразном, жидком и твердом топливе. Нормы выбросов загрязняющих веществ: СТБ 1626.1-2006. – Введ. 19.04.2006. – Мн.: Госстандарт, 2006.

5. Установки котельные. Установки, работающие на биомассе. Нормы выбросов загрязняющих веществ: СТБ 1626.2-2006. – Введ. 19.04.2006. ■

Статья поступила в редакцию 20.02.2017

За счет снижения коэффициента избытка воздуха КПД котельного агрегата по сравнению с котлами, оснащенными традиционными слоевыми топками, можно увеличить, как показывают оценки, на  $3 \dots 5\%$



# «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ – САМЫЙ ДЕШЕВЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ»

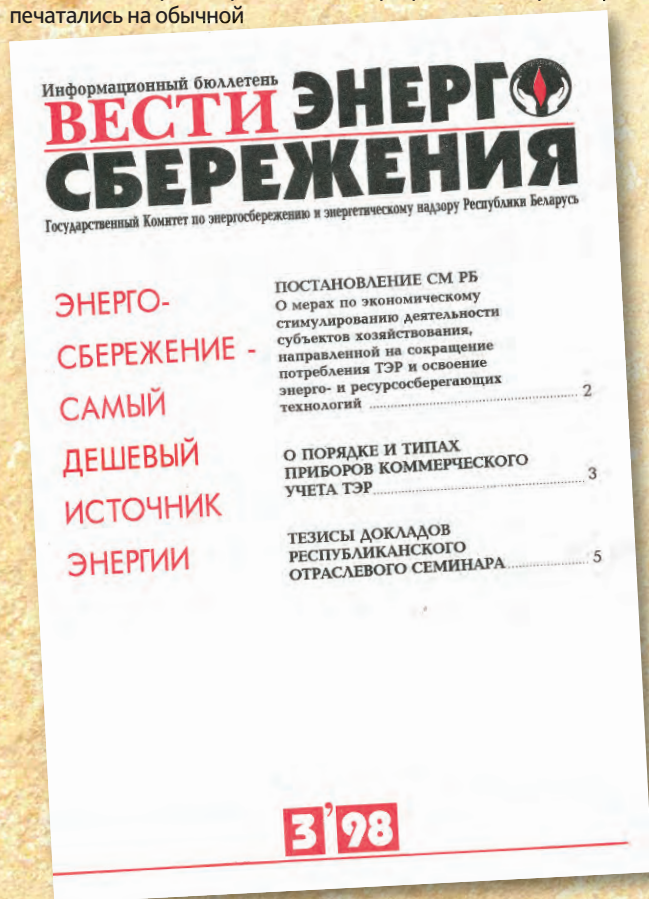
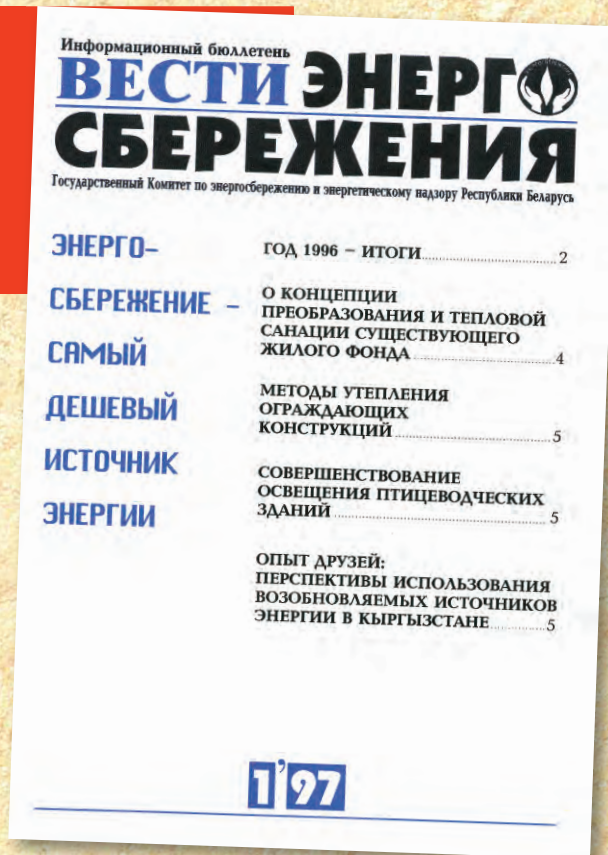
В 1997 году предшественником журнала «Энергоэффективность» стал информационный бюллетень «Вести энергосбережения», орган Государственного Комитета по энергосбережению и энергетическому надзору Республики Беларусь. Главным редактором бюллетеня (как впоследствии и журнала) стал доктор технических наук, автор учебных и научных изданий по теории и практике энергосбережения Виталий Ганжа.

Наиболее популярным в то время слоганом был следующий: «Энергосбережение – самый дешевый источник энергии». «Вести энергосбережения» публиковали итоги деятельности и сводные показатели, достигнутые в данной сфере за квартал или за год, нормативные акты, включая методики и инструкции, научные разработки, списки рекомендуемого энергосберегающего оборудования, другие решения экспертного совета Госкомэнергосбережения.

«Вести энергосбережения» печатались на обычной

бумаге двумя красками. В этом издании не было цветных иллюстраций. Тем не менее, на восьми страницах бюллетеня находилось место и для научных исследований, и для практических предложений представителей промышленности и ЖКХ, и для анонсов мероприятий.

Первый номер бюллетеня подводил итоги 1996 года. Постановлением Кабинета Министров от 13 июня 1996 г. №391 была одобрена Республиканская программа по энергосбережению



на период до 2000 года, определен комплекс неотложных мер по энергосбережению на 1996–1997 годы, установлены конкретные задания по энергосбережению министерствам, концернам, областным и Минскому городскому исполнительным комитетам. «Установленные для 11 министерств и концернов задания по опережению темпов снижения потребления ТЭР относительно падения объемов товарной продукции на 2–7% в основном выполнены», – констатировали «Вести энергосбережения».

Бюллетень подробно сообщал о каждой новой разработке энергосберегающего оборудования, выпуск которого освоен в Беларуси. Наибольшее внимание уделялось выпуску и применению отечественных приборов учета расхода ТЭР, включая индивидуальные приборы для бытовых потребителей.

Уже в те годы важным фактором энергосбережения было использование вторичных энергоресурсов и местных видов топлива. «На сжигание местных видов топлива в республике переведено 653 котла», – говорилось в отчетном материале за 1996 год.

Информировал бюллетень и о совершенствовании нормативно-правовой базы. Например, по итогам года был подготовлен и направлен на рассмотрение в Кабинет Министров проект закона «Об энергосбережении»; в проект закона «О бюджете Республики Беларусь на 1997 год» были внесены предложения по созданию республиканского фонда «Энергосбережение», а согласно Положению о проведении госэкспертизы и утверждению архитектурных и строительных объектов вопросы энергосбережения стали обязательной частью проектов. ■



1–31  
марта  
2017 года

В информационном центре (к. 607) Республиканской научно-технической библиотеки (РНТБ) на постоянно действующей выставке по энерго- и ресурсосбережению представлена новая тематическая экспозиция «Энергосбережение на предприятиях ЖКХ и направления его совершенствования». Она приурочена ко Дню работников бытового обслуживания населения и жилищно-коммунального хозяйства, который отмечается в четвертое воскресенье марта.

В экспозиции доступен широкий спектр свежих номеров журналов по энергетике, экологии, экономике, в т.ч. журнала «Энергоэффективность». Выставка будет интересна специалистам в сфере энергетики, экономики, производства, а также студентам, аспирантам и преподавателям вузов.

Вход свободный: Минск, пр-т Победителей, 7, в будние дни с 9.00 до 17.30, тел. (017) 306-20-74.

28–31  
марта  
2017 года

Минск, пр. Победителей, 20/2,  
Футбольный манеж  
«Вода и тепло-2017» – 19-я международная специализированная выставка.

Организатор: УП «Экспофорум»  
Тел. (+375 17) 314 34 30  
E-mail: voda@expoforum.by  
www.expoforum.by

28–31  
марта  
2017 года

Минск, пр. Победителей, 20/2,  
Футбольный манеж

Международные специализированные выставки «Белорусская строительная неделя-2017», «Белкоммунтех-2017», «Цветы. Семена. Сад. Огород» и международные специализированные салоны

«Ландшафт. Коттедж. Интерьер» и «Деревянное и загородное строительство».

На выставках будут представлены разделы:

Теплоснабжение. Газоснабжение: системы отопления и горячего водоснабжения. Электронагревательное и теплоэнергетическое оборудование, теплообменники, радиаторы.

Энерго- и ресурсосбережение: энергосбережение в тепловых сетях. Энергосберегающее оборудование и энергоэффективные технологии. Приборы учета и регулирования подачи тепла, воды, газа.

Вентиляционные системы и кондиционирование.

Электроснабжение. Светотехника: электрические сети и электросетевые объекты. Электростанции, технологии и оборудование электроснабжения.

Содержание и эксплуатация жилищного фонда. Санация. Ремонт: реконструкция, ремонт и содержание жилых зданий, оборудование, технологии, проектные работы. Строительные материалы, конструкции, гидро-, электро- и теплоизоляция, кровля, облицовочные материалы.

Организатор: ЗАО «МинскЭкспо»

Тел./факс: +375-17 327-35-11  
E-mail: bsn@minskexpo.com

30–31  
марта  
2017 года

Москва, ЦМТ, Краснопресненская набережная, 12

Smart Energy Summit – мероприятие для более чем 300 участников из нескольких стран мира.

Основной темой саммита станет «умная» генерация и внедрение инновационных технологий для рационального использования энергетических ресурсов. В рамках работы саммита участникам будут представлены новейшие мировые решения по внедрению и управлению «умной» энергетикой, интеллектуальные цифровые системы и технологии использования данных, а также перспективы их использования в России. Программа Smart Energy Summit будет разделена на два практических блока:

SmartCity/SmartHome, где будут обсуждаться особенности использования технологий «умный» дом и «умный» город, а также блок SmartIndustry/SmartBuilding, посвященный использованию «умной энергетики» в промышленности, зданиях и объектах социальной инфраструктуры.

Организатор: российско-британский проект Redenex  
Тел./факс: +7 (495) 780-71-98  
E-mail: kstrikha@redenex.com  
http://smartenergysummit.ru

2

апреля  
2017 года

День единения народов  
(Беларуси и России)  
День геолога

5–6

апреля  
2017 года

Дублин, Ирландия

The Energy Show 2017 – выставка.

Представлены следующие направления: продукты и услуги возобновляемой энергетики; управление энергетическими объектами; строительные услуги и технологии; энергоснабжение и поставки; профессиональные ассоциации.

Организатор: Sustainable Energy Authority of Ireland  
www.seai.ie/energyshow

5–7

апреля  
2017 года

Лейпциг, Германия



new energy world

New energy world 2017 – конференция и выставка по выработке, распределению и хранению энергии.

TerraTec 2017 – 15-я международная выставка по экологиче-

скому оборудованию и экологическим услугам.

Представлены следующие направления: использование тепловой и электрической энергии ТЭЦ, солнечная энергия, геотермальная энергия, технологии топливных элементов питания, услуги для периферийного энергопроизводства; периферийная техника; распределение энергии; энергосбережение; техника для измерения, управления, регулирования, обработки данных; автоматизация; информационные и телекоммуникационные технологии для периферийных энергосистем.

Организатор: Leipziger Messe  
www.enertec-leipzig.de

6–7

апреля  
2017 года

Москва, ул. Новый Арбат,  
д. 36/9

«ТЭК России в XXI веке» – XV Московский международный энергетический форум и выставка.

Главной целью форума можно обозначить поиск и выработку согласованных подходов к формированию новой архитектуры мирового энергетического сотрудничества, призванной обеспечить глобальную энергетическую безопасность, гарантии интересов и справедливое распределение рисков между производителями, транзитерами и потребителями энергоресурсов, а также доступ к энергетике всего человечества.

В рамках выставки «ТЭК России в XXI веке» свои экспозиции представят крупнейшие энергетические компании с презентацией инновационных проектов, а также проектов, направленных на реализацию корпоративной экологической политики.

Организаторы: Комитет Совета Федерации по экономической политике, комитет Государственной Думы по энергетике, ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, Российская академия наук, ПАО «Газпром», Институт проблем регионального развития, ООО «ТЭК в XXI веке»

Тел./факс: +7 (495) 664-24-18  
E-mail: info@mief-tek.com  
www.mief-tek.com

март 2017

# ЭНЕРГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Приложение

Официально

## Введена новая форма ведомственной отчетности

По согласованию с Межведомственным советом по государственной статистике (протокол от 9 ноября 2016 г. № 9пр) с I квартала 2017 г. вводится в действие форма ведомственной отчетности квартальной и годовой периодичности «Сведения о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)», утвержденная приказом Госстандарта от 30.12.2016 № 194 (далее – форма ведомственной отчетности).

Бланк формы ведомственной отчетности и указания по ее заполнению размещены на сайте Департамента по энергоэффективности Госстандарта <http://energoeffekt.gov.by> в разделе «Статистика» в подразделе «Нормы расхода ТЭР».

Форма ведомственной отчетности представляется в соответствующие по территориальному признаку об-

ластные и Минское городское управления по надзору за рациональным использованием ТЭР в срок до 20 числа месяца, следующего за отчетным периодом, в электронном виде в формате Excel или на бумажном носителе.

### СПРАВОЧНО

До 2016 года сведения о нормах расхода ТЭР отражались в форме государственной статистической отчетности 4-нормы ТЭР (Госстандарт) «Отчет о результатах использования топлива, тепловой и электрической энергии» в соответствии с указаниями по ее заполнению, утвержденными постановлением Национального статистического комитета Республики Беларусь от 01.08.2011 № 206.

Протоколом Межведомственного совета по государственной статистике от 28.10.2015 № 11/6пр

статус формы государственной отчетности 4-нормы ТЭР был признан не соответствующим требованиям Закона Республики Беларусь «О государственной статистике» (отменена постановлением Национального статистического комитета Республики Беларусь от 02.11.2015 № 175 «О признании утратившим силу постановлений Национального статистического комитета Республики Беларусь от 01.08.2011 № 206 и от 19.08.2013 № 165»), и Госстандарту было рекомендовано ввести в действие соответствующую форму ведомственной отчетности и указания по ее заполнению по аналогии с вышеупомянутыми формой государственной статистической отчетности 4-нормы ТЭР (Госстандарт) «Отчет о результатах использования топлива, тепловой и электрической энергии» и указаниями по ее заполнению.

Государственный комитет по стандартизации  
Республики Беларусь (Госстандарт)  
ПРИКАЗ 30.12. 2016 № 194  
г. Минск

## Об утверждении формы ведомственной отчетности «Сведения о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)» и указаний по ее заполнению

На основании части первой подпункта 1.1 пункта 1 Указа Президента Республики Беларусь от 2 марта 2011 г. № 95 «О некоторых вопросах сбора информации, не содержащейся в государственной статистической отчетности», подпункта 6.1 пункта 6 Положения о Государственном комитете по стандартизации Республики Беларусь, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 июля 2006 г. № 981 «Вопросы Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь», ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить прилагаемые:

1.1. форму ведомственной отчетности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь «Сведения о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)» квартальной и годовой периодичности и ввести ее в действие начиная с отчета за I квартал 2017 г.;

1.2. указания по заполнению формы ведомственной отчетности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь «Сведения о нор-

мах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)».

2. Ведомственная отчетность предоставляется в областные и Минское городское управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь по месту нахождения не позднее 20-го числа месяца, следующего за отчетным периодом, в электронном виде в формате Excel или на бумажном носителе.

3. Начальникам областных и Минского городского управлений по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь обеспечить сбор, хранение, обработку, анализ поступающей ведомственной отчетности.

Председатель комитета В.В. Назаренко



УТВЕРЖДЕНО  
Приказом Госстандарта от 30.12.2016 № 194

ВЕДОМСТВЕННАЯ ОТЧЕТНОСТЬ

**СВЕДЕНИЯ**

**о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)**  
**за \_\_\_\_\_**

(отчетный период)

ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ

Кто предоставляет отчетность	Кому предоставляется отчетность	Срок предоставления	Периодичность предоставления
государственные организации, подчиненные республиканским органам государственного управления и иным государственным организациям, подчиненным Правительству Республики Беларусь, местным исполнительным и распорядительным органам, с годовым потреблением топливно-энергетических ресурсов 100 тонн условного топлива и более и (или) имеющие источники тепловой энергии производительностью 0,5 гигакалории в час и более	соответствующему республиканскому органу государственного управления и иной государственной организации, подчиненной Правительству Республики Беларусь; областному (Минскому городскому) управлению по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь	20-го числа месяца после отчетного периода	Квартальная, годовая
иные юридические лица, не имеющие ведомственной подчиненности, с годовым потреблением топливно-энергетических ресурсов 100 тонн условного топлива и более и (или) имеющие источники тепловой энергии производительностью 0,5 гигакалории в час и более	областному (Минскому городскому) управлению по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь	20-го числа месяца после отчетного периода	

Наименование отчитывающейся организации (заполняет организация, которая предоставляет отчет) \_\_\_\_\_

**РАЗДЕЛ I  
ТОПЛИВО**

Таблица 1

Наименование вида продукции (работ, услуг), наименование показателя	Код строки	Единица измерения	Произведено продукции (выполнено работ, услуг) за отчетный период	Израсходовано на единицу продукции (работы, услуги) за отчетный период, кг у.т.		Израсходовано на всю произведенную продукцию (выполненную работу, услугу) за отчетный период, т у.т.		
				по действующей норме	фактически	по действующей норме	фактически	экономия (-), перерасход (+) по сравнению с действующей нормой
А	Б	В	1	2	3	4	5	6
Всего по нормированному потреблению	9001	х	х	х	х			
Прочее производственное потребление	9010	х	х	х	х			
Итого производственное потребление (сумма строк 9001, 9010)	9100	х	х	х	х			

Наименование вида продукции (работ, услуг), наименование показателя	Код строки	Единица измерения	Произведено продукции (выполнено работ, услуг) за отчетный период	Израсходовано на единицу продукции (работы, услуги) за отчетный период, кг у.т.		Израсходовано на всю произведенную продукцию (выполненную работу, услугу) за отчетный период, т у.т.		
				по действующей норме	фактически	по действующей норме	фактически	экономия (-), перерасход (+) по сравнению с действующей нормой
А	Б	В	1	2	3	4	5	6
Потребление котельно-печного топлива в качестве сырья и на нетопливные нужды	9150	х	х	х	х			
Коммунально-бытовое потребление	9200	х	х	х	х			
Прочее потребление	9250	х	х	х	х			
Всего потреблено (сумма строк 9100, 9150, 9200, 9250)	9300	х	х	х	х			
из него: вторичных горючих ресурсов и отходов собственного производства	9310	х	х	х	х	х		х
отпущено населению	9651	х	х	х	х	х		х

## РАЗДЕЛ II ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ

Таблица 2

Наименование вида продукции (работ, услуг), наименование показателя	Код строки	Единица измерения	Произведено продукции (выполнено работ, услуг) за отчетный период	Израсходовано на единицу продукции (работы, услуги) за отчетный период, Гкал (Мкал)		Израсходовано на всю произведенную продукцию (выполненную работу, услугу) за отчетный период, Гкал (Мкал)		
				по действующей норме	фактически	по действующей норме	фактически	экономия (-), перерасход (+) по сравнению с действующей нормой
А	Б	В	1	2	3	4	5	6
Всего по нормированному потреблению	9001	х	х	х	х			
Прочее производственное потребление	9010	х	х	х	х			
Итого производственное потребление (сумма строк 9001, 9010)	9100	х	х	х	х			
Коммунально-бытовое потребление	9200	х	х	х	х			
из него от собственных источников	9201							



Наименование вида продукции (работ, услуг), наименование показателя	Код строки	Единица измерения	Произведено продукции (выполнено работ, услуг) за отчетный период	Израсходовано на единицу продукции (работы, услуги) за отчетный период, Гкал (Мкал)		Израсходовано на всю произведенную продукцию (выполненную работу, услугу) за отчетный период, Гкал (Мкал)		
				по действующей норме	фактически	по действующей норме	фактически	экономия (-), перерасход (+) по сравнению с действующей нормой
А	Б	В	1	2	3	4	5	6
Прочее потребление	9250	х	х	х	х			
Всего потреблено (сумма строк 9100, 9200, 9250)	9300	х	х	х	х			
Отпущено (продано) другим организациям и населению (сумма данных строк 9651, 9653, 9654)	9650	х	х	х	х	х		х
в том числе:								
населению	9651	х	х	х	х	х		х
из него от собственных источников	9652	х	х	х	х	х		х
организациям своего органа управления	9653	х	х	х	х	х		х
прочим организациям	9654	х	х	х	х	х		х

**Таблица 3**

Наименование показателя	Код строки	Поступило тепловой энергии с начала года, Гкал
А	Б	1
От собственного производства, всего	9700	
в том числе:		
на электростанциях	9710	
в котельных установках	9720	
в электродолах	9730	
в теплоутилизационных установках	9740	
в прочих установках	9760	
От других организаций, всего	9800	
в том числе:		
от организаций своего органа управления	9810	
от прочих организаций	9820	
из них от республиканских унитарных предприятий электроэнергетики государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» (далее – организаций ГПО «Белэнерго»)	9821	

### РАЗДЕЛ III ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ

Таблица 4

Наименование вида продукции (работ, услуг), наименование показателя	Код строки	Единица измерения	Произведено продукции (выполнено работ, услуг) за отчетный период	Израсходовано на единицу продукции (работы, услуги) за отчетный период, кВтч		Израсходовано на всю произведенную продукцию (выполненную работу, услугу) за отчетный период, тыс. кВтч		
				по действующей норме	фактически	по действующей норме	фактически	экономия (-), перерасход (+) по сравнению с действующей нормой
А	Б	В	1	2	3	4	5	6
Всего по нормированному потреблению	9001	х	х	х	х			
Прочее производственное потребление	9010	х	х	х	х			
Итого производственное потребление (сумма строк 9001, 9010)	9100	х	х	х	х			
Коммунально-бытовое потребление	9200	х	х	х	х			
Прочее потребление	9250	х	х	х	х			
Всего потреблено (сумма строк 9100, 9150, 9200, 9250)	9300	х	х	х	х			

Таблица 5

Наименование показателя	Код строки	Электрическая энергия, тыс. кВтч
А	Б	1
Отпущено (продано) другим организациям и населению с начала года (сумма строк 9651, 9652, 9653)	9650	
в том числе:		
населению	9651	
организациям-потребителям области	9652	
организациям ГПО «Белэнерго»	9653	
Поступило с начала года:	9700	
от собственного производства		
от других организаций	9800	
из них:		
от организаций ГПО «Белэнерго»	9810	
от блок-станций	9820	

Примечание. Данные в графе 1 таблиц 1, 2 и 4 отчета заполняются в целых числах, все остальные данные – с одним знаком после запятой.

Руководитель организации \_\_\_\_\_

(подпись)

(инициалы, фамилия)

Дата составления отчета « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.



## УКАЗАНИЯ по заполнению формы ведомственной отчетности «Сведения о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)»

### ГЛАВА 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Настоящие указания определяют порядок заполнения формы ведомственной отчетности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь «Сведения о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)» (далее – ведомственная отчетность) юридическими лицами и обособленными подразделениями юридических лиц, имеющими отдельный баланс, с годовым потреблением топливно-энергетических ресурсов 100 тонн условного топлива и более и (или) юридическими лицами и обособленными подразделениями юридических лиц, имеющими источники тепловой энергии производительностью 0,5 Гкал/ч и более (далее – организации), включая данные по входящим в их структуру подразделениям.

2. Ведомственная отчетность составляется на произведенную продукцию (выполненную работу, услугу) в соответствии с данными первичных учетных документов о расходе топлива, тепловой и электрической энергии на основные и вспомогательные нужды организации, производственно-технической документации.

3. Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг) осуществляется в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об энергосбережении» и постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17.02.2012 № 156 «Об утверждении единого перечня административных процедур, осуществляемых государственными органами и иными организациями в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, внесении дополнения в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14 февраля 2009 г. № 193 и признании утратившими силу некоторых постановлений Совета Министров Республики Беларусь».

4. Методическое руководство работой по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии, контроль за ее выполнением осуществляется Департаментом по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь.

5. В ведомственной отчетности удельные расходы топлива (фактические и по норме) приводятся в килограммах условного топлива на единицу продукции (работ, услуг), теплотворности – в гигакалориях на единицу продукции (работ, услуг), электроэнергии – в киловатт-часах на единицу продукции (работ, услуг).

Данные о расходе топлива на всю произведенную продукцию (выполненные работы, услуги) и в целом по организации приводятся в тоннах условного топлива, тепловой энергии – в гигакалориях, электроэнергии – в тысячах киловатт-часов.

Допускается указывать удельный расход тепловой энергии – в мегакалориях на единицу продукции (работ, услуг).

Данные о производстве продукции (выполнении работ, услуг) отражаются в целых числах, все остальные данные – с одним знаком после запятой.

6. Перевод количества израсходованного топлива из натурального вида в условное топливо производится при помощи соответствующего коэффициента пересчета в условное топливо, определяемого как отношение низшей теплотворной способности единицы

массы (объема) топлива к низшей теплотворной способности единицы массы (объема) условного топлива.

7. Таблицы 1, 2 и 4 ведомственной отчетности заполняются по перечню видов продукции (работ, услуг) согласно приложению 1 к настоящим указаниям (далее – перечень видов продукции).

8. При заполнении данных по видам продукции (работ, услуг), указанных по строкам с 0020 по 0031 перечня видов продукции, необходимо руководствоваться характеристикой котельных согласно приложению 3 к настоящим указаниям.

9. По заполнению таблиц 1, 2 и 4 ведомственной отчетности:

9.1. в графах А, Б и В по каждой строке записываются соответственно наименование вида продукции (работ, услуг), код строки и единица измерения;

9.2. данные в графах с 1 по 6 заполняются за отчетный период;

9.3. в графе 1 отражаются данные о количестве произведенной продукции (выполненных работ, услуг) за отчетный период в тех же единицах измерения, на которые утверждены нормы расхода;

9.4. в графе 2 отражаются данные о нормах расхода топлива, теплотворности и электроэнергии в отчетном периоде, утвержденные в установленном законодательством Республики Беларусь порядке.

Республиканские унитарные предприятия электроэнергетики государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» (далее – организации ГПО «Белэнерго»), прочие организации, имеющие на своем балансе электростанции и котельные, при заполнении данных по видам продукции (работ, услуг), указанных по строкам 0010, 0020, 0040 и 0050 приложения 1 к настоящим Указаниям, в графе 3 отражают утвержденные (с учетом соответствующих нормативных (энергетических) характеристик, режимов работы оборудования в отчетном периоде и мероприятий, предусмотренных программой энергосбережения) нормы расхода топлива на отпущенную теплотворность и электроэнергию, нормы потерь теплотворности и электроэнергии в тепловых, электрических сетях.

Если норма не утверждена или не согласована в установленном законодательством Республики Беларусь порядке, то в графе 2 данные не отражаются;

9.6. в графе 3 отражаются данные о фактическом удельном расходе топлива, теплотворности и электроэнергии, полученном как частное от деления данных в графе 5 на данные в графе 1, умноженное на 1000;

9.7. в графе 4 отражаются данные о расходе топлива, теплотворности и электроэнергии по нормам на всю произведенную продукцию (выполненные работы, услуги), включая производство теплотворности и электроэнергии, рассчитанные путем умножения данных о фактически произведенном количестве продукции за отчетный период (данные в графе 1) на данные о норме расхода указанных энергоресурсов в отчетном периоде (данные в графе 3) и деления на 1000;

9.8. в графе 5 отражаются данные о фактическом расходе топлива, теплотворности и электроэнергии как на всю произведенную продукцию (выполненные работы, услуги), так и на все другие нужды организации за отчетный период независимо от того, есть ли у организации утвержденные нормы расхода топливно-энергетических ресурсов или нет;

9.9. в графе 6 отражаются данные об абсолютных результатах использования топлива, теплотворности, электроэнергии – экономии (–), перерасходе (+), исчисляемых как разность данных о фактическом расходе (данные в графе 6) и расходе, рассчитанном по нормам (данные в графе 5), за отчетный период;

9.10. по строке 9001: подводится итог о расходе топлива, теплотворности и электроэнергии на производство всей подлежащей нормированию продукции (работы, услуги), включая производство теплотворности и электроэнергии;

9.11. по строке 9010 отражаются данные о расходе энергоресурсов:

на монтаж, наладку и пуск технологического оборудования, вновь смонтированного или после капитального ремонта;

на капитальный ремонт зданий и сооружений; на проведение научно-исследовательских и экспериментальных работ;

на собственных объектах коммунально-бытового назначения, расположенных в производственных и административных постройках организации.

9.12. по строке 9100 подводится итог о расходе соответствующих энергоресурсов на производство всех видов продукции (выполнение работ, услуг), включая расходы на прочее производственное потребление;

9.13. по строке 9200 отражаются данные о расходе энергоресурсов на отопление, освещение, вентиляцию, горячее водоснабжение и другие санитарно-гигиенические нужды объектов коммунально-бытового назначения, находящихся на балансе организации (столовых, буфетов, прачечных, учреждений образования, домов отдыха, пансионатов и других).

По строке 9200 отражаются также данные о расходе тепловой и электрической энергии на работу оргтехники, освещение, отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию помещений учреждениями образования; организациями здравоохранения; организациями общественного питания; организациями культуры; спортивными объектами; домами для престарелых и инвалидов; домами отдыха, гостиницами; общежитиями; органами государственного управления; научными учреждениями; воинскими частями, не занимающимися выпуском продукции; торговыми организациями; организациями службы быта, выполняющими услуги непромышленного характера, и тому подобными.

По строке 9200 отражаются также данные о расходе топлива в отопительных котельных производительностью менее 0,5 Гкал/ч, не имеющих договоров с другими организациями и населением на энергоснабжение;

9.14. по строке 9250 отражаются данные о расходе топлива, теплотворности и электроэнергии на производство полуфабрикатов для поставки другим организациям, выполнение работ, услуг с использованием оборудования организации, прочем расходе энергоресурсов, не связанном с выпуском продукции данной организации. В данные о расходе по строке 9250 включаются также оформленные соответствующими актами данные о потерях топлива при его хранении и транспортировке;

9.15. по строке 9300 подводится итог о потреблении энергоресурсов на все нужды (производственные, коммунально-бытовые, прочие) организации, включая данные о расходе топлива в качестве сырья и на нетопливные нужды;

## ГЛАВА 2

## ПОРЯДОК ЗАПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛА I «ТОПЛИВО»

11. В разделе I отражаются данные о расходе топлива организациями-потребителями на производственно-технологические нужды, на преобразование в другие виды энергии, на строительные, коммунально-бытовые и прочие нужды, а также использование его в качестве сырья и на нетопливные нужды (кроме работы автомобильного транспорта).

12. В разделе I отражаются данные о расходе следующих видов топлива:

- угля и продуктов его переработки;
- торфа топливного;
- дров;
- щепы топливной;
- топлива энергетического из быстрорастущей древесины;
- кокса металлургического, коксика и коксовой мелочи;
- брикетов торфяных;
- газа природного, включая попутный;
- нефти, включая газовый конденсат;
- топливных нефтепродуктов (топчного мазута, топлива печного бытового и других);

- биогаза;
- газов углеводородных сжиженных;
- газов углеводородных нефтепереработки;
- древесных отходов, образующихся при заготовке и переработке древесины (сучьев, веток, вершин, откомлевок, пней, корней, кусковых отходов деревообработки, коры, опилок, стружки, обрезки и других); отходов сельскохозяйственной деятельности (соломы, хвороста, льнокостры, отходов переработки зерна и других); демонтированных негодных деревянных шпал, столбов связи, деревянной тары, бревен разобранных старых зданий, выбывшей из употребления мебели и тому подобных;

прочих отходов – горючих отходов процессов химической и термохимической переработки углеродистого или углеводородного сырья; сульфатных и сульфитных щелоков целлюлозно-бумажной промышленности; отходов гидролизного производства (лигнина); отработанных нефтепродуктов; неиспользуемых (непригодных) для дальнейшей технологической переработки отходов кожевенного, мехового, ткацкого, швейного и других производств; бытовых и прочих горючих отходов;

прочих видов котельно-печного топлива.

13. Организации – потребители топлива, являющиеся одновременно его производителями, в разделе I отражают данные о расходе только того количества котельно-печного топлива собственного производства, которое использовано для их собственных производственных нужд (например, в котельных).

Данные о расходе топлива, расходующегося этими организациями в качестве сырья для переработки в другие виды топлива (нефти, использованной на производство нефтепродуктов; газа природного и попутного, израсходованного на производство сжиженного газа; дров, использованных на производство древесного угля; торфа, израсходованного на производство брикетов, и так далее) в отчете не отражаются.

14. По строке 9150 отражаются данные о расходе по норме и фактически, а также о результате использования (экономики, перерасходе) котельно-печного топлива в качестве сырья на производство химической, нефтехимической и другой нетопливной продукции, а также в качестве материала на нетопливные нужды. К расходу котельно-печного топлива в качестве материала на нетопливные нужды относятся, например, расход угля в качестве добавки к глинистым растворам при бурении нефтяных скважин, а также в качестве фильтрующего вещества; газа, закачиваемого в пласт для поддержания давления и обеспечения газлифтной добычи нефти;

топливного торфа, расходующегося в качестве теплоизоляционного материала и на удобрение; топливных дров, расходующихся на производство тарной дощечки, стружки и так далее.

15. По строке 9310 отражаются данные о расходе отходов собственного производства и прочей хозяйственной деятельности организаций (древесных отходов, образующихся при заготовке и переработке древесины; отходов сельскохозяйственной деятельности; демонтированных негодных деревянных шпал, столбов связи, деревянной тары, бревен разобранных старых зданий, выбывшей из употребления мебели и тому подобных; прочих отходов), образовавшихся и использованных в организациях в качестве котельно-печного топлива.

Организации, имеющие на своем балансе биогазовые установки, отражают по строке 9310 данные о потреблении биогаза.

Подлежат отражению по строке 9310 также данные о расходе топлива, произведенного из отходов собственного производства.

Не отражаются по строке 9310 данные о расходе отходов, а также топлива, произведенного из отходов, поступивших от других организаций.

## ГЛАВА 3

## ПОРЯДОК ЗАПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛА II «ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ»

16. В разделе II отражаются данные об источниках поступления, расходе по нормам и фактически, отпуске другим организациям и населению теплотехники (тепла, содержащегося в паре и горячей воде).

Не отражаются в разделе II данные о количестве теплотехники, произведенной отопительными котельными производительностью менее 0,5 Гкал/ч, за исключением отопительных котельных, заключивших договора с другими организациями и населением на энергоснабжение; теплотехники, получаемой в паропреобразователях и используемой для приготовления кормов; теплотехники, полученной в котлах электростанций, а также в теплоутилизационных установках и используемой в качестве промежуточного энергоресурса при выработке электроэнергии в турбогенераторах и паровых турбинах.

17. В таблице 2 раздела II:

17.1. данные о потерях теплотехники (включая попутную) в магистральных тепловых сетях Белорусской энергетической системы (данные по строке 0050), организаций других республиканских органов государственного управления, имеющих на своем балансе магистральные и квартальные тепловые сети (данные по строкам 0051 и 0052), включаются в данные, отражаемые по строке 9001;

17.2. организации ГПО «Белэнерго», другие организации, осуществляющие отпуск теплотехники непосредственно населению, данные о ее отпуске отражают по строке 9651 и включают в данные по строке 9650;

17.3. данные об отпуске теплотехники другим организациям отражаются по строкам 9653 и 9654 и включаются в данные по строке 9650.

18. В таблице 3 раздела II:

18.1. данные по строке 9700 отражаются с расшифровкой по источникам поступления от собственного производства: от электростанций (данные по строке 9710), в котельных установках (данные по строке 9720), в электротопках (данные по строке 9730), в теплоутилизационных установках (данные по строке 9740) и в прочих установках (данные по строке 9760) (воздушного отопления, гелиоустановках и так далее);

18.2. по строке 9740 отражаются данные о количестве теплотехники, полученной от котлов-утилизаторов, охладительных установок, подогревателей воды и так далее, работающих на базе использования тепловых вторичных энергетических ресурсов:

тепла, отводимого от систем охлаждения производственных агрегатов;

тепла, отбираемого на промежуточных этапах технологических процессов;

тепла, уходящих газов промышленных печей и котельных агрегатов и тому подобных.

По строке 9740 отражаются также данные о количестве тепла, отработанного пара и горячей воды, вторично используемых организацией непосредственно без установок котлов-утилизаторов.

Если в теплоутилизационных установках применяется топливо для розжига, то данные о количестве теплотехники, полученной в этих установках за счет сжигаемого топлива, определяют расчетным путем и отражают не по строке 9740, а по строке 9720. Данные о расходе указанного количества топлива и расчетной величины произведенной теплотехники отражаются в разделе I по строкам с 0024 по 0031;

18.3. данные по строке 9800 отражаются за вычетом данных о количестве тепла, возвращенного на электростанцию или котельную с конденсатом, мятым паром и обратной сетевой водой.

19. При заполнении раздела II необходимо обратить внимание на то, что количество теплотехники, потребленной организацией, а также отпущенной (проданной) другим организациям и населению (сумма данных в графе 9 таблицы 3 по строкам 9300 и 9650), должно равняться количеству теплотехники, поступившей от собственного производства и полученной от других организаций (сумма данных в графе 1 таблицы 4 по строкам 9700 и 9800).

## ГЛАВА 4

## ПОРЯДОК ЗАПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛА III «ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ»

20. В разделе III отражаются данные об источниках поступления, расходе по нормам и фактически, отпуске другим организациям и населению электроэнергии.

Не отражаются в разделе III данные о количестве электроэнергии, выработанной электрогенерирующими установками на судах, в поездах, обслуживающими электростригальные, электродоильные, электросварочные аппараты и составляющие с рабочим аппаратом единый агрегат.

21. В таблице 4 раздела III данные о потерях электроэнергии в электрических сетях Белорусской энергетической системы, расходе электроэнергии на производственные нужды котельных, насосных, центрального теплового пункта, а также расходе электроэнергии на собственные нужды электростанций (данные по строкам 0040, 0041, 0011, 0012) включаются в итоговые данные, отражаемые по строке 9001.

22. В таблице 6 раздела III:

22.1. по строке 9650 отражаются итоговые данные об отпуске (продаже) электроэнергии населению (данные по строке 9651), другим организациям (данные по строке 9652) и организациям ГПО «Белэнерго» (данные по строке 9653);

22.2. по строке 9700 отражаются данные о количестве электроэнергии собственного производства, отпущенной в сеть находящимися на балансе организации электростанциями, котельными с противодавленческими турбинами, теплоутилизационными установками, гидростанциями, парогазовыми и газотурбинными установками, дизель-генераторами, турбодетандерными установками, ветроустановками и другими;

22.3. по строке 9800 отражаются данные о количестве электроэнергии, поступившей от других организаций независимо от ведомственной подчиненности, с выделением количества электроэнергии, полученного от организаций ГПО «Белэнерго» (данные по строке 9810) и от блок-станций (данные по строке 9820).

**Примечание.** Терминология, применяемая в настоящих указаниях, используется только для заполнения ведомственной отчетности.



**Приложение 1**

к указаниям по заполнению формы ведомственной отчетности «Сведения о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)»

**Перечень видов продукции (работ, услуг)**

Код строки	Наименование вида продукции (работ, услуг)	Единица измерения	Котельно-печное топливо	Тепло-энергия	Электро-энергия
А	Б	В	1	2	3
0010	Электроэнергия, отпущенная электростанциями, работающими на котельно-печном топливе	тыс. кВт·ч		X	X
	Электроэнергия, израсходованная на собственные нужды электростанций:				
0011	на производство теплоэнергии	Гкал	X	X	
0012	на производство электроэнергии	тыс. кВт·ч	X	X	
0020	Теплоэнергия, отпущенная электростанциями и районными котельными	Гкал		X	
0021	в том числе отпущенная районными котельными	Гкал		X	
0024	Теплоэнергия, отпущенная промышленно-производственными котельными производительностью 10 Гкал/час и более	Гкал		X	
0025	Теплоэнергия, отпущенная промышленно-производственными котельными производительностью от 0,5 до 10 Гкал/час	Гкал		X	
0026	Теплоэнергия, отпущенная отопительными котельными производительностью 10 Гкал/час и более	Гкал		X	
0027	Теплоэнергия, отпущенная отопительными котельными производительностью от 0,5 до 10 Гкал/час	Гкал		X	
0030	Теплоэнергия, отпущенная отопительно-производственными котельными, производительностью 10 Гкал/час и более	Гкал		X	
0031	Теплоэнергия, отпущенная отопительно-производственными котельными производительностью от 0,5 до 10 Гкал/час	Гкал		X	
0040	Потери электроэнергии в электрических сетях Белорусской энергетической системы	тыс. кВт·ч электроэнергии, отпущенной в сеть (включая покупную)	X	X	
0041	Производственные нужды Белорусской энергетической системы	Гкал	X	X	
0050	Потери теплоэнергии в магистральных тепловых сетях Белорусской энергетической системы	Гкал теплоэнергии (включая покупную)	X		X
0051	Потери теплоэнергии в магистральных тепловых сетях организаций других республиканских органов государственного управления	Гкал	X		X
0052	Потери теплоэнергии в квартальных тепловых сетях организаций других республиканских органов государственного управления				
0060	Добыча нефти всеми способами, включая газовый конденсат (с учетом расхода на внутрипромышленную перекачку, вторичные методы эксплуатации и водоснабжения) – всего	т			
	в том числе:				
0065	методом водотеплового воздействия	т		X	
0066	методом паротеплового воздействия	т		X	
0067	газлифтная	т		X	
0068	прочие	т		X	
0070	Бурение нефтегазовых скважин разведочное	пог.м проход	X		
0080	Бурение нефтегазовых скважин эксплуатационное	пог.м проход	X		
0090	Подготовка нефти на промыслах	т		X	X
0140	Переработка нефти, включая газовый конденсат – всего	т			
	в том числе:				
0141	первичная переработка нефти	т			
0142	гидрокрекинг	т			
0145	каталитический риформинг	т			

Код строки	Наименование вида продукции (работ, услуг)	Единица измерения	Котельно-печное топливо	Тепло-энергия	Электро-энергия
А	Б	В	1	2	3
0146	производство масел	т			
0148	гидроочистка	т			
0149	каталитический риформинг для получения ароматических углеводородов	т			
0152	парекс	т			
0170	Переработка газа	тыс. м <sup>3</sup>			
0290	Топливные брикеты	т			
0300	Добыча и переработка торфа	т			
0380	Кислород	тыс. м <sup>3</sup>	X		
0390	Сжатый воздух, отпущенный (проданный) на сторону при t=20°C и P=1,4 атм.	тыс. м <sup>3</sup> привед	X	X	
0410	Чугун	т			
0460	Прокат черных металлов (включая поковки из слитков)	т			
0470	Трубы стальные	т			
0480	Трубы чугунные напорные	т		X	
0690	Метизы (из готового проката) – всего	т		X	
0755	Добыча других руд и горных масс – всего	т	X	X	
1160	Сера – всего	т			
1163	в том числе сера газовая	т			
1180	Аммиак синтетический – всего	т			
	в том числе произведенный на:				
1181	агрегатах М-400, М-450	т	X		
1182	других агрегатах	т	X		
1220	Кислота серная (в пересчете на 100% содержания, кроме отработанной)	т		X	
1300	Азот	тыс. м <sup>3</sup>	X	X	
1310	Аргон	тыс. м <sup>3</sup>	X	X	
1320	Натрий серноокислый 100 %	т	X		
1350	Минеральные удобрения – всего	т	X		
	в том числе:				
1360	калийные удобрения в пересчете на 100% K <sub>2</sub> O	т	X		
1370	фосфатные удобрения в пересчете на 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	т	X		
1380	азотные удобрения в пересчете на 100% N <sub>2</sub>	т	X		
1400	Волокна и нити химические – всего	т	X		
	в том числе:				
	нити текстильные синтетические:				
1401	капроновые	т	X		
1402	полиэфирные	т	X		
	нити синтетические для корда и техники:				
1404	капроновые	т	X		
1406	полиэфирные	т	X		
1407	полипропиленовые	т	X		
	волокна синтетические:				
1409	капроновые	т	X		
1411	полиэфирные	т	X		
1413	полиакрилонитрильные	т	X		
1415	поливинилхлоридные	т	X		
	нити текстильные искусственные:				
1416	вискозные	т	X		
1419	для кордной ткани и технических изделий	т	X		
	волокна искусственные:				

Код строки	Наименование вида продукции (работ, услуг)	Единица измерения	Котельно-печное топливо	Тепло-энергия	Электро-энергия
А	Б	В	1	2	3
1420	вискозные	т	X		
1422	прочие виды волокон и нитей химических	т	X		
1430	Смолы синтетические и пластмассы – всего	т			
	в том числе:				
1431	полиэтилен высокого давления	т			
1434	смолы карбамидные	т	X		
1435	диметилтерефталат	т			
1437	капролактамы	т			
1438	дисперсии (эмульсии) поливинил-ацетатные	т			
1443	прочие виды синтетических смол и пластмасс	т	X		
1444	полиэтилентерефталат	т			
1445	Терефталевая кислота	т			
1446	Ангидрид фталевый	т			
1447	Лаки на конденсационных смолах	т			
1448	Эмали, грунтовки и шпатлевки на конденсационных смолах	т			
1660	Автомобили	шт.	X		
1680	Литье чугуна	т		X	
1700	Литье цветное	т		X	
1710	Литье стальное	т			
1860	Плиты древесностружечные	усл. м <sup>3</sup>			
1870	Плиты древесноволокнистые	м <sup>2</sup>			
1890	Деревянные изделия	м <sup>3</sup>			
1900	Смола древесная и продукты ее переработки	т			
1930	Мебель	усл. ед.	X		
1970	Целлюлоза – всего	т	X		
1980	Бумага	т	X		
1990	Картон и изделия из него	т	X		
2000	Цемент – всего	т			
2001	из него клинкер	т		X	X
2010	Известь	т			
2015	Гипс и изделия из него	т			
2016	Мука известняковая и продукты ее переработки	т			
2020	Кирпич глиняный	тыс. шт. усл. кирп.			
2030	Кирпич силикатный	тыс. шт. усл. кирп.	X		
2035	Металлоконструкции	т			
2050	Шифер	тыс. усл. ед.	X		
2055	Мягкие кровельные материалы	тыс. м <sup>2</sup>			
2056	Синтетические покрытия	м <sup>2</sup>	X		
2060	Бетонные и железобетонные изделия	м <sup>3</sup>	X		
2070	Товарный бетон и раствор	м <sup>3</sup>	X		
2080	Товарная арматура	т	X	X	
2132	Столярные изделия	м <sup>2</sup>	X		
2134	Погонажные изделия	тыс. пог. м	X		
2180	Производство теплоизоляционных материалов	м <sup>3</sup>			
2210	Керамзит и изделия из него	м <sup>3</sup>			
2255	Производство нерудных материалов	м <sup>3</sup>	X		
2270	Асфальт и асфальтобетон	т			
2310	Стекло и изделия из него	т			



Код строки	Наименование вида продукции (работ, услуг)	Единица измерения	Котельно-печное топливо	Тепло-энергия	Электро-энергия
А	Б	В	1	2	3
2315	Стекловолокно и изделия из него	т			
2320	Глина и керамические изделия	т			
2340	Резинотехнические изделия	т	X		
2350	Лакокрасочные изделия	т			
2360	Плиты и прочие изделия из природных камней	м <sup>2</sup>	X		
2370	Плитки керамические	м <sup>2</sup>			
2400	Ткани	тыс. м <sup>2</sup>			
2410	Изделия из кожи	тыс. дм <sup>2</sup>	X		
2420	Мех искусственный	тыс. м <sup>2</sup>	X		
2430	Ковры и ковровые изделия	тыс. м <sup>2</sup>	X		
2440	Чулочно-носочные изделия	тыс. пар	X		
2450	Трикотажные изделия	тыс. ед.	X		
2451	Трикотажные изделия	тыс. усл. ед.	X		
2460	Обувь кожаная	тыс. усл. пар	X		
2470	Обувь резиновая	тыс. усл. пар			
2480	Швейные изделия	усл. ед.	X		
2481	Трикотажное полотно готовое	усл. т	X		
2490	Пряжа – всего	т. ном	X		
2500	Цельномолочная продукция в пересчете на молоко	т	X		
2510	Молочный сахар	т	X		
2520	Обезжиренная молочная продукция в пересчете на молоко	т	X		
2530	Солод пивоваренный	т			
2540	Маргариновая продукция	т	X		
2550	Майонез	т	X		
2560	Консервы молочные	тыс. усл. банк	X		
2570	Мыло и моющие средства	т	X		
2580	Мясо (включая субпродукты 1 категории)	т			
2600	Концентраты пищевые	т	X		
2610	Консервы мясные	тыс. усл. банк	X		
2620	Масло животное – всего	т	X		
2630	Сыры жирные – всего	т	X		
2640	Сухие молочные изделия и смеси	т	X		
2650	Колбасные изделия	т			
2660	Пиво	тыс. дал	X		
2665	Безалкогольные напитки	тыс. дал	X		
2670	Производство холода	Гкал	X	X	
2680	Консервы рыбные	тыс. усл. банк	X		
2690	Консервы плодоовощные	тыс. усл. банк			
2695	Сушеные овощи	т	X		
2700	Углекислота	т	X		
2710	Меланж	т	X		
2720	Кондитерские изделия	т			
2730	Масло растительное	т	X		
2740	Картофелепродукты	т	X		
2750	Производство соли	т	X		
2760	Спирт этиловый - всего	дал	X		
2770	Ликеро-водочные изделия и вино	тыс. дал	X		
2790	Лимонная кислота	т	X		
2800	Очистка зерна	т	X	X	
2810	Сушка зерна	т		X	
2820	Мука – всего	т	X		

Код строки	Наименование вида продукции (работ, услуг)	Единица измерения	Котельно-печное топливо	Тепло-энергия	Электро-энергия
А	Б	В	1	2	3
2830	Крупа – всего	т	X		
2840	Макаронные изделия	т	X		
2850	Комбикорма сухие, гранулированные и комбинированные	т	X		
2855	Производство сахара-рафинада	т			
2860	Хлеб и хлебобулочные изделия	т			
2870	Льноволокно	т	X		
2880	Производство сахара	т			
2900	Содержание свиней	гол	X		
2910	Содержание крупного рогатого скота	гол	X		
2920	Содержание птицы	гол	X		
2930	Производство дрожжей	т			
2940	Производство казеина сухого технического	т	X		
2941	Производство казеинатов пищевых	т	X		
2950	Производство яиц	тыс. шт.	X		
3000	Подъем и подача воды	тыс. м <sup>3</sup>	X	X	
3010	Прием, очистка и подача сточных вод	тыс. м <sup>3</sup>	X	X	
3100	Строительно-монтажные работы, выполненные собственными силами	усл. ед.	X		
3200	Ремонтные работы	усл. рем	X		
3300	Обогрев и вентиляция	м <sup>3</sup>	X		X
3301	Обогрев и вентиляция	тыс. м <sup>3</sup> сут. °C	X		X
3310	Горячее водоснабжение	чел/год	X		X
3400	Производственные нужды железной дороги	10 тыс. т км брут	X		
3410	Электротяга поездов железной дороги	10 тыс. т км брут	X	X	
3430	Погрузочно-разгрузочные работы	тыс. т	X	X	
3500	Электротяга городского пассажирского транспорта	км	X	X	
3600	Отопление теплиц	м <sup>2</sup>			
3700	Инкубация яиц	тыс. шт.	X		
3800	Изделия из пластмасс	т			
3900	Машины швейные	усл. шт.			
4000	Трансформаторы	усл. ед.	X		
4010	Сельскохозяйственная техника	усл. ед.			
4020	Подшипники – всего	усл. ед.			
4030	Автомобили – всего	усл. ед.			
4040	Электродвигатели	усл. ед.			
4050	Станки металлообрабатывающие - всего	усл. ед.			
4060	Стиральные машины	усл. ед.	X		
4070	Автобусы	усл. ед.	X		
4080	Тракторы	усл. ед.			
4090	Мотоциклы	усл. ед.			
4100	Велосипеды	усл. ед.			
4110	Лифты	усл. ед.	X		
4120	Транспортировка нефти	тыс. т км	X	X	
4130	Транспортировка газа	млн. м <sup>3</sup> км			
4140	Транспортировка нефтепродуктов	тыс. т км	X	X	
4150	Котлы отопительные	усл. ед.			

Код строки	Наименование вида продукции (работ, услуг)	Единица измерения	Котельно-печное топливо	Тепло-энергия	Электро-энергия
А	Б	В	1	2	3
4160	Холодильники и морозильники бытовые	усл. ед.	X		
4170	Телевизоры	усл. ед.	X		
4180	Часы	усл. ед.	X		
4190	Плиты газовые	усл. шт.			
4191	Прочие товары народного потребления	усл. ед.			
4200	Реализация нефтепродуктов	т	X	X	
4210	Приборы, средства автоматизации и связи и запасные части к ним	усл. ед.	X		
4220	Насосы	усл. шт.			
4230	Двигатели внутреннего сгорания	усл. ед.			
4240	Дорожная техника	усл. ед.			
4250	Мелиоративная техника	усл. ед.			
4300	Медикаменты в ампулах	тыс. ампул	X		
4310	Медикаменты в таблетках	тыс. упак	X		
4320	Медикаменты во флаконах	тыс. флак	X		
4400	Судостроение	норм. ч	X		
4430	Строительная техника	усл. шт.			
4440	Электротехнические изделия	усл. шт.	X		
4450	Зеркальные изделия	м <sup>2</sup>	X		
4460	Кабели и проволока электротехническая	усл. км			
4470	Эмалированные изделия	усл. т			
4480	Посуда	л			
4500	Полиграфическая продукция	тысяча условных краско-оттисков	X		
4490	Музыкальные инструменты	усл. шт.	X		
4600	Услуги связи	час работы оборудования	X	X	
5001	Фотоаппараты и оптические изделия	усл. ед.	X		
5002	Электролампы	усл. шт.			
5003	Продукция машиностроения, запчасти и комплектующие	усл. ед.			
5004	Гидрооборудование	усл. шт.			
5005	Пластик слоистый	тыс. м <sup>2</sup>			
5006	Тарооборудование	шт.	X		
5007	Сетчатые мешки полиэтиленовые	тыс. шт.	X		
5008	Торговое оборудование	условный комплект	X		
5009	Капитальный и восстановительный ремонт подвижного состава и его составных частей	усл. рем	X		
5010	Производство подвижного состава (прицепы, полуприцепы)	усл. ед.	X		
5011	Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава в автотранспортных предприятиях	норма – человеко-час	X		
5012	Объем работ предприятия газового хозяйства	усл. ед.			
5013	Отопление вагонов	вагоно-сутки		X	X
5014	Шпон строганный синтетический	тыс. м <sup>2</sup>	X		
5015	Заготовка и первичная переработка древесины	тыс. м <sup>3</sup>	X		
5016	Спички	тыс. усл. ящ	X		



**Приложение 2**

к указаниям по заполнению формы ведомственной отчетности «Сведения о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)»

**Перечень  
видов продукции и работ, на которые расходуются нефтепродукты,  
используемые в двигателях внутреннего сгорания (кроме работы автомобильного транспорта)**

Код строки	Наименование вида продукции (работ)	Единица измерения
6010	Электроэнергия, отпущенная электростанциями, работающими от двигателей внутреннего сгорания	тыс. кВт·ч
6020	Бурение разведочное	пог. м проход
6030	Бурение эксплуатационное	пог. м проход
6040	Работа тепловозов внутреннего водного транспорта	тыс. т км
6060	Работа тепловозов и дизель-поездов железнодорожного транспорта общего пользования	10 тыс. т км брут
6070	Работа тепловозов железнодорожного транспорта необщего пользования	тыс. т км
6080	Работа тракторов	гектар условного эталона
6100	Работа подъемно-транспортных и строительно-дорожных машин и механизмов (скреперы, бульдозеры, экскаваторы, грейдеры, краны, трубоукладчики и другие машины и механизмы)	машино-час
6110	в том числе работа бульдозеров	машино-час

**Приложение 3**

к указаниям по заполнению формы ведомственной отчетности «Сведения о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)»

**Характеристика котельных**

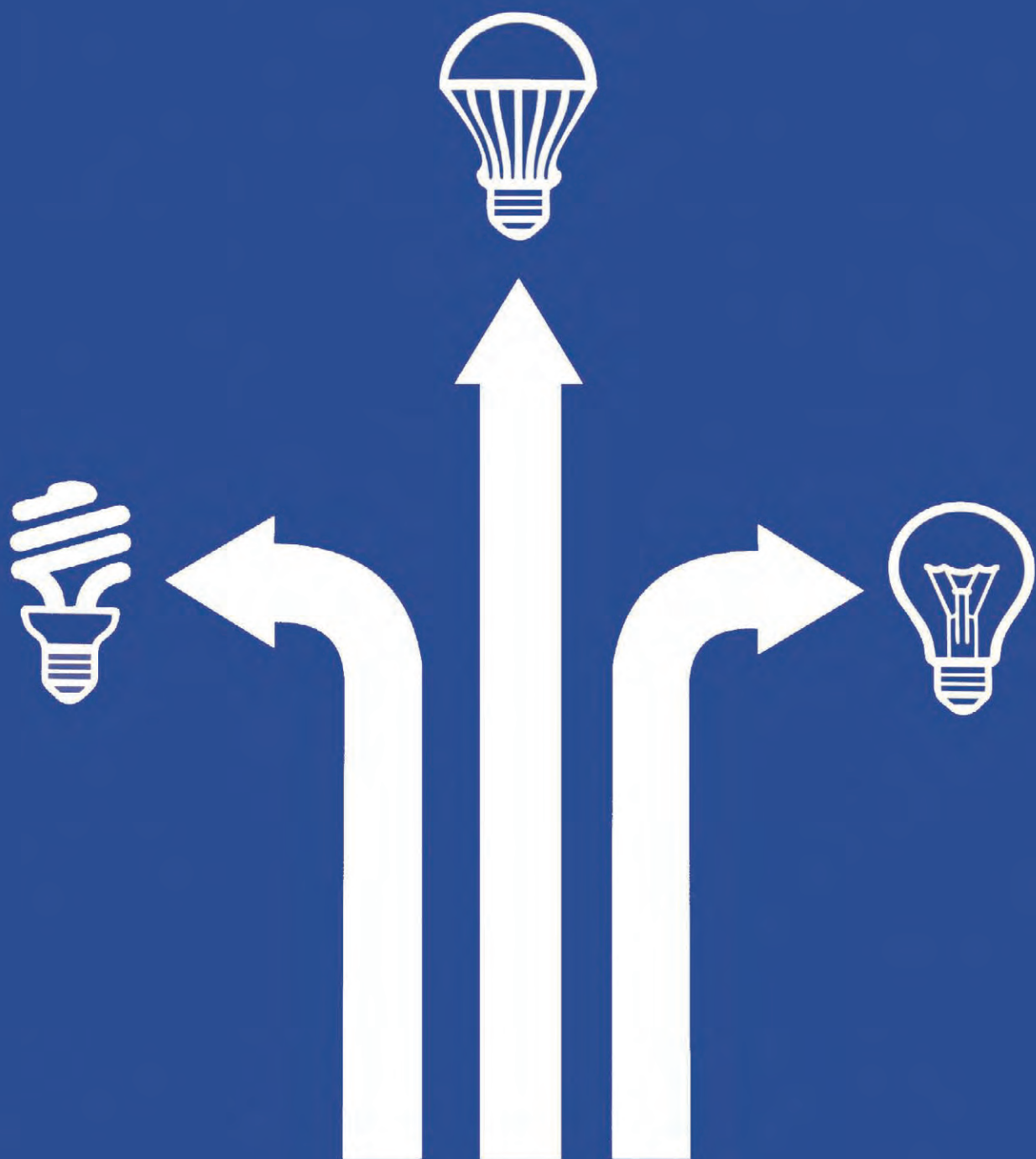
Тип котельной	Характеристика котельной
Районные	Котельные установки, предназначенные для снабжения теплом нескольких групп зданий (района)
Промышленно-производственные	Котельные установки, предназначенные для снабжения теплом технологических потребителей
Отопительно-производственные	Котельные установки, предназначенные одновременно для снабжения теплом технологических потребителей и отопления, вентиляции и горячего водоснабжения промышленных, общественных и жилых зданий и сооружений
Отопительные	Котельные установки, предназначенные для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения промышленных, общественных и жилых зданий и сооружений

## Перечень организаций, имеющих сертификат соответствия на право проведения энергетического обследования (по состоянию на 01.12.2016)

№ п/п	Наименование организации, адрес	Номер сертификата соответствия, срок действия	Область деятельности
1.	Республиканское унитарное предприятие «Институт жилища — НИПТИС им. Атаева С.С.», ул. Ф.Скорины, 15, 220114, г. Минск, тел. (017) 263-81-91	ВУ/112 04.17. 003 14234 с 15.03.2013 по 14.03.2018	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций
2.	УО «Белорусский государственный университет транспорта», ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель, тел. (0232) 95-36-65	ВУ/112 04.17. 003 16143 с 27.02.2015 до 27.02.2020	Энергетическое обследование организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 50 тысяч тонн условного топлива в год и предприятий Белорусской железной дороги
3.	РУП «БЕЛТЭИ», ул. Романовская Слобода, 5, 220048, г. Минск, тел. (017) 226-55-23	ВУ/112 04.17.003 16228, с 30.04.2007 до 30.04.2020	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций
4.	ООО «Промэнергокомплекс», ул. Карла Либкнехта, 68, оф. 417, 220036, г. Минск, тел. (017) 327-04-54	ВУ/112 04.17. 003 14790 с 31.05.2013 по 30.05.2018	Энергетическое обследование организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 50 тысяч тонн условного топлива в год
5.	УО «Гомельский государственный технический университет им. П.О.Сухого», пр-т Октября, 48, 246746, г. Гомель, тел. (0232) 48-16-00	ВУ/112 04.17. 003 16335 с 09.07.2015 до 09.07.2020	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций
6.	РУП «Белинвестэнергосбережение», 220037, г. Минск, ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н, тел. (017) 306-46-83; 299-56-86	ВУ/112 04.17. 003 15232 с 05.09.2013 до 04.09.2018	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 50 тысяч тонн условного топлива в год
7.	ООО «МНВЦЭ Энерготехно», ул. Чернышевского, 10, 220012, г. Минск, тел. (017) 331-06-13	ВУ/112 04.17. 003 15230 с 05.09.2013 до 04.09.2018	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций машиностроительной, электротехнической, радиотехнической, приборостроительной, пищевой, легкой, нефтехимической, деревообрабатывающей и фармацевтической промышленности, предприятий сельского хозяйства, транспорта, связи, жилищно-коммунального хозяйства и торговли, учреждений здравоохранения, образования, социальной защиты, культуры и спорта
8.	ОАО «Белгорхимпром», пр-т Машерова, 17, 220029, г. Минск, тел. (017) 234-70-25	ВУ/112 04.17. 003 15443 с 05.11.2013 по 11.02.2021	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций
9.	Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси», ул. Академическая, 15, корп. 2, 220072, г. Минск, тел. (017) 284-01-85; 294-94-71	ВУ/112 04.17. 003 15688 с 19.03.2014 по 18.03.2019	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций
10.	ООО «Альбитерра-Энерго», ул. Казинца, 11А, офис А708, 220099, г. Минск, тел. (017) 322-08-88 тел. (029) 661-06-14	ВУ/112 04.17. 003 10797 с 19.06.2012 по 18.06.2017	Энергетическое обследование организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 50 тысяч тонн условного топлива в год
11.	РУП «Могилевэнерго», филиал Инженерный центр, юр. адрес: ул. Бонч-Бруевича, 3, 212030, г. Могилев, адрес оказания услуг: ул. Кулибина, 9, 212008, г. Могилев, факс (0222) 24-57-26, тел. (0222) 24-63-39	ВУ/112 04.17. 003 15834 с 18.06.2014 по 17.06.2019	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 50 тысяч тонн условного топлива в год, электрических станций и котельных
12.	УО «Полоцкий государственный университет», ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк, тел. (0214) 53 61 96	ВУ/112 04.17. 003 16070 с 29.12.2014 до 29.12.2019	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 25 тысяч тонн условного топлива в год
13.	ОАО «Белэнергоремналадка», ул. Академическая, 18, 220012, г. Минск, тел. (017) 293-52-43; 293-53-59	ВУ/112 04.17. 003 16604 с 11.02.2016 до 11.02.2021	Энергетическое обследование тепловых электрических станций, котельных и тепловых сетей

№ п/п	Наименование организации, адрес	Номер сертификата соответствия, срок действия	Область деятельности
14.	ООО «МАВИТЭК», ул. Брестская, 34, пом. 94, 220099, г. Минск, факс (017) 212-95-96, тел. моб. (033) 6386552	ВУ/112 04.17. 003 12104 с 28.09.2012 до 16.09.2021	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций
15.	Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет» ул. Свердлова, 13-А, 220006, г. Минск, тел. (017) 226-14-32	ВУ/112 04.17. 003 10659 с 23.05.2012 до 23.05.2017	Энергетическое обследование организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 50 тысяч тонн условного топлива в год
16.	ООО «Центр научно-прикладных проблем энергетики», ул. Владимирова, 16, оф. 3-1, 246020, г. Гомель, тел. (0232) 41-81-99	ВУ/112 04.17. 003 10648 с 23.05.2012 до 22.05.2017	Энергетическое обследование предприятий транспорта нефти и нефтепродуктов, пищевой и легкой промышленности, газопереработки, деревопереработки, предприятий по производству строительных материалов, предприятий по выпуску и переработке полимерных материалов, предприятий сельскохозяйственного машиностроения и станкостроения, производства и переработки сельскохозяйственной продукции, жилищно-коммунального хозяйства, учреждений образования и здравоохранения
17.	ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», 1-й Твердый пер., 8, 220038, г. Минск, тел. (017) 294-69-84, 294-65-11, 294-18-71	ВУ/112 04.17. 003 13273 с 06.12.2012 по 05.12.2017	Энергетическое обследование организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 50 тысяч тонн условного топлива в год
18.	ООО «Агрофид-Энерго», ул. Сторожевская, 8, пом. 4Н, ком. 9В, 220002, г. Минск, факс (017) 395-56-61; тел. (029) 6199699	ВУ/112 04.17. 003 14555 с 18.04.2013 по 17.04.2018	Энергетическое обследование организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 50 тысяч тонн условного топлива в год
19.	Частное предприятие «Энергия-ТЭР», ул. 40 лет Победы, 5, к. 3, 223053, пос. Боровляны, Минский р-н, тел. (017) 254-32-35; (029) 658-72-89	ВУ/112 04.17. 003 15228 с 05.09.2013 до 04.09.2018	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 50 тысяч тонн условного топлива в год
20.	Частное предприятие «ЭнергоОптим», пр. Шмидта, 80, каб. 205, 212027, г. Могилев, факс (0222) 45-14-86	ВУ/112 04.17. 003 15687 с 19.03.2014 по 18.03.2019	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций
21.	УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», пр-т Независимости, 99, 220023, г. Минск, тел. (017) 267 30 62, 267 48 05	ВУ/112 04.17. 003 16143 с 27.02.2015 до 27.02.2020	Оказание услуг по энергетическому обследованию предприятий жилищно-коммунального хозяйства, агропромышленного комплекса, социальной сферы
22.	КПУП «Гомельоблтеплосеть», ул. Шилова, 3, 246007, г. Гомель, тел. (0232)577464 факс (0232) 573694	ВУ/112 04.17. 003 16459 с 30.09.2015 до 30.09.2020	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций до 5 тысяч тонн условного топлива в год и организаций ЖКХ с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 50 тысяч тонн условного топлива в год
23.	Учреждение образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета Юр. адрес: 220070, г. Минск, ул. Долгобродская, 23/1 Адрес оказания услуг: 220137, г. Минск, ул. Иркутская, 65а. Тел. (017) 230-69-98 Факс (017) 230-68-97	ВУ/112 04.17. 003 16544 с 09.12.2015 до 09.12.2020	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 50 тысяч тонн условного топлива в год
24.	Унитарное предприятие «Могилевэнергообслуживание» Юридический адрес: ул. Ровчакова, 10, 212039, г. Могилев Адрес оказания услуг: ул. Первомайская, 20Б, 212030, г. Могилев. Тел. (0222) 28-27-67	ВУ/112 04.17. 003 16588 с 12.01.2016 до 12.01.2021	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 50 тысяч тонн условного топлива в год
25.	Республиканское унитарное предприятие по эксплуатации зданий «БЕЛЭЗ» ул. Ивановская, 56, 220088, г. Минск Тел. (017) 233-92-59	№ВУ/112 04.17. 003 16705 с 01.07.2016 до 01.07.2021	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 5 тысяч тонн условного топлива в год
26.	Проектное республиканское унитарное предприятие «ИНСТИТУТ «БЕЛПРОМСТРОЙПРОЕКТ», ул. Мясникова, 36, 220050, г. Минск, тел. (017) 200-49-11, 226-40-37	№ВУ/112 04.17. 003 16765 с 24.10.2016 до 24.10.2021	Оказание услуг по энергетическому обследованию организаций с потреблением топливно-энергетических ресурсов до 25 тысяч тонн условного топлива в год





**Выбери свой путь !**