

Департамент по энергоэффективности Государственного  
комитета по стандартизации Республики Беларусь



июнь 2016

# ЭНЕРГО

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ

**ЕЭС**  
Евро Энерго Сервис



**Надежные и долговечные** преобразователи частоты **Danfoss Drives** для ваших применений.  
**Экономия** энергии и **снижение затрат** на обслуживание!

Подробная информация на сайте [www.euroenergyservice.com](http://www.euroenergyservice.com)



**VLT | VAGON**

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*

**«Enerstena»:**  
эффективные технологии  
сжигания биомассы

Стр. 10

**Ветроэнергетика**  
и использование  
биомассы: опыт Дании

Стр. 14

**Посадки ивы:**  
какова энергоемкость  
производства щепы?

Стр. 24

**Технологическое**  
машиностроение как резерв  
энергосбережения

Стр. 28



# Уважаемые читатели!

Приглашаем подписаться на журнал «Энергоэффективность» на 2-е полугодие 2016 года.



Оформить подписку можно:

▶ в любом почтовом отделении (подписной индекс 750992) или на сайте [www.belpost.by](http://www.belpost.by)

▶ в редакции по тел./факсу: (+375 17) 245 82 61 или e-mail: [uvic2003@mail.ru](mailto:uvic2003@mail.ru)

▶ на сайте [www.bies.by](http://www.bies.by)



Мы публикуем только достоверные материалы, имеющие научную и практическую ценность!





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

6 (224) июнь 2016

#### Учредители:

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

#### Редакция:

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

#### Редакционный совет:

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

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

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

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

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

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

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

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

**Ф.И.Молочко**, к.т.н., РУП «БЕЛТЭИ»

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

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

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

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

#### Издатель:

РУП «Белинвестэнергосбережение»

**Адрес редакции:** 220037, г. Минск,

ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н.

Тел./факс: (017) 245-82-61

E-mail: uvic2003@mail.ru

Цена свободная.

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

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

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография»

Адрес: 230025 г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4

Лиц. №02330/39 до 29.03.2019

Формат 62х94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная. Подписано в печать 20.06.2016. Заказ 2997. Тираж 1320 экз.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Внимание, конкурс!

**2** На соискание премии «Лидер энергоэффективности-2016»

### Официально

**3** Постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь 16 мая 2016 г. № 30 «О внесении изменений и дополнения в постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь от 2 ноября 2015 г. № 176»

### Энергоэффективный дом

**4** Участники республиканского семинара-совещания посетили стройплощадку энергоэффективного дома в Гродно *О. Салахеева*

**5** Будет создана рабочая группа по энергоэффективности в строительстве

### Вести из регионов

**7** Корреспонденции из Брестской, Могилевской, Витебской областей и Минска

### Энергоэффективное оборудование

**10** Группа компаний «Eners tena»: эффективные технологии сжигания древесной биомассы

### Зарубежный опыт

**14** Опыт и результаты развития ветроэнергетики и использования биомассы в Дании  
*Мортен Мунк, MAFCON*

### Горизонты

**17** Энергетика будущего в фантастических произведениях *И. Гецевич*

### Энергосмесь

**21** Систему управления электро-энергетической отраслью ждет реформа и другие новости

### Энергосберегающее оборудование

**22** «ЕвроЭнергоСервис»: мы делаем качество доступным

### Научные публикации

**24** Оценка энергоемкости производства щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста ивы белой вида *salix alba* *А.А. Бутько, В.А. Пашинский, О.И. Родькин*

**28** Технологическое машиностроение – основа создания энергоэффективных технологий, машин и комплексов *Л.А. Сиваченко, Т.Л. Сиваченко*

### Календарь

Даты, праздники, выставки в июне и июле



Энергетика – движущая сила прогресса

# Сузор'е Льва

## Энергетика «под ключ»

Проектирование, производство, поставка, монтаж, наладка, сервисное обслуживание электротехнического оборудования, выполнение строительно-монтажных работ

– шкафы собственного производства:  
РЗА, телемеханики, АСКУЭ, связи, АСУ ТП  
на базе ведущих мировых производителей;

– силовое оборудование 6–750 кВ  
(элегазовые и вакуумные выключатели, трансформаторы тока и напряжения, разъединители, ОПНы и др.);

– КРУЭ 110-330 кВ;

– системы устройств плавного пуска;

– электропривод;

– счетчики электрической энергии;

– релейная аппаратура.

Производственно-техническое общество с ограниченной ответственностью  
«Созвездие Льва»  
(ООО «Созвездие Льва»)  
пр-т Победителей, 89, корп. 3, пом. 7



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

Телефоны/факсы:  
(017) 228-51-28, 228-59-06, 228-59-07  
E-mail: sl@sl.gin.by





# НА СОИСКАНИЕ ПРЕМИИ «ЛИДЕР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ-2016»

В этом году под эгидой Департамента по энергоэффективности проводится Республиканский конкурс «Лидер энергоэффективности». Главная цель конкурса – стимулирование развития экономики посредством внедрения передовых энергоэффективных продуктов, технологий и решений в различных отраслях, снижение энергоемкости ВВП.

Мероприятие проводится во второй раз; в этом году правила его проведения усовершенствованы.

**Утверждено новое название конкурса:** «Республиканский конкурс на соискание премии за достижения в области энергоэффективной продукции и технологий «Лидер энергоэффективности». Оно более точно отвечает целям конкурса и отражает формат его проведения. Премия присуждается организациям – участникам конкурса в виде дипломов установленного образца за представленные ими продукты, позволяющие добиться существенной экономии ТЭР.

**Оптимизировано количество номинаций конкурса, теперь их три:**

- Номинация «Энергоэффективный продукт года»;
- Номинация «Энергоэффективная технология года»;
- Номинация «Энергоэффективное здание года».

Для номинаций «Энергоэффективный продукт года» и «Энергоэффективная технология года» уточнены перечни товарных категорий рассматриваемых продуктов. Для каждой конкурсной категории членами Экспертного совета разработаны соответствующие оценочные критерии.

**Усовершенствован алгоритм вынесения решений.** Он предполагает 3 этапа.

**Первый этап – предварительная оценка.** Проводится проверка заявляемых продуктов на соответствие формату Конкурса, а поданных конкурсных пакетов – на полноту и корректность оформления документов и данных.

**Второй этап – экспертиза.** Представленная документация изучается и анализируется членами Экспертного совета. По итогам экспертизы каждого продукта готовится подробное заключение.

**Третий этап – итоговая оценка.** На заседании Экспертного совета рассматриваются конкурсные пакеты и подготовленные конкретными экспертами заключения, проводится голосование по каждому продукту согласно процедуре, определяются победители.

В этом году в результате голосования новым председателем Экспертного совета конкурса «Лидер энергоэффективности» избран руководитель отдела общей энергетике РУП «БелТЭИ» А.Ф. Молочко.

Андрей Федорович – один из наиболее квалифицированных специалистов-практиков страны в области рационального использования энергетических ресурсов. По роду деятельности ему каждый день приходится решать вопросы развития энергоэффективного строительства, практического применения энергосберегающих решений и материалов.



По словам Андрея Молочко, тема энергоэффективности в последнее время получила новый импульс на государственном уровне. Сегодня в Беларуси существенно меняется структура энергетических мощностей. Принят ряд программных документов, в том числе Государственная программа «Энергоэффективность» на 2016–2020 годы, новая Концепция энергетической безопасности страны, план энергоэффективного развития на ближайшие пять лет. Ожидается также радикальный пересмотр дотационной политики в сфере ЖКХ – к 2018 году планируется ввести 100-процентную оплату тепловой энергии населением.

Все это, по мнению эксперта, заставит потребителей, будь то рядовые граждане

или организации, серьезно задуматься о максимально рациональном использовании топлива и энергии. Уровень энергопотребления уже в самом скором будущем перейдет в разряд жизненно важных категорий. Энергоэффективность станет важнейшим конкурентным преимуществом для материалов, конструкций, жилых, общественных и промышленных зданий.

На этом фоне конкурс на соискание премии «Лидер энергоэффективности» приобретает особую актуальность. Это прекрасная возможность для отечественных производителей продемонстрировать достижения в области энергосбережения и показать, что сегодня их продукция вполне доступна широкому кругу потребителей, в том числе и по цене. Таким образом, у белорусских компаний есть шанс встать в один ряд с ведущими мировыми брендами. Вместе с тем, завоевать диплом победителя конкурса будет непросто.

«Мы существенно переработали методологию оценки конкурсных продуктов, – рассказывает А.Ф. Молочко. – Выделено два уровня оценки энергоэффективности – максимально достижимый, как индикатор теоретически возможного результата, и уровень мировых аналогов. Это позволяет задать определенную планку в экспертизе, и притом достаточно высокую».

Выделенные конкурсные номинации позволяют нам максимально объективно оценивать как отдельные материалы, технологии, конструкции, так и комплексные решения – энергоэффективные дома. Для каждой конкурсной категории разработаны четкие и достаточно жесткие критерии оценки».

Эксперт выразил надежду, что результаты конкурса будут полезны участникам и интересны всем категориям потребителей. Производители в полной мере используют его площадку для презентации энергоэффективной продукции. Проектировщики и строители получают исчерпывающую информацию о продуктах-победителях, учтут рекомендации экспертов по их применению. Знак «Лидер энергоэффективности» облегчит выбор покупателям.

Прием заявок на участие в конкурсе продлится до 15 августа 2016 г. Итоги станут известны в октябре. ■

**Подробная информация для участников и партнеров, лента новостей, контакты организаторов – на официальном сайте конкурса [www.energokonkurs.by](http://www.energokonkurs.by)**

**Оргкомитет конкурса:**  
тел. +375 (17) 237-85-96  
моб. +375 (29) 182-80-10  
[info@energokonkurs.by](mailto:info@energokonkurs.by)

Республиканский конкурс на соискание премии за достижения в области энергоэффективной продукции и технологий

## «Лидер энергоэффективности - 2016»

Поиск и выявление лучших энергоэффективных продуктов, систем и технологий, применяемых в строительстве, сфере ЖКХ и энергетике.

Под эгидой Департамента по энергоэффективности Государства Республики Беларусь

ПРИГЛАШАЕМ К УЧАСТИЮ!

ПРИЕМ ЗАЯВОК – с 1 мая по 15 августа 2016 года

Официальный партнер



Документ зарегистрирован в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 19.05.2016, 7/3438.  
 Источник – Национальный реестр правовой информации Республики Беларусь. Эталонный банк данных правовой информации.  
 Дата включения в Национальный реестр 17 мая 2016 г.  
 Настоящее постановление вступает в силу с 18 июля 2016 г.

## ПОСТАНОВЛЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО КОМИТЕТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 16 мая 2016 г. № 30

### О внесении изменений и дополнения в постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь от 2 ноября 2015 г. № 176

На основании Положения о Национальном статистическом комитете Республики Беларусь, утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 26 августа 2008 г. № 445 «О некоторых вопросах органов государственной статистики», Национальный статистический комитет Республики Беларусь ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Внести по представлению Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь в постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь от 2 ноября 2015 г. № 176 «Об утверждении формы государственной статистической отчетности 4-энергосбережение (Госстандарт) «Отчет о выполнении мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов и увеличению использования местных топливно-энергетических ресурсов» и указаний по ее заполнению» (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 13.11.2015, 7/3294) следующие изменения и дополнение:

1.1. в форме государственной статистической отчетности 4-энергосбережение (Госстандарт) «Отчет о выполнении мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов и увеличению использования местных топливно-энергетических ресурсов», утвержденной данным постановлением:

из реквизита «Адресная часть и срок представления» слово «либо» исключить;

в таблице 1 раздела I, таблице 2 раздела II, таблице 3 раздела III, слова «млн. руб.» заменить словом «руб.»;

реквизит «Подпись» изложить в следующей редакции:

«Руководитель респондента  
или уполномоченный на составление  
и представление первичных  
статистических данных  
работник респондента \_\_\_\_\_»;  
(должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

реквизит «Контактная информация» изложить в следующей редакции:

«\_\_\_\_\_»;  
(фамилия, собственное имя, отчество контактного лица,  
номер телефона, адрес электронной почты);

1.2. в Указаниях по заполнению формы государственной статистической отчетности 4-энергосбережение (Госстандарт) «Отчет о выполнении мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов и увеличению использования местных топливно-энергетических ресурсов», утвержденных данным постановлением:

пункт 3 изложить в следующей редакции:

«3. Представление отчета в виде электронного документа осуществляется с использованием специализированного программного обеспечения, которое размещается вместе с необходимыми инструктивными материалами по его развертыванию и использованию на официальном сайте Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь (далее – Департамент по энер-

гоэффективности Госстандарта) в глобальной компьютерной сети Интернет <http://www.energoeffekt.gov.by>.

Необходимым условием представления отчета в виде электронного документа является наличие у организации средств электронной цифровой подписи, полученных при регистрации в качестве абонента Удостоверяющего центра республиканского унитарного предприятия «Информационно-издательский центр по налогам и сборам» или абонента Республиканского удостоверяющего центра Государственной системы управления открытыми ключами проверки электронной цифровой подписи Республики Беларусь республиканского унитарного предприятия «Национальный центр электронных услуг».

На бумажном носителе организации представляют отчет областному (Минскому городскому) управлению по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Департамента по энергоэффективности Госстандарта по месту своего нахождения (государственной регистрации) по почте или нарочным.»;

пункт 4 дополнить частью второй следующего содержания:

«Данные в отчете отражаются в целых числах.»;

второе предложение части третьей пункта 6 изложить в следующей редакции: «Затраты на внедрение указанных мероприятий отражаются в разделе II.».

2. Настоящее постановление вступает в силу с 18 июля 2016 г.

Председатель

И.В.Медведева

\*\*\*

В рамках выполнения пункта 18 приложения 2 плана мероприятий по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 4 ноября 2015 г. № 450 «О проведении деноминации официальной денежной единицы Республики Беларусь», утвержденного 24 декабря 2015 г. Первым заместителем Премьер-министра Республики Беларусь и Первым заместителем Председателя Правления Национального банка Республики Беларусь, в постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь от 2 ноября 2015 г. № 176 внесены изменения и дополнения.

Следует обратить внимание, что в форме государственной статистической отчетности 4-энергосбережение (Госстандарт) «Отчет о выполнении мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов и увеличению использования местных топливно-энергетических ресурсов» (далее – форма 4-энергосбережение (Госстандарт)) в таблице 1 раздела I, таблице 2 раздела II, таблице 3 раздела III затраты на внедрение энергосберегающего мероприятия отражаются в рублях.

В указаниях по заполнению формы 4-энергосбережение (Госстандарт) пункт 4 дополнен частью следующего содержания: «Данные в отчете отражаются в целых числах». Второе предложение части третьей пункта 6 изложено в следующей редакции: «Затраты на внедрение указанных мероприятий отражаются в разделе II.».

Других изменений не предусмотрено.

Информационно-аналитический отдел  
Департамента по энергоэффективности



# УЧАСТНИКИ РЕСПУБЛИКАНСКОГО СЕМИНАРА-СОВЕЩАНИЯ ПОСЕТИЛИ СТРОЙПЛОЩАДКУ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ДОМА В ГРОДНО



3 июня 2016 года в Гродно участники республиканского семинара-совещания по вопросам применения продукции вторичной переработки и возобновляемым источникам энергии побывали на стройплощадке энергоэффективного жилого дома, одного из трех пилотных объектов, возводимых в рамках проекта ПРООН-ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» при поддержке Департамента по энергоэффективности.

Целью визита было знакомство с техническими и проектными решениями, связанными с использованием ВИЭ и энергоэффективных технологий в жилищном секторе Гродненской области. Для участников семинара на стройплощадке была организована экспозиция образцов энергоэффективного оборудования, которое устанавливается в строящемся доме: элементы солнечной станции с образцом солнечной панели, элементы принудительной вентиляции с рекуператорами тепла вентиляционных выбросов, а также образец теплового насоса, который призван утилизировать потенциальное тепло канализационных стоков и грунта. Были воссозданы в натуральную величину фрагмент канализационного коллектора со встроенным в него теплоносителем и фрагмент буронабивной энергетической сваи.

Ознакомительную экскурсию по стройплощадке провели Владимир Дешко, заместитель председателя Гродненского областного исполнительного комитета, Рышард Кацынель, главный инженер УПП «Институт Гродногражданпроект» и Сергей Терехов, руководитель научно-исследовательского и проектно-конструкторского отдела энергоэффективных технологий в строительстве,

национальный эксперт проекта ПРООН-ГЭФ.

«В 2009 году мы сами построили первый энергоэффективный дом в Гродно, сейчас под эгидой ПРООН и ГЭФ строим второй энергоэффективный дом, – объяснил Владимир Дешко. – Для нас важна поддержка таких серьезных партнеров, которые... стали проводниками передовых технологий. Без опыта строительства подобных зданий, без опыта их эксплуатации невозможно перейти к массовому строительству энергоэффективного жилья».

Вице-премьер Республики Беларусь Анатолий Калинин, принявший участие во встрече, отметил важность широкого внедрения энергоэффективных технологий в жилищном строительстве. Он считает, что необходимо воспользоваться опытом проектирования и эксплуатации энергоэффективных зданий, строящихся сегодня, и внедрять этот опыт в практику массового строительства. «Снизить затраты во время серийного строительства подобных домов позволит собственное производство энергоэффективного теплового и теплотехнического оборудования», – добавил вице-премьер.

На данный момент примерно 15% общей стоимости возведения пилотных домов в

Гродно, Могилеве и Минске, в том числе закупка и установка энергоэффективного оборудования, финансируется со стороны Программы развития ООН и Глобального экологического фонда. Программа развития ООН активно помогает правительству в достижении страной целей устойчивого развития к 2030 году, и в этом контексте тема семинара очень важна. Прошедшее мероприятие способствует достижению таких целей устойчивого развития, как устойчивое развитие инфраструктуры населенных пунктов, обеспечение доступа к устойчивым и современным источникам энергии, предотвращение климатических изменений.

**Ольга Салахеева, специалист проекта по информации и коммуникации**  
Фотографии предоставлены пресс-центром ПРООН

## В тему

На конференции по изменению климата в Париже в декабре 2015 года Беларусь приняла на себя абсолютные и достаточно амбициозные обязательства сократить выбросы парниковых газов не менее, чем на 28% по сравнению с объемом выбросов в 1990 году. Использование возобновляемых источников энергии и повышение энергоэффективности жилого сектора являются теми инструментами, которые позволят достичь этих целей. Только один энергоэффективный дом в Гродно за время своей эксплуатации позволит уменьшить потребление топливно-энергетических ресурсов почти на 10 тысяч тонн в угольном эквиваленте.



# БУДЕТ СОЗДАНА РАБОЧАЯ ГРУППА ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В Беларуси создадут рабочую группу по вопросам энергоэффективного строительства. Об этом заявил во время республиканского семинара-совещания по актуальным вопросам развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства, проведенного в Гродно 3–4 июня, заместитель премьер-министра Анатолий Калинин.

На семинаре подчеркивалось, что опыт строительства и эксплуатации первых энергоэффективных домов показал наличие актуальных проблемных вопросов. «Предстоит отработать вопросы эксплуатации, тарифной политики жилищно-коммунальных услуг, стоимости метра квадратного действительно энергоэффективного жилья», – подчеркнул вице-премьер. – Ведь

дом с отдельными теплосберегающими элементами – это еще не энергоэффективный дом. Необходимо определить, объект с какими показателями является таковым, и четко объяснить людям, научить их правильно эксплуатировать свое жилье».

По мнению Анатолия Калинина, вопросы энергоэффективного строительства должны решаться комплексно, поэтому в рабочую группу войдут представители министерств архитектуры и строительства, жилищно-коммунального хозяйства, энергетики, Департамента по энергоэффективности и других органов госуправления. При этом все они должны участвовать в приемке таких объектов. Также должна проводиться работа по обучению граждан. «Нужно по-



строить систему именно «от жильца», с учетом его требований и пожеланий», – отметил Анатолий Калинин.

Он подчеркнул важную роль служб ЖКХ в энергоэффективном строительстве. ЖКХ – это защитник интересов населения,

поэтому приемка и эксплуатация энергоэффективного жилья, соответствие расходов людей их ожиданиям входит в круг его непосредственных задач, отметил заместитель премьер-министра. ■

БЕЛТА

## ЭнергоОптимa

Частное производственное унитарное предприятие

### ⚡ Энергетика

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

Собственная аккредитованная испытательная лаборатория

Самая современная приборная база

### 🌱 Экология

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

г. Могилев, пр. Шмидта,  
д. 80, каб. 205.

8 (222) 45-14-86  
+375 44 566-00-01

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

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

Качественные решения в сферах энергетики, экологии и экономики.



## Оптимизация схем теплоснабжения – одно из эффективных направлений работы по энергосбережению

Совершенствование систем теплоснабжения через их децентрализацию, строительство локальных энергоисточников, предусматривающих вывод из эксплуатации неэффективных и незагруженных тепловых сетей в целях экономии бюджетных средств на их содержание и ремонт, сокращения потерь тепловой энергии при ее транспортировке, является одним из приоритетных направлений энергосбережения. Показательный тому пример – работа КУПП «Барановичи коммунтеплосеть» по обеспечению эффективного и качественного теплоснабжения жилфонда.

На протяжении длительного периода в адрес Барановичского горисполкома поступали многочисленные жалобы на неудовлетворительное теплоснабжение граждан, проживающих в микрорайоне поселка Восточный. Источником теплоснабжения поселка являлась котельная предприятия ОАО «Барановичидрев». Из-за сложного финансового положения предприятия горячая вода потребителям часто подавалась с перебоями. Для исправления ситуации в 2013 году было принято решение о передаче котельной ОАО «Барановичидрев» в аренду специализированному предприятию

ЖКХ – КУПП «Барановичи коммунтеплосеть».

Специалистами предприятия было обеспечено качественное теплоснабжение всех подключенных объектов. Однако из-за того, что основной потребитель – ОАО «Барановичидрев» – перестал использовать в производственных целях тепловую энергию, эксплуатация котельной на нужды горячего водоснабжения жилых домов поселка Восточный и ул. Чурилина позволяла загрузить мощности котельной не более чем на 15%. При этом норма расхода топлива на выработку тепловой энергии по котельной составляла 164,2 кг у.т./Гкал, потери в тепловых сетях исчислялись на уровне 14,2%. Неэффективная работа котельной приносила КУПП «Барановичи коммунтеплосеть» ежедневные убытки около 2 млн рублей.

Для выхода из сложившегося положения было решено изменить схему теплоснабжения с переподключением тепловых нагрузок от котельной ОАО «Барановичидрев» на две модульные котельные в поселке Восточный и на ул. Чурилина мощностью по 2,09 МВт (1,8 Гкал/час) с двумя водогрейными котлами типа КВ-1,25 М. Разработка проектно-сметной доку-

ментации проекта началась в марте 2014 года. Новые котельные начали свою работу в январе 2015 года, а к осени того же года был готов и весь объект в целом. Стоимость реализации проекта составила 8,6 млрд рублей; срок его окупаемости – 3,8 года. Экономический эффект от реализации мероприятия достиг 790 т у.т. в год, или 1,3 млрд рублей в денежном выражении. В новых модульных котельных удельный расход топлива составляет 159,1 кг у.т./Гкал, потери в тепловых сетях после модернизации сократились до 7,4%.

Следующим этапом оптимизации схемы теплоснабжения г. Барановичи станет модернизация силами КУПП «Барановичи коммунтеплосеть» котельной микрорайона Тексер и котельной «Слонимское шоссе» с использованием местных топливно-энергетических ресурсов в рамках проекта Всемирного банка «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения в Республике Беларусь».

**Н.Н. Джура, главный специалист производственно-технического отдела Брестского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР**

Юбилей



Коллектив Гомельского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов сердечно поздравляет своего руководителя Прусенку Николая Аркадьевича с 55-летним юбилеем!

Уважаемый Николай Аркадьевич, желаем вам здоровья, оптимизма, реализации идей и всего задуманного, улыбок, благополучия и счастья. А еще – бодрости духа, стабильности, позитива, ярких событий, незабываемых впечатлений и только счастливых случаев!

К поздравлениям присоединяются Департамент по энергоэффективности и редакция журнала «Энергоэффективность».

✓ **Нормирование расходов ТЭР**  
(расчет, корректировка, сопровождение)

✓ **Тепловизионное обследование**  
(сооружений, оборудования)

✓ **Составление энергетического**  
(теплоэнергетического) **паспорта зданий**

✓ **ТЭО вариантов теплоснабжения**  
(расчет, сопровождение)

✓ **Составление экологического**  
**паспорта организации**

*Частное предприятие*  
**«Альтернативный вариант»**

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

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

Работаем по всей стране

«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 • <http://www.ista.by>  
отдел расчетов: (017)290-5667 (-68) • e-mail: billing@ista.by

**ista**

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

## Экономия тепловой энергии в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» – один из крупнейших потребителей тепловой энергии в г. Горки. Тепловая энергия, подаваемая с сетевой водой по тепловым сетям от котельной «БГСХА» УКПП «Коммунальник», расходуется на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение 38 объектов академии.

На балансе и обслуживании сельскохозяйственной академии находится 14 общежитий, 16 учебных корпусов, дворец культуры, столовая и другие объекты, которые потребляют тепловую энергию. За 2015 год эти объекты потребили 17,6 тыс. Гкал тепловой энергии. Для сравнения: за 2014 год потребление тепловой энергии составило 19,3 тыс. Гкал. Анализ структуры потребления тепловой энергии за 2015 год показал, что наибольший расход в академии приходился на общежития и составил 46,4% от общего потребления. За 2014 год данный показатель составил 46,8%. Расход тепловой энергии для нужд общежитий академии оказалось возможным снизить путем реализации как организационных, так и технических мероприятий.



Одним из технических мероприятий является установка гелиоколлекторов для получения тепловой энергии. Например, для нужд горячего водоснабжения был установлен гелиоколлектор на общежитии №12. За 2015 год гелиоколлектором было выработано 83,2 Гкал тепловой энергии, а за 2014 год – 85,2 Гкал. Экономия денежных средств за два года составила 318,3 млн рублей.

В дальнейшем для более существенного снижения потребления тепловой энергии на ряде объектов академии планируется установить гелиоколлекторы на нужды горячего водоснабжения, что позволит снизить потребление тепловой энергии примерно на 239 Гкал и сэкономить 451,8 млн рублей в год. ■

**Леонид Саврицкий, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР**

## На улицах установлены светильники – победители конкурса «Лидер энергоэффективности-2015»

В прошедшем году в ОАО «Зенит» в г. Могилеве были освоены новые виды продукции: трубчатые светодиодные лампы серии ЛСБН: ЛСБН-32 и ЛСБН-25. Эти лампы, а также светодиодный светильник для наружного освещения ДБУ-01 были признаны лауреатами премии «Лидер энергоэффективности-2015» в номинации «Энергоэффективное оборудование года».

Предприятие является как разработчиком, так и изготовителем светодиодной продукции. Весь цикл производ-

ства сосредоточен на территории Республики Беларусь.

МГКУ «Горсвет» г. Могилева заключило контракт с ОАО «Зенит» на поставку светильников ДБУ-01-22-001 в количестве 2012 штук для установки их взамен светильников с лампами типа ДНАТ-250 для освещения улиц в микрорайоне Казимировка и в поселке Дачный. В 2015 году было установлено 350 таких светильников.



Экономический эффект от реализации этого энергосберегающего мероприятия составил 43 т у.т. (145,4 млн рублей). ■

**Евгений Медведник, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР**

## Могилевская область наращивает использование возобновляемых источников энергии

В Могилевской области используются следующие виды энергогенерирующих мощностей, использующих возобновляемые источники энергии:

- ветроэнергетические установки общей установленной мощностью 29,68 МВт;
- солнечные модульные станции общей установленной мощностью 7,24 МВт;
- гидроэлектростанции общей установленной мощностью 4,1 МВт;
- биогазовые установки общей установленной мощностью 4,8 МВт.

Общий объем электрической энергии, выработанной этими установками за 2015 год, составил 36,4 млн кВт·ч, или 2,9% от выработки электроэнергии источниками РУП «Могилевэнерго» за этот же период.

Для увеличения доли выработки электроэнергии из возобновляемых источников Могилевским облисполкомом заключен ряд инвестиционных договоров, в соответствии с которыми до 2020 года планируется внедрить следующие энергетические мощности:

- ветроэнергетические установки общей установленной мощностью 63,95 МВт;
- солнечные модульные станции общей установленной мощностью 126,5 МВт;
- биогазовые установки общей установленной мощностью 2 МВт;
- теплоэлектростанции на щепе общей установленной мощностью 10 МВт.

Таким образом, установленная мощность установок, использующих возобновляемые источники энергии, к 2020 году по Могилевской области должна составить 248,27 МВт, что позволит увеличить долю выработки электроэнергии этими источниками приблизительно до 12% в общей выработке электрической энергии в Могилевской области. ■

**А.Н. Маслов, заместитель начальника инспекционно-энергетического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР**



## Минскому тракторному заводу – 70 лет

29 мая исполнилось 70 лет Минскому тракторному заводу – предприятию, где создается техника, известная в мире под брендом Belarug.

Значительное внимание на предприятии уделяется вопросам энергосбережения. За последние пять лет здесь было внедрено свыше 850 энергосберегающих мероприятий, позволивших сэкономить 75 850 тонн условного топлива.

На заводе функционирует четко выстроенная система работы по энергосбережению, сочетающая механизмы управления, контроля, анализа, планирования, принятия соответствующих мер и отвечающая требованиям Директивы Президента Республики Беларусь от 14.06.2007 № 3. Организационную работу по ключевым направлениям (выполнение доведенного показателя по энергосбережению, внедрение мероприятий программы энергосбережения, нормирование топливно-энергетических ресурсов) осуществляет постоянно действующая энергетическая комиссия. Реализация мер по рациональному потреблению ТЭР приносит свои результаты: Минский тракторный завод систематически выполняет доводимые министерством промышленности задания в области энергосбережения.

У истоков создания успешно функционирующей системы энергосбережения завода стоял А.И. Слынько, с 1999 по 2015 годы – ведущий специалист по энергосбережению в управлении главного энергетика, бессменный секретарь энергетической комиссии. С его непосредственным участием были разработаны и приняты Положение о фонде МТЗ «Энерго- и ресурсосбережение», Положение о порядке премирования за экономию ТЭР, а также Положение о порядке применения экономических санкций в случаях нерационального расходования ТЭР и воды в структурных подразделениях завода.

Наибольший вклад в разработку и внедрение энергосберегающих мероприятий под руководством председателя энергетической комиссии – заместителя главного инженера А.В. Кандратовича вносят специалисты управ-



ления главного энергетика во главе с главным энергетиком А.П. Мармалюковым, управления главного технолога во главе с главным технологом А.Н. Лебедевым и управления металлургии во главе с главным металлургом А.Н. Карасем.

Специалистами литейного отдела управления металлургии проводится полномасштабная модернизация оборудования по изготовлению стержней ЛЦ-1, ЛЦ-2 и СЛЦ с внедрением технологий холодно-твердеющих смесей (ХТС), что позволило отказаться при формовке стержней от использования газового нагрева. С 2000 года по настоящее время в ОАО «МТЗ» было введено в действие около 30 таких стержневых автоматов. В нынешнем году планируется полностью завершить перевод изготовления стержней на ХТС-процесс.

Кузнечным и термическим отделами при непосредственном участии специалистов управления главного энергетика проводится глобальная модернизация газопотребляющего оборудования кузнечного цеха с установкой высокоэкономичных современных горелочных устройств, автоматизацией теплового процесса и переводом с газового нагрева на электрический.

Одним из направлений модернизации, реализуемых отделом защитных покрытий управления главного технолога, стало снижение ресурсо- и энергопотребления в окрасочном производстве. В цехе кабин проводятся пусконаладочные работы на установках для нанесения двухкомпонентных полиуретановых эмалей. Внедрение этой технологии окраски деталей кабины позволит экономить природный газ на этапе окончательной отделки тракторов.

Свыше 20% потребляемой заводом электроэнергии идет на выработку сухого воздуха. В целях снижения расходов ТЭР проводится замена устаревших и отработавших нормативный срок компрессоров на современные, с применением автоматизации.

На протяжении последних лет идет модернизация освещения в производственных и бытовых помещениях с установкой современных энергосберегающих осветительных приборов.

Для выполнения поставленных в области энергосбережения задач в работу по экономии ТЭР на заводе вовлечен практически каждый работник завода от рабочего до руководителя. ■

**В.Л. Рябцев, ведущий экономист по энергосбережению УГЭ ОАО «МТЗ»**

## Витебщина сэкономила за пятилетку 1,2 млн т у.т.

За последние пять лет за счет реализации государственной политики энергосбережения, в том числе внедрения энергоэффективных проектов, суммарная экономия ТЭР по Витебской области составила 1,2 млн т у.т. Доля местных ТЭР в котельно-печном топливе увеличилась с 14,4 процента в 2010 году до 24 процентов в 2015 году. Этот факт был отмечен

на Международной научно-практической конференции «Энергоресурсосбережение-2016», проведенной 12–13 мая 2016 года в Витебске в рамках V Международного форума «Инновации. Инвестиции. Перспективы».

На конференции было отмечено, что Витебская область является одним из крупнейших потребителей топливно-энер-

гетических ресурсов в Республике Беларусь. При валовом годовом потреблении ТЭР нашей страной 36,44 млн т у.т. в 2015 году Витебская область потребила 5,595 млн т у.т. Это диктует необходимость проводить комплекс мероприятий по внедрению энергосберегающих технологий, оборудования и дает возможность получать высокий

экономический эффект. Создание условий для функционирования и развития экономики при максимально эффективном использовании топливно-энергетических ресурсов является высшим приоритетом государственной политики Республики Беларусь наряду с устойчивым обеспечением страны энергоснабителями. ■



## KSB – Ваш надежный партнер

УНП 191759977

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

### Области применения:

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



Etanorm



Omega



Etaline



Movitec  
PumpDrive



Amarex N

### ► Наши технологии. Ваш успех.

Насосы ■ Арматура ■ Сервис

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

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





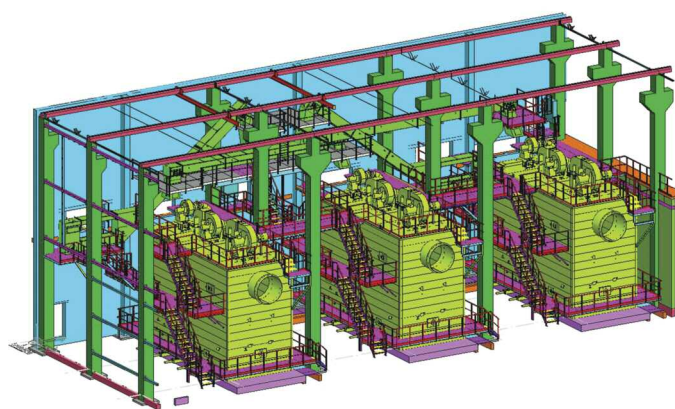
# ГРУППА КОМПАНИЙ «ENERSTENA»: ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЖИГАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ

2 июня 2016 г. группа компаний «Enerstena» и ее партнер подписали договор с КУП «Гомельское областное управление капитального строительства» о поставке оборудования и строительстве котельной тепловой мощностью 57 МВт и электрической мощностью 1,4 МВт в г. Калинковичи. Стоимость договора составляет примерно 13 млн евро, финансирование осуществляется в рамках проекта Всемирного банка «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения». Договором предусмотрено проектирование и изготовление группой компаний «Enerstena» технологического оборудования для новой котельной и его предоставление заказчику. Также группа компаний будет осуществлять надзор за монтажными работами и выполнит пусконаладочные работы.

По словам директора по продажам ЗАО «Enerstena» Томаса Римкуса, данный договор служит подтверждением спроса на создаваемую компанией продукцию не только в Литве, но и за ее пределами. «Все основное оборудование котельной будет литовским, его спроектируют и изготовят квалифицированные специалисты группы компаний «Enerstena». Мы накопили немалый опыт, а оборудование, сконструированное благодаря работе специалистов центра научных исследований и развития, принадлежащего нашей группе компаний, будет соответствовать строгим требованиям по охране окружающей среды и эффективности для технического обо-

рудования. Этот проект является важной оценкой работы всей группы компаний «Enerstena», поэтому мы готовы ответственно приступить к выполнению запланированных работ и реализовать этот проект в соответствии с высочайшими стандартами», – отметил директор по продажам ЗАО «Enerstena» Томас Римкус.

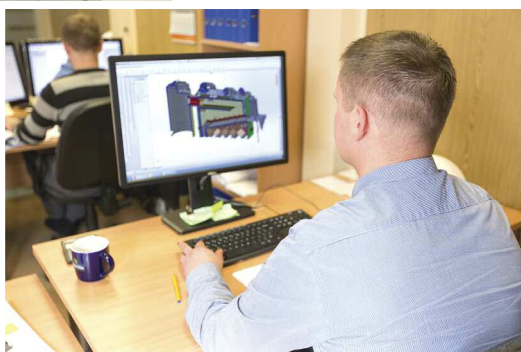
Когенерационная электростанция в Калинковичах сможет в зависимости от обстоятельств работать на биотопливе, природном газе и мазуте. В котельной будут установлены: три газовых/мазутных водогрейных котла марки «TERMONERG» GM-HLB мощностью 2x15 МВт и 10 МВт (эффективность не менее



95,3%), биотопливный водогрейный котел «TERMONERG» VHB мощностью 10 МВт (эффективность не менее 93,2%), биотопливный паровой котел «TERMONERG» HHS мощностью 7 МВт (эффективность не менее 88,6%), электрическая турбина мощностью 1,39 МВт. Подсчитано, что в новой котельной будет производиться примерно 120 тыс. МВт·ч тепловой энергии и около 11,2 тыс. МВт·ч электрической энергии из возобнов-

ляемых источников (биомасса), а также примерно 200 тыс. МВт·ч тепловой энергии из ископаемого топлива.

Хорошо известная в государствах Балтии и других странах группа компаний «Enerstena» работает в энергетическом секторе уже на протяжении 14 лет, реализуя проекты от идеи до завершения «под ключ», и специализируется на технологиях сжигания биомассы. Группа компаний «Enerstena» создала собственную технологию, учредила научно-исследовательский центр, собрала команду самых сильных профессионалов. Завод энергетических и промышленных установок ЗАО «Enerstena» площадью 7500 кв. м оснащен прекрасным, современным оборудованием. Особое внимание уделяется качеству. Все это позволяет предложить клиентам самые эффективные решения по производству энергии: «Enerstena» проектирует и произво-







дит котлы на биотопливе, конденсационные экономайзеры, топки и другое технологическое оборудование для котельных на биотопливе.

В Каунасе, во втором по величине городе Литвы, группа компаний «Enerstena» возводит впечатляющую когенерационную биотопливную электростанцию электрической мощностью 4,99 МВт и суммарной тепловой мощностью 34,5 МВт. Выполнение этого проекта, завершение которого запланировано на август 2016 г., позволит снизить стоимость производства электрической и тепловой энергии, обеспечит прозрачное, гармоничное и социально ответственное развитие энергетического хозяйства.

Целью реализации этого проекта является повышение уровня использования местных видов топлива, в том числе возобновляемых источников, для производства энергии и снижение уровня негативного воздействия на окружающую среду. Проект удовлетворяет требованиям директив Европейского союза и принятым Литовской Республикой обязательствам по снижению уровня выбросов парниковых газов (CO<sub>2</sub>), а также по сокращению использования иско-

паемого топлива при производстве энергии.

Напомним, что 12 декабря 2015 г. в Париже 55 стран, в том числе Литва и Беларусь, заключили юридически обязывающее международное соглашение об изменении климата. Страны взяли на себя обязательства по снижению уровня выбросов газов, приводящих к возникновению парникового эффекта, на период 2020–2030 годов. Поскольку считается, что при сжигании биотоплива баланс CO<sub>2</sub> является нулевым (во время роста дерева поглощают такое же количество CO<sub>2</sub>, что и выделяется при сжигании древесного топлива), строящаяся станция позволит снизить уровень выбросов CO<sub>2</sub>. А изготовленное группой компаний «Enerstena» оборудование способствует снижению уровня загрязнения окружающей среды, предотвратив ежегодный выброс до 50 т загрязняющих веществ, а также обеспечит возможность производства «зеленой» энергии самым эффективным способом.

Произведенная биотопливной когенерационной электростанцией электрическая энергия в объеме около 3000 МВт·ч/год будет использоваться для собственных нужд заказчика и реа-

лизываться общественному поставщику электроэнергии – компании «Lietuvos energija». Планируется, что ТЭЦ будет производить около 209 тыс. МВт·ч энергии в год (в том числе около 169 тыс. МВт·ч тепловой энергии и около 40 тыс. МВт·ч электроэнергии).

Обладая опытом строительства когенерационных биотопливных котельных и специализируясь на индивидуальных проектах группа компаний «Enerstena» смонтирует на этой электростанции оборудование собственного изготовления: устройства и механизмы для транспортировки и хранения топлива, топки, три паровых котла с интегрированными экономайзерами сухого типа, отдельный конденсационный экономайзер с полной системой очистки конденсата; а также установит электростатические фильтры и паровую турбину.

**Биотопливные топки CALIDUM EMBER** будут газификационными, с наклонной подвижной колосниковой решеткой, полностью автоматизированными системами подачи биотоплива и удаления золы, механизмом перемещения колосников, контролем процесса горения в соответствии с уровнем O<sub>2</sub> и



CO, системой подачи воздуха и рециркуляционного дыма.

Перед разработчиками топков были поставлены сложные задачи: в топке должно быть обеспечено качественное сжигание твердого топлива влажностью от 35% до 55% с сохранением полной мощности, не превышая при этом температуры слипания золы; система золоудаления должна иметь достаточную производительность даже при содержании до 5–7% негорючего материала в топливе; должно обеспечиваться полное сго- ►



вание топлива, а выброс окиси углерода в дымовых газах должен быть значительно ниже допустимых норм.

Для управления процессом горения топки «Eners tena» были снабжены регулируемой подачей первичного воздуха, которая раздельно управляется по зонам горения топлива. Скорость сушки и скорость горения, а также температура в слое горящего топлива управляются рециркуляцией дымовых газов под колосниковой решеткой. Температура пламени также регулируется раздельной подачей рециркулируемых газов в зону горения газовых продуктов. Таким образом, внедрены эффективные инструменты для управления процессом горения топлива, которые «затормаживают» горение сухого топлива, чтобы предотвратить шлакование его минеральных примесей. В случае использования влажного топлива осуществляется его интенсивная сушка возвратным потоком продуктов горения.

Стены топки изготавливаются из огнеупорного кирпича, имеющего рабочую температуру до 1200°C, а зоны горения – до 1400°C. Толщина обмуровки для более мощных топок составляет 230 мм, что обеспечивает стабильный температурный режим даже при резком повышении влажности топлива. В топку введено третичное воздушное дутье, которое способствует дожиганию газовых веществ и обеспечивает минимальную концентрацию окиси углерода (CO). Для контроля над температурой в топке установлены термодатчики, по которым компьютерная программа отслеживает температуру в топке и меняет количество рециркулируемых газов. В качестве стандартного оснащения для топок мощностью более 6 МВт устанавливается система постоянного измерения O<sub>2</sub> и CO за котлом. Концентрация кислорода поддерживается автоматическим регулированием вторичного воздуха. Оператор котла постоянно видит на дисплее монитора все важнейшие параметры работы котельной установки. Это дает возможность корректировать распределение

воздуха, рециркуляцию дымовых газов и другие параметры, которые могут быть скорректированы при изменении характеристик топлива.

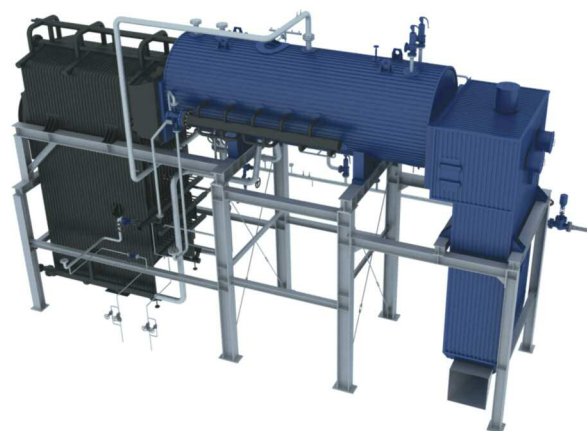
Топки проектируются исходя из повышенного объема и низкой теплонапряженности колосниковой решетки, чтобы горение происходило не слишком интенсивно, а повышенный объем топки позволял создать режим газификационного горения. В топке также созданы зоны пониженной скорости газового потока, что способствует осаждению основного количества золы еще в топке, предотвращая вынос ее в котел.

Система золоудаления автоматически удаляет золу из каждой раздельной зоны под колосниковой решеткой. Это предотвращает скапливание пепла, а также частичек самой мелкой фракции топлива, которые могут сюда попасть, несмотря на все предпринятые меры: постоянное дутье первичного воздуха и специальную конструкцию отверстий для воздуха в колосниковой решетке.

Внедрена эффективная система очистки дыма от твердых частиц. Очистка происходит в электростатических фильтрах, которые монтируются за каждым паровым котлом (количество твердых частиц после прохождения фильтров не превысит 20 мг/куб. м). Степень очистки электростатического фильтра – 99,8%.

Также изготовлены три паровых котла под торговым знаком «TERMONERG» HNS мощностью по 10 МВт (12 т пара в час) с интегрированными перегревателями пара и экономайзерами «ECONERG» EB. Отдельный вертикальный дымотрубный конденсационный экономайзер «ECONERG» CEB мощностью 6 МВт снабжен полной системой очистки конденсата.

Конденсационный экономайзер, который утилизирует содержащееся в дыме тепло, охлаждая его ниже температуры точки росы (50–65°C), устанавливается с целью увеличения количества биотоплива в топливном балансе, повышения общей мощности котлов на био-



ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПАРОВЫХ КОТЛОВ HNS

Мощность котла	12 т/ч
Назначение котла	Производство пара
Тип котла	Дымотрубный-водотрубный
Монтажное положение	Горизонтальное
ПАРАМЕТРЫ	
Среда	группа 2 (вода)/пар
Рабочее давление	45 бар
Тип котла	450°C
Наименьшая допустимая температура воды на входе в котел	104°C
Вид топлива	биотопливо
Стандарт	EN12953; EN12952

ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОНДЕНСАЦИОННОГО ЭКОНОМАЙЗЕРА CEB

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ	
Мощность экономайзера	6 МВт
Тип топлива	биотопливо
Материал	нержавеющая сталь
Проектный ресурс	25 лет

топливе и повышения эффективности использования биотоплива. Проходя через конденсационный экономайзер, дым дополнительно очищается от твердых частиц. При охлаждении с помощью конденсационного экономайзера, содержащего водяные пары дыма, выделяется конденсационное тепло. Таким образом, в экономайзере образуется дополнительное количество тепла (20–30%).

Все контактирующие с дымом части конденсационного экономайзера изготавливаются из стали AISI 316L. Проектируемые и изготавливаемые «Eners tena» конденсационные экономайзеры

отличаются большим коэффициентом полезного действия и малым сопротивлением (для дыма и воды), что обуславливает малый расход электроэнергии. Экономайзер будет производить до 48 тыс. МВт·ч тепла в год. Для генерации такой энергии в котле понадобилось бы 25 тыс. тонн, или 90 тыс. куб. м измельченной древесины.

Во время работы экономайзера происходит неизбежное загрязнение конденсата пеплом, содержащимся в дыме. Следовательно, перед выбросом конденсата в канализацию следует провести очистку конденсата от механических примесей. Все



установки системы очистки произведены из нержавеющей стали, полипропилена, устойчивых к воздействию конденсата и коррозионному влиянию химических реагентов.

Электростанция будет работать круглый год (8040 часов), исключая месяц, который должен отводиться на профилактическое обслуживание. Основные строительные и монтажные работы на биотопливной когенерационной электростанции уже завершены, и в настоящее время начата пусконаладка. Электростанция будет поставлять пар для UAB «Dirbtinis pluoštas». Производимый остаток тепловой энергии объемом 75 тыс. МВт·ч в год будет использован для нагрева воды, подаваемой в эксплуатируемые АВ «Kauno energija» сети централизованного теплоснабжения города Каунаса.

Когенерационная биотопливная электростанция (включая склад биотоплива) создается в существующем здании. Используемое биотопливо – измельченная древесина (влажностью 30–55%), древесные отходы и, при необходимости, солома (до 10%).

Дополнительно установлена двухступенчатая паровая турбина высокого и низкого давления (4,99 МВт электрической мощности). В целях обеспечения безопасной работы электростанции, не завися-

щей от подачи электроэнергии через сети централизованного электроснабжения, планируется использовать резервный источник снабжения электроэнергией – дизельный генератор мощностью 600 кВт, который гарантирует бесперебойность работы оборудования в случае прекращения подачи электроэнергии из распределительных сетей.

По причине сложности технологии производства тепловой энергии, в целях получения максимально качественного проекта наиболее сложные инженерные системы проектировались посредством трехмерного моделирования. Это позволило:

- смоделировать конструкции здания в соответствии с технологией производства тепловой энергии;
- выполнить расчеты и принять оптимальные решения;
- создать трехмерную модель объекта и быстро получить точные проектные чертежи, а также избежать ошибок;
- предоставить заказчику проектные решения, выполненные в трехмерном пространстве.

В настоящее время группа компаний «Enersten» реализует в Беларуси большой проект для теплосетей города Червеня по строительству новой котельной мощностью 18 МВт. Группа компаний «Enersten» спроекти-

рует, изготовит необходимое оборудование и проведет работы по пусконаладке и автоматизации котельной. В строящейся котельной будут установлены два котла мощностью по 5 МВт и один котел мощностью 2 МВт, работающие на биотопливе с естественной влажностью. Также будут установлены два котла мощностью по 3 МВт, работающие на газе. Все котлы будут оборудованы предназначенными для них конденсационными экономайзерами. По утверждению инженеров компании «Enersten», выполнивших расчеты, после реализации проекта тепловые сети смогут увеличить долю использования древесного биотоплива до 90%. Газовые котлы предназначены для работы только в случае сильных морозов, т.е. будут использоваться только в очень короткий промежуток времени.

Группа компаний «Enersten» – далеко не новичок на рынке Беларуси и соседних стран; она уверенно расширяет свои возможности и реализует все новые энергоэффективные проекты. «Enersten» работает на энергетическом рынке с 2002 г., а в 2015 г. была создана группа компаний «Enerstenos grupė», которой принадлежат уже 9 предприятий. Это одна из крупнейших энергетических компаний в странах Балтии. Она предоставляет самые эффективные решения для производства энергии: проектирует и производит биотопливные котлы, конденсационные экономайзеры, топки

и иное технологическое оборудование для котельных, работающих на биотопливе, а также на газовом и жидком топливе. Годовой оборот группы компаний «Enersten» в 2015 г. достиг почти 30 млн евро, в группе компаний работают почти 340 сотрудников. Дочерние предприятия группы действуют также в других странах: в Эстонии это – ОУ «Enersten Eesti», в Украине – ТОВ «Enersten Ukraina», в Латвии – SIA «Enersten Latvija». Помимо Литвы и Беларуси, группа компаний «Enersten» реализует проекты в Эстонии, Украине, Латвии, России, Польше, Франции, Дании. Недавно группа компаний «Enersten» подписала договор с финской компанией касательно приобретения «Nakkila Boilers» Оу. ■



ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

**ENERSTENA**

ЭФФЕКТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Если Вам необходимо самое эффективное решение в сфере производства тепловой энергии, свяжитесь с директором по продажам Томасом Римкусом, тел. +370 656 09776, e-mail sales@enersten.eu, [www.enersten.eu](http://www.enersten.eu)



Мортен Мунк,  
генеральный директор компании MAFCON

# ОПЫТ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМАССЫ В ДАНИИ

Семинар  
«Энергоэффективность  
и «зеленая»  
энергетика: опыт  
и решения  
Северных стран»

Выработка энергии из таких возобновляемых источников, как ветер и биомасса, в т.ч. солома, требует значительных финансовых вложений. Ситуация с обеспеченностью ресурсами ветроэнергетики в Дании напоминает условия Беларуси. В таких условиях многие страны используют для выработки энергии также древесные и прочие отходы.

### Мортен Мунк: штрихи к биографии

Директор и учредитель компании MAFCON ApS. Основал MAFCON в 1986 году. Области бизнес-интересов: возобновляемая энергия ветра, биомассы, в т.ч. соломы, биогаза. MAFCON не только строит возобновляемые источники энергии, но и производит комплектующие для трубопроводов и теплосетей.

Мортен Мунк работает в СНГ с 1980-х годов. Занимался перемещением производства MAFCON в страны Восточной Европы, Балтии, а затем в СНГ. Поддерживает контакты с Украиной с 1996 года и с Беларусью с 2012 года. Является почетным консулом Украины в г. Орхус, Дания.

Полгода назад основал Датско-Белорусскую бизнес-ассоциацию, целью деятельности которой является распространение идеи сотрудничества с Республикой Беларусь в деловых кругах Дании и развитие возможностей для датских предприятий в Беларуси.



В 2015 году потребление энергии в Дании находилось на уровне 755 ПДж (оговорюсь, что у нас учет энергии иногда принято вести в петаджоулях). Из них возобновляемые источники энергии (ВИЭ) вырабатывали 215 ПДж, что составляет 28,5% от общего потребления энергии. Этот процент сегодня можно считать средним для стран Западной Европы.

Целью нашей страны в области энергетики стало достигнуть 38% доли энергии из ВИЭ в общем электропотреблении к 2020 году.

Доминирующими, т.е. занимающими 2/3 в структуре возобновляемых источников энергии в Дании являются источники, работающие на биомассе. На них приходится 104 ПДж вырабатываемой энергии (в т.ч. использование соломы дает 21 ПДж, ветра – 32 ПДж). И рост этих объемов в настоящий момент сдерживается только лишь по политическим причинам.

### Исторический ландшафт: ветряки и дерево

Как это удалось нашей стране? Дания – страна с ограниченными ресурсами. У нас нет гор, ландшафт довольно плоский, средняя высота земель Дании над уровнем моря составляет всего 37 метров. Это обусловило слабый потенциал гидроэнергетики. Зато мы можем использовать лесные насаждения.

После Второй мировой войны мы были глубоко сельскохозяйственной страной. Зато на каждой ферме были ветряные мельницы, которые вырабатывали энергию для того, чтобы приводить в движение сельскохозяйственные приспособления. Также в сельском хозяйстве традиционно использовалась солома. С течением времени для развития промышленного движения потребовалось больше энергии, и в 1976 году было принято политическое решение об изменении состава используемых энергоресурсов. Одной из приведших к этому причин был и мировой нефтяной кризис 1973 года. До этого момента страна импортировала около 90% энергоносителей, закупая за рубежом уголь и нефть. В 1973–1974 годах мы столкнулись с серьезной

нехваткой энергии и вынуждены были искать пути замещения импортируемой нефти и газа. Также шло преодоление государственной монополии в сфере энергетики – начали создаваться потребительские кооперативы, которые занимаются производством энергии. Страна стала уходить от централизованной структуры в энергетике.

### Эра возобновляемой энергии: от монополии к разнообразию

Сейчас Беларусь и другие страны СНГ начинают вырабатывать новые подходы в энергетической политике. Они вынуждены уходить от субсидирования в этой сфере, от использования дешевых ранее ископаемых источников энергии. В Дании же требовалось найти вдохновленных, наполненных энтузиазмом людей, которые занялись бы использованием той растратившейся ранее энергии, которую могли дать солома и ветер. Затем, когда такие люди преуспели в своей работе и доказали, что использование новых источников энергии возможно, эстафету приняли политические круги. Они выделили субсидии на использование современных технологий, что способствовало изменению рынка. Сегодня, в XXI веке, у нас есть не только глобальная, но и национальная повестка использования ВИЭ.

В настоящее время в Дании успешно развивается национальное производство ветрогенераторов под брендами Gedser, Tvind, Vestas. Ветрогенераторы Siemens выпускаются в стране для размещения в прибрежной линии моря. Первые ветряные системы были построены в 1960-х годах и размещены близ самого южного датского города на Балтийском побережье. Из их размещения мы вынесли и первые уроки. В силу неразвитости электроники для электрических систем их эффективность была невысока.

Важной проблемой было построить в Дании альтернативную систему образования, для того чтобы подключить научно-образовательные круги к решению задачи повышения эффективности датских ветрогене- ►

### В тему

В 2014 году в Дании была запущена ветроэнергетическая установка рекордной мощностью 8 МВт, которая находится в Датском национальном центре тестирования крупных ветрогенераторов в Остерильде. Установка высотой 720 футов (220 метров) с 260-футовыми лопастями обеспечивает энергией 7500 средних европейских домохозяйств.

Парящими называют ветровые турбины, размещенные высоко над землей с целью использования более сильного и стойкого ветра. Их концепция была разработана в 1930-е годы в СССР инженером Егоровым. Текущим рекордсменом считается «Парящая ветровая турбина Altaeros» (Altaeros Buoyant Airborne Turbine, BAT), которая будет установлена на высоте 1000 футов

(304,8 м) над землей. Это выше, чем у нынешнего рекордсмена – Vestas V164-8.0-MW. У Altaeros мощность турбины 30 кВт. Этого достаточно для обеспечения энергией 12 домов. Для поднятия на такую высоту Altaeros использует невоспламеняемую надувную оболочку, наполненную гелием. Проводником для произведенной энергии служат высокопрочные тросы.





раторов. Стала развиваться электроника, были созданы новые программные продукты, позволявшие повысить эффективность работы ВИЭ. Эти новые системы начали применять на Западном побережье Дании, где дуют наиболее сильные ветры. Династии живших там рыбаков занялись совершенно новым для себя делом и доказали его успешность.

Также в Дании были созданы лаборатории ядерных исследований, однако по разному рода политическим причинам атомная энергетика не получила развития в стране. Научные ресурсы были привлечены к разработке и тестированию новых технологий, реализованных на Западном побережье Балтики. В Остерильде (Østerild) был создан Датский национальный центр тестирования крупных ветрогенераторов (Danish National Test Center for Large Wind Turbines). Здесь проходили тестирование ветряки датского, американского, японского, немецкого производства.

### Экономика ветроэнергетики

В 2015 году датские потребители внесли на развитие ВИЭ около 900 млн евро. Эта сумма пошла на развитие ветряной энергетики, а также комбинированной энергетики, в которой используется когенерация. Без этих финансов система не сработала бы.

К концу 2015 года установленная мощность береговых, морских, а также частных ветрогенераторов Дании составляла 7 000 МВт. Растет количество небольших ветряков, которые набирают популярность в ситуации изменившихся стимулирующих

тарифов. Инвестиционные расходы для 70% цикла по строительству ветрогенераторов у нас составляют около 1 млн евро на 1 МВт. Сюда не входят еще 30% расходов, которые включают в себя подключение к сети, модернизацию сети и т.д. Операционные затраты находятся на уровне около 1,3 евроцента на киловатт-час и обеспечивают обслуживание и ремонт, т.е. высокую надежность ветрогенератора, турбина которого работает на протяжении более 95% времени своего существования. Отдельно следует учесть финансирование капитального ремонта при определенном существенном износе.

Исходя из имеющегося потенциала ветроэнергетики 2 Вт/кв. м, можно рассчитать, сколько квадратных километров площадей, занятых ветрогенераторами, необходимо для обеспечения энергопоставок, при том что потребление энергии в Дании составляет 800 Вт на человека в год.

### Солома: децентрализованная структура поставщиков и потребления

Поскольку ветроэнергетика, в отличие, например, от сжигания соломы, дает регулируемый результат, для ее гармоничного развития и использования необходим буфер в виде системы использования биомассы. Преимущество использования соломы и биомассы – в возможности полностью регулировать процесс и объемы выработки энергии.

В Дании на нужды термической конверсии используется 1,4 млн тонн соломы в год из

собираемых 2 млн тонн. Главным препятствием для оставления соломы на полях является содержащаяся в ней целлюлоза. Поэтому часть соломы используется в сельском хозяйстве в качестве компонентов корма и подстилки для скота, но в условиях избытка соломы на помощь в ее утилизации приходит энергогенерация.

Правила игры в этой области определяются политиками. У нас насчитывается порядка 2 000 МВт мощностей, использующих солому; это более 60 ТЭЦ, а также более 5000 субъектов сельского хозяйства, использующих установки в децентрализованном порядке. При таком использовании 2,5 кг соломы эквивалентны 1 литру нефти.

Инвестиционные расходы такой энергогенерации будут на уровне около 0,8 млн евро на каждый мегаватт построенных мощностей. Операционные затраты тут чуть выше, чем в ветроэнергетике – на уровне 2,2 евроцента на киловатт-час полученной энергии. Надо помнить о том, что энергетические качества соломы зависят, в том числе и от состава почв, на которых произрастает сельскохозяйственная культура. Теплотворная способность соломы тем выше, чем ниже ее зольность. Зольность соломы у нас составляет около 4%. Образованная зола используется в качестве удобрения.

Все большее распространение в Дании приобретает тенденция производства биогаза и биоэтанола из соломы и другого биотоплива. ■

Записал Д. Станюта

### Справка редакции

Дания была пионером в развитии коммерческой ветроэнергетики в 1970-х годах. На сегодняшний день датские компании Vestas и Siemens Wind Power остаются лидерами на рынке ветрогенераторов и их компонентов.

Дания является мировым лидером по установленной мощности ветрогенераторов на душу населения. В 2014 году ветроэнергетика обеспечила 39% электроэнергии Дании, и 42% – в 2015 году.

Дания начала развитие своей ветряной энергетики в 1970-х годах XX века под влиянием экономических последствий роста цен на нефть.

В 1980-х годах правительство Дании приняло решение сократить к 2005 году выбросы CO<sub>2</sub> на 22% в сравнении с 1988 годом. В 2006 году ветроэнергетика Дании предотвратила выбросы в атмосферу: CO<sub>2</sub> в объеме 3 млн 395 тыс. тонн, метана – 1235 тонн, диоксида серы – 1576 тонн, оксидов азота – 4588 тонн.

После Чернобыльской аварии, в 1988 году правительство Дании запретило строительство атомных электростанций.

Первая промышленная ветряная турбина была установлена в Дании в 1976 году. В 2014 году в стране функ-

ционировали 5252 ветряные турбины суммарной мощностью 4885 МВт.

75% ветряных турбин принадлежат частным инвесторам. Около 100 тысяч граждан Дании инвестировали в ветряную энергетику. Половина ветрогенераторов принадлежит кооперативам. К 1996 году было создано около 2100 кооперативов, которые инвестировали в строительство ветряных электростанций и владели ими.

В 2006 году компании Дании произвели ветряные турбины суммарной мощностью 5439 МВт, из них на экспорт было отправлено 99%. Датские производители оборудования для ветроэнергетики экспортируют примерно

90% своей продукции и услуг. Датские компании занимают около 38% мирового рынка оборудования для ветроэнергетики. Их суммарная выручка – около 3 млрд евро в год. Сейчас в ветряной индустрии Дании занято примерно 20 тыс. человек, в то время как в 1996 году в этой индустрии было занято менее 10 тыс. человек.

Страна является одним из лидеров и пионеров офшорной ветроэнергетики. В 2003 году во всем мире было построено 530 МВт ветрогенераторов, расположенных в прибрежной зоне моря, из которых 492 МВт были построены в Дании.

### Рост ветряных мощностей Дании, МВт

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014*
Установленная мощность, ГВт	2,390	2,497	2,890	3,116	3,123	3,127	3,135	3,124	3,163	3,482	3,752	3,927	4,162	4,792	4,855
Выработка электроэнергии, ТВт·ч	4.22	4.31	4.86	5.56	6.58	6.61	6.11	7.14	6.98	6.72	7.81	9.77	10.27	11.12	8.56
Доля в электроснабжении, %	12.1	12.2	13.9	15.8	18.5	18.5	16.8	19.7	19.1	19.3	20.2	28.0	33.7	32.2	41.2
Доля в потреблении электричества, %											21.9	28.2	29.9	32.7	38.9

\* Данные на конец августа 2014 года. Источник: Danish Energy Agency

# ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО В ФАНТАСТИЧЕСКИХ ПРОИЗВЕДЕНИЯХ

Есть такое понятие «будущее в прошлом». Открываешь, например, изданный в начале XX века роман Хьюго Гернсбека «Ральф 124 С41+», где описывается грядущее человечества, а в нем герои пользуются телефонами. Это приборы, имеющие экраны, через которые в реальном времени получают и передают видео. Что это напоминает? Конечно – планшеты, смартфоны и современные программы интернет-связи.

Или читаешь произведение американского фантаста Эдварда Беллами «Взгляд назад», опубликованное еще в 1888 году. Главный герой, проснувшийся после 113 лет гипнотического сна, оказывается в мире рубежа XX и XXI веков и видит, что его соотечественники вместо наличных денег везде рассчитываются специальными картами, привязанными к единой кредитной системе. Таково точно сбывшееся предвидение о появлении кредиток.

Предсказаний о вещах и явлениях, которые появятся в мире гораздо позже, у писателей-фантастов множество. Так что патенты на изобретения можно было выдавать не ученым, а писателям. За идею виртуальных компьютерных игр – Артуру Кларку в 1956 году (роман «Город и звезды»), за автоматические двери – Герберту Уэллсу в 1899 году («Когда спящий проснется»), за Интернет – Марку Твену в 1898 году, за скринсейвер – Роберту Хайнлайну

в 1961 году. А Хьюго Гернсбек даже описал детальное строение радаров еще в 1911 году. И танки, и атомная бомба, и телевидение, и мобильные телефоны, и множество других вещей и явлений, включая даже антидепрессанты, фантасты придумали раньше ученых.

А что же с возобновляемыми источниками энергии? Неужели во времена, когда наличие углеводородного сырья казалось неисчерпаемым, кого-то из писателей волновала альтернативная энергетика? Оказывается, что да. Причем, они сделали свои пророчества раньше, чем этой проблемой занялись

ученые. Но обо всем по порядку. Начнем с нашей звезды. Итак...

## Солнечная энергия

В далеком 1911 году Хьюго Гернсбек в романе «Ральф 124С 41+» упомянул об использовании в будущем солнечной энергии. Правда, без технических подробностей. А вот о научной стороне вопроса первым задумался наш с вами земляк. Ведь американский писатель-фантаст Айзек Азимов, многократный лауреат литературных премий «Хьюго» и «Небьюла», родился в 1920 году в местечке Петровици Климовичского





уезда Гомельской губернии. Так вот, в 1941 году он опубликовал рассказ «Причина», где описал не только саму идею использования энергии солнца, но и то, как космическая станция передает потребителям с различных планет энергию, трансформируя ее в микроволновые лучи. Ведь за 40 минут Земля получает столько солнечного света, что если его преобразовать в энергию, то ее хватило бы для того, чтобы обеспечить электричеством всю планету на целый год.

Чуть позже, в 1966 году, английский фантаст Артур Кларк развил идею Айзека Азимова в книге «Черты будущего». Он описал «ловушки» для солнечных лучей, размещенные на орбите и транслирующие энергию на Землю. Тогда это казалось чем-то невероятным. Но уже сегодня японские ученые утверждают, что готовы запустить на орбиту первый спутник, передающий солнечную энергию на Землю, а к 2025 году создадут полноценную орбитальную энергетическую группировку.

В 1975 году Урсула Ле Гуин в рассказе «Новая Атлантида» описала социальную значимость солнечной энергии: «Я попросила его объяснить, что их «солнечная ловушка» значит для народных масс и, в частности, для меня как представителя этих масс. Он рассказал, что теперь можно ловить и использовать солнечную энергию при помощи одного устройства, которое сделать легче, чем самый примитивный конденсатор. Эффективность и емкость этой «ловушки» позволяют, например, за десять минут при солнечной погоде собрать столько энергии, что ее хватит для полного обслуживания такого многоквартирного дома, как наш, в течение двадцати четырех часов, – она будет обогревать, освещать, заставлять работать лифты и тому подобное; и никакого тебе загрязнения окружающей среды – ни общего, ни термального, ни радиоактивного...»

Любой, кто в теме, доступно объяснит, что основной недостаток солнечной энергии – ночной перерыв. Для получения значительного количества энергии необходимо более дорогое оборудование, также требуется пространство для его установки. К тому же, производительность в значительной мере зависит от погоды и атмосферных условий. Но писатели-фантасты давно придумали, как можно решить данную проблему. Что и сделал Мюррей Лейнстер еще в 1959 год в рассказе «Критическая разница». Он предложил с целью максимального использования энергии светила в ионосферу планеты вводить легко ионизируемое вещество (например, пары натрия), что приведет к значительному увеличению ионосферы и возможности использования накопленной в ионосфере энергии.

## Вода

Невероятное количество пророчеств сделал Жюль Верн. Живший в «каменноугольной эпохе», когда впереди лишь брезжила эра нефти и газа, писатель уже предвидел энергетический кризис. Более того, великий фантаст предсказал и пути выхода из него. Например, в «Таинственном острове», опубликованном в 1874 году, Жюль Верн рассказывает о том, что уголь будет заменен новым энергоносителем – водой, поскольку она содержит водород и кислород, которые и станут неиссякаемыми источниками энергии.

«Какое топливо заменит уголь?

– Вода, – ответил инженер.

– Вода? – переспросил Перкоф...

– Да, но вода, разложенная на составные части, – пояснил Сайрес Смит. – Без сомнения, это будет делаться при помощи электричества, которое в руках человечества станет могучей силой... Да, я уверен, что наступит день, и вода заменит топливо; водород и кислород, из которых она состоит, будут применяться раздельно; они окажутся неисчерпаемым и таким мощным источником тепла и света, что углю до них далеко! Наступит день, друзья мои, и в трюмы паровозов, в тендеры паровозов станут грузить не уголь, а баллоны с двумя этими сжатыми газами, и они будут сгорать с огромнейшей тепловой отдачей. Следовательно, бояться нечего... когда каменноугольные залежи иссякнут, человек превратит в топливо воду, люди будут обогреваться водой. Вода – это уголь грядущих веков».

Сейчас этой проблемой занимается новая область науки и техники, возникшая на стыке физики, химии, энергетики и известная как водородная энергетика. Может быть, когда-нибудь это позволит воплотить в жизнь и идею советского фантаста Сергея Снегова о «сгущенной

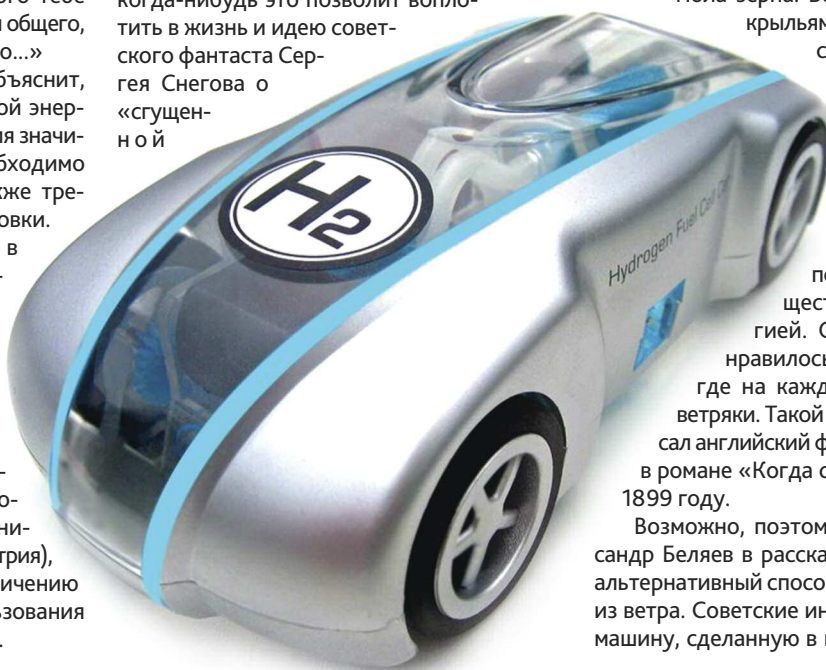
воде», описанной им в «Праве на поиск» и «Диктаторе». В этих произведениях основным источником энергии является «сгущенная вода», т.е. вода, расстояние между молекулами которой искусственным способом сокращено в два раза, за счет чего она вмещает колоссальное количество энергии. Возможно, фантаста вдохновляли эксперименты физиков XX века по получению различных видов тяжеловодородной воды и начавшееся в дальнейшем в СССР ее промышленное производство для нужд атомной энергетики.

Перспективы развития водородной энергетики сейчас связываются с распространением и совершенствованием топливных элементов для пользования водородом, в которых протекает процесс, обратный электролизу. В настоящее время существует несколько направлений водородной энергетики. И даже если главным из них считается реформинг натурального угля и газа с использованием полученного водорода в различных формах, то развивается и производство водорода путем электролиза, при помощи разложения обычной воды. Электролиз воды, в том числе с использованием протонных мембран для электролизеров нового типа, позволяет извлекать главное недостающее звено водородной энергетики будущего – молекулярный кислород – с последующим его возвращением в природную среду.

## Ветер

А что же необычного могли предложить фантасты в использовании силы ветра? Ведь еще в Древнем Египте за три с половиной тысячи лет до нашей эры применялись ветровые двигатели для подъема воды и размола зерна. Ветряные мельницы с крыльями-парусами из ткани сооружали древние персы свыше 1,5 тысяч лет назад. Да и современные ветряки не сильно отличаются от своих предков. Так что тут фантазия писателей подпитывалась уже существовавшей технологией. Однако не всем понравилось бы жить в городе, где на каждой крыше грохочут ветряки. Такой город будущего описал английский фантаст Герберт Уэллс в романе «Когда спящий проснется» в 1899 году.

Возможно, поэтому в 1931 году Александр Беляев в рассказе «Шторм» описал альтернативный способ получения энергии из ветра. Советские инженеры изобретают машину, сделанную в виде огромного воз-



## Биомасса

В отличие от некоторых других возобновляемых источников энергии, биотопливо не является экологически чистым. При сжигании биомассы в атмосферу выбрасывается углекислый газ и нежелательные примеси. Но герои детских книг Николая Носова про Незнайку про это как-то не задумывались. Задолго до применения биотоплива человечеством сказочные человечки ездили на машинах, работающих на спирту. Собственно, это было то самое биотопливо, которое сейчас активно внедряется, например, в Бразилии.

Уже в начале семидесятых годов XX века лидером по разработкам биотоплива стал СССР. На водородном топливе летал самолет ТУ-155, для работы на водородном топливе конструировали и отечественные ВАЗы и ГАЗы. Наверное, поэтому тема биотоплива «пошла» именно у советских писателей. И даже в романе ироничного Владимира Войновича «Москва-2042» вследствие истощения нефтяных месторождений Советского Союза по нефтепроводу «Дружба» на Запад в качестве сырья для биотоплива поставляется «вторичный продукт», то есть фекалии.

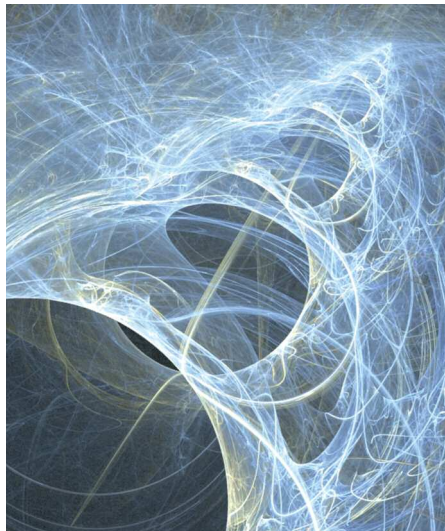
Все больше захватывает авторов идея использования в качестве источника энергии организма человека. Достаточно вспомнить фильм «Матрица», где люди – батарейки для биоэнергетических установок захвативших мир машин. Или рассказ Дианы Дзуйн «Не трогай эту гадость!», где энергия для космического корабля берется из тел самих пассажиров.

А теперь заглянем в то далекое будущее, которое нам раскрывают фантасты, живущие в XXI веке. На какой из видов «чистой» энергии делают они ставку сегодня?

## Антиматерия

В фантастической литературе космос бороздят корабли типа «Хиус», описанные в романах А. и Б. Стругацких. Писатели-фантасты часто рассказывают об аннигиляции материи как об одном из самых мощных и практически неисчерпаемых источников энергии: ведь для мощного взрыва нужно совсем небольшое количество антиматерии. Но почему ученые до сих пор не додумались это использовать? Учеными установлено: чтобы получить энергию от столкновения вещества и антиматерии, необходимо затратить энергии в миллиард раз больше – на производство антиматерии. Но все же и эта идея не утопична. Ибо, по словам тех же ученых, Вселенная устроена симметрично, а значит, где-то должно быть так же много антиматерии, как и здесь – вещества. Пока это «где-то» не найдено. Но NASA уже финансирует исследования по разработке двигателей на антиматерии.

## Энергия параллельных вселенных



О существовании параллельных вселенных вполне серьезно говорят ученые. Ведь законам физики это явление не противоречит. А писатели-фантасты видят в этом феномене неиссякаемый источник «чистой» энергии. Айзек Азимов в романе «Сами боги» описал ситуацию, когда люди черпают энергию из параллельной Вселенной с несколькими иными физическими законами, с другими физическими константами. Однако такой подход мог привести к «смазыванию» физических констант в обоих мирах и экологической катастрофе. В качестве выхода был найден третий мир, из которого стали качать энергию и те, и другие.

## Черная дыра

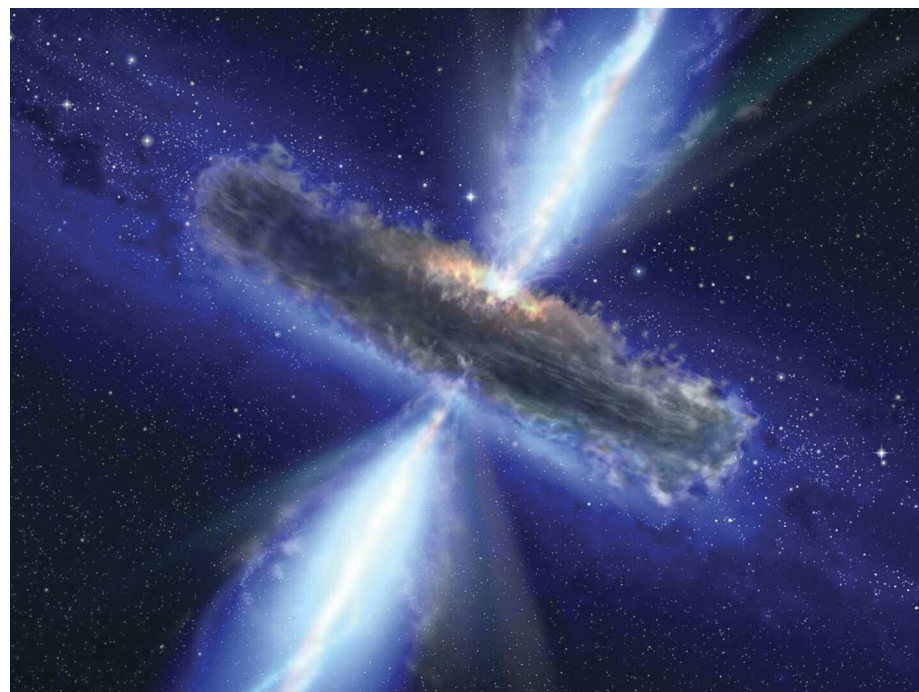
Видят фантасты источники альтернативной энергии и в естественном энергетическом поле, перемещающемся по поверхности Земли, и во взаимодействии нуклонного поля с гравитационным, и в черных дырах.

Стоит ли удивляться, что британский физик-теоретик Стивен Хокинг назвал микроскопические черные дыры источником практически неограниченной энергии для человечества в будущем.

«Черная дыра солнечной массы может вырабатывать частицы излучения Хокинга с малой скоростью, в связи с чем его будет практически невозможно заметить. Но если ее уменьшить до размеров холма, то тогда черная дыра будет вырабатывать рентгеновское и гамма-излучение с суммарной мощностью около десяти миллионов мегаватт, чего хватит на питание электроприборов Земли», – утверждает физик. Малые черные дыры, по мнению ученого, могут представлять опасность для планеты, поскольку они могут мигрировать к центру Земли и таким образом вызвать глобальную катастрофу. Гораздо безопаснее было бы удерживать эти массивные объекты на значительном расстоянии от планеты (например, на околоземной орбите). Хокинг считает возможным в будущем создание таких дыр, в том числе благодаря прогрессу в теории струн.

Что из этого наши потомки назовут пророческим предвидением, мы, увы, без машины времени не узнаем. Но уже сейчас можем наблюдать, как «чистая» энергия, предсказанная писателями-фантастами прошлого, приходит на смену углеводородной. ■

И. Гецевич





Парящая ветровая турбина на Аляске



душного змея, которая, поднимается в атмосферу для накопления энергии ветра. На ее борту обязаны были находиться как минимум два человека, которые поднимали или опускали змей в зависимости от скорости ветра. Все шло благополучно, воздушный змей давал большое количество энергии, но тут началась война... Прямое воплощение этой идеи – современные парящие ветровые турбины, размещаемые в воздухе высоко над земной поверхностью с целью использования более сильного и стойкого ветра.

От просто ветра фантазия писателей перенеслась к более грозным проявлениям этой стихии. Павел Амнуэль в рассказе «Приручить дракона» (именно так, драконами, японцы называют ураганы) описал технологию «приручения» смерча: «Помните сказку В. Баума «Мудрец из страны Оз» или ее русский эквивалент – «Волшебника Изумрудного города» А. Волкова? Ужасный смерч поднимает в воздух фургон, в котором находится девочка Элли, переносит в волшебную страну и тихонько опускает на землю. Волшебная страна – это, конечно, пре-

увеличение, а остальное могло быть чистой правдой! Похожие случаи описывались много раз: и поднимало, и переносило, и опускало – без единой царапины...»

Энергетическая идея фантастов «заключалась в том, что гигантскую энергию смерча нужно использовать не для перемещения штанов из шкафа, а для освещения небольшого города. Для того, чтобы породить торнадо, энергия нужна небольшая – дальше процесс (по крайней мере, так в природе) развивается сам, вбирая энергию из окружающей среды. Как он это делает – вопрос, но раз уж делает, то пусть себе делает, а мы это используем...»

### Органические солнечные батареи

Художник и дизайнер Тобиас Ривелл показал будущее, в котором огромный город Нью-Мумбаи существует благодаря производящим энергию грибам. В своем научно-фантастическом фильме Ривелл рассказал о невероятном экологически чистом мире. Стиль документального кино придает сюжету дополнительную достоверность: научно-исследовательская лаборатория синтетической биологии обнаружила, что индийские воры украли образцы привезенных из Амстердама грибов, быстро приспособив технологию к общественным и своим личным нуждам. В результате грибы приобрели поистине гигантские размеры. И начали собирать солнечную энергию, которая обеспечивала свет и тепло, став органическими солнечными батареями.

Идея таких биообъектов-батарей не является утопичной. Есть вполне научное обоснование возможности выращивания подобных «гибридов».



## Систему управления электроэнергетической отраслью ждет реформа

Система управления электроэнергетической отраслью Беларуси будет усовершенствована до 2019 года, сообщил в интервью министр энергетики Беларуси Владимир Потупчик.

«Система управления будет совершенствоваться, и многие моменты будут отражены в новом законе «Об электроэнергетике». Министерство энергетики и ГПО «Белэнерго» проанализировали опыт реформирования других энергосистем, в первую оче-

редь государств постсоветского пространства, входящих в ЕАЭС, и выработали алгоритм совершенствования с помощью поэтапного преобразования «Белэнерго», – рассказал Владимир Потупчик.

С учетом положений договора о ЕАЭС в части формирования общего электроэнергетического рынка реструктуризация предстоит провести до 1 июля 2019 года.

БЕЛТА

## Онлайн-игру по энергоэффективности создали в Витебске

Онлайн-игру на тему энергоэффективности создал коллектив Витебского государственного профессионально-технического колледжа машиностроения имени М. Шмырева, сообщила методист учреждения Анна Стукальцева.

В игре может быть неограниченное число участников. Пройти авторизацию игроки могут через социальные сети. Вместе с супергероем SaveMan (Сберегатель) они проходят 100 уровней, побеждая пожирателей энергии. С каждым новым уровнем сложность игры возрастает. Продвигаясь дальше, участники находят решение в ситуациях, с которыми они могут столкнуться в повседневной жизни, тем самым формируя навыки энергосберегающего поведения. Правильно отвечая на вопросы (а

их свыше 1 тыс. в десяти категориях сложности, и их число будет расти), игроки экономят виртуальные деньги, потратив которые можно на развитие персонажа. Система бонусов и достижений сделает процесс овладения новыми знаниями азартным и увлекательным.

Над содержательным наполнением игры работал коллектив педагогов-методистов колледжа вместе с лучшими учащимися, а технической стороной занимались штатный программист и выпускник колледжа. Игра разрабатывается в рамках проекта «Энерго-

эффективность в школах», финансируемого Евросоюзом и реализуемого Программой развития ООН. Витебский государственный профессионально-технический колледж машиностроения имени М. Шмырева, будучи пилотным учреждением проекта с декабря 2014 года, уже внедряет современные энергоэффективные технологии в свою работу, а также уделяет внимание образованию местного населения, вовлекая его в реализацию энергоэффективных мероприятий.

saveman.of.by



## Беларусь скорректирует госпрограммы по газификации в связи со строительством АЭС

Премьер-министр Беларуси Андрей Кобыakov подписал распоряжение №210 от 30 мая 2016 года о создании рабочей группы по корректировке государственных программ, нормативных правовых актов, содержащих положения о газификации населенных пунктов, сообщили в белорусском правительстве.

«Возглавил данную группу заместитель премьер-министра Беларуси Владимир Семашко, – отметили в правительстве. – Рабочей группе поручено провести анализ государственных программ, нормативных правовых актов, содержащих положения о газификации населенных пунктов, с учетом планируемого ввода в эксплуатацию БелАЭС и доведения уровня возмещения населением затрат на ока-

зание жилищно-коммунальных услуг до 100% в 2018 году».

При этом группе необходимо в двухмесячный срок внести в Совет Министров предложения по стимулированию использования населением электрической энергии для целей отопления и горячего водоснабжения. Также она должна разработать и предложения по корректировке госпрограмм по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011–2015 годы и на период до 2020 года и строительству жилья на 2016–2020 годы, комплексного плана развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода БелАЭС и при необходимости других нормативных правовых актов.

БЕЛТА

## Немецкая компания построит три солнечных электростанции

Компания «Интерриджинал Энерджи Кампани ГмбХ» (ФРГ) построит три солнечные электростанции и биогазовый комплекс в Костюковичском районе, сообщили в комитете экономики Могилевского облисполкома.

Между Беларусью и немецкой компанией заключено два инвестиционных договора на общую сумму инвестиций 85 млрд рублей. Эти проекты предполагают в период до 2017 года строительство трех фотоэлектрических станций суммарной мощностью 4,5 МВт (1,5 мегаватта каждая) и биогазового комплекса в д. Низьки для производства электрической и тепловой энергии мощностью до 1 МВт. Для обслуживания этих объектов планируется создать не менее семи рабочих мест. На реализацию проекта по возведению станций уже направлено более 26 млрд рублей иностранных кредитов и займов нерезидентов Беларуси. Первую станцию мощностью 1,5 МВт планируют ввести в строй в июле текущего года. Строительство биогазового комплекса находится на стадии проектирования.

«Эти проекты нацелены на создание в районе источников дешевой экологически чистой возобновляемой энергии. Ввод в эксплуатацию указанных объектов позволит обеспечить потребности Костюковичей в электроэнергии и частично в тепловой энергии. Излишки электроэнергии планируется продавать в общую энергосеть страны», – пояснили в комитете экономики. Также специалисты отметили, что немецкая компания «Интерриджинал Энерджи Кампани ГмбХ» имеет большой опыт в реализации подобных проектов. Она входит в энергетическую группу компаний ТЭС ДКМ, является резидентом Германии и занимается поставками оборудования для генерирующих теплоэнергостанций из ЕС, в том числе с поддержкой торгового экспортного финансирования заказчиков под гарантии немецкого экспортного агентства HERMES. Через данную компанию также осуществляется инвестиционная деятельность группы в Республике Беларусь в части строительства собственных электростанций.

БЕЛТА



# «ЕвроЭнергоСервис»: мы делаем качество доступным

Требования к организации технологических производств закладывают предпосылки снижения энергопотребления. Снизить высокие удельные эксплуатационные расходы в условиях растущей стоимости электроэнергии невозможно без реализации мер энергосбережения. Это, а также требуемая глубина автоматизации, жесткие нормы, необходимость постоянного контроля и регулирования процессов подталкивает руководителей и технических специалистов предприятий к использованию высокоэффективного и энергосберегающего оборудования.

В наше время ни одна технологическая линия, инженерная система здания или промышленное предприятие в целом не может эффективно работать без систем автоматизации, важным компонентом которых являются регулируемые электроприводы, или преобразователи частоты. Преобразователи частоты позволяют достигнуть значительной экономии энергии и добиться повышения общей эффективности производства.

Компания Danfoss серийно выпускает преобразователи частоты и опции к ним с 1968 года и является сейчас лидером по продажам в Европе и Евразии. Сегодня подразделение Danfoss Drives производит широкую гамму преобразователей частоты и устройств плавного пуска, а также все необходимые опции к ним. Заводы компании находятся в Дании, США, Новой Зеландии, Германии, Финляндии и Китае. За долгие годы накоплен огромный опыт в производстве оборудования и реализации технических решений и задумок потребителей для самых разнообразных систем и процессов. Благодаря налаженной обратной связи с эксплуатирующим наше оборудование персоналом, при производстве учтены в полном объеме стандартные



и неординарные требования и пожелания, предъявляемые заказчиками.

Этот опыт и многочисленные достижения и наработки Danfoss Drives стремится передать в полной мере своим партнерам, которые и являются интеграторами оборудования и технических решений Danfoss на ваших объектах.

С присоединением в 2015 году к Danfoss компании Vacon в ряды партнеров вошла молодая, динамично развивающаяся компания ООО «ЕвроЭнергоСервис». «ЕвроЭнергоСервис» работает на рынке энергетического оборудования Республики Беларусь с 2008 года и предлагает широкому кругу потребителей продукцию и услуги электротехнического характера. Среди основных клиентов ООО «ЕвроЭнергоСервис» – ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», ОАО «Белорусский цементный завод», завод «Полимир» ОАО «Нафтан», ОАО «Мозырский НПЗ», ГПО «Белоруснефть», ГПО «Белэнерго» и многие другие.

При разработке систем автоматизации «ЕвроЭнергоСервис» использует преобразователи частоты Vacon и Danfoss. В зависимости от сложности процесса и предъявляемых требований в проектах могут быть использованы следующие серии оборудования.

## Привод VACON 10

Компактный привод переменного тока, предназначенный для применения в системах, где главными требованиями являются простота и эффективность.

Все функции встроены в один блок с возможностью монтажа на DIN-рейке, что ускоряет и упрощает установку, а также сокращает время обработки данных.

Основной особенностью привода VACON 10, обеспечивающей компактность, является теплоотвод с принудительным воздушным охлаждением.



## Привод VACON 20

Уровень эффективности VACON 20

гораздо выше, чем можно ожидать от компактного привода переменного тока.

Широкий диапазон мощности до 18,5 кВт и встроенный ПЛК значительно расширяют его адаптируемость, а быстрый и простой

монтаж означает, что он отлично подходит для эффективного крупносерийного производства, например, для упаковочных и поточных линий.



## Привод VACON NXL

Vacon NXL – это мощный стандартный привод переменного тока для промышленного и жилищно-коммунального применения в диапазоне мощностей от 0,75 до 30 кВт.

Малогабаритная полочная конструкция, высокие степени защиты, универсальные функции управления и программирования делают его оптимальным для всех условий эксплуатации.

Прилагаемое к аппарату руководство позволяет чрезвычайно быстро и просто выполнить монтаж, подсоединение и ввод в эксплуатацию.



## Привод VACON NXS

Vacon NXS – это компактный стандартный привод переменного тока в диапазоне мощностей 0,75 – 560 кВт и

напряжений питания 208–690 В для тяжелых режимов эксплуатации в составе машин, оборудования зданий и во всех отраслях промышленности.

Прочная конструкция обеспечивает эффективную защиту от нарушений в сети питания.



Надежная работа обеспечивается сложными алгоритмами управления двигателями, функциями защиты двигателя и привода, подбором комплектующих и эффективным охлаждением.

### Привод VACON 100



VACON 100 — это многоцелевой привод, которому можно найти сотни разных применений. Универсальность — вот что отличает его от конкурентов, а функции, которыми он снабжен, упрощают его эксплуатацию и техобслуживание.

Встроенная поддержка Ethernet позволяет легко интегрировать его в системы автоматизации предприятий, а наличие ПО VACON Live означает возможность дистанционного ввода в эксплуатацию, техобслуживания и контроля работы.

Привод VACON 100 может быть приспособлен для применения в любых сферах и обеспечит максимальную отдачу, в каких бы условиях он ни работал.

### Привод VACON 100 FLOW



VACON 100 FLOW — это привод переменного тока, предназначенный для улучшения регулирования расхода в системах водоподготовки и очистки сточных вод, а также в системах автоматизации зданий.

Привод VACON 100 FLOW совмещает в себе основные функциональные возможности VACON 100 с функциями, которые специально разработаны для систем регулирования расхода, таких как установки с несколькими насосами и меню выбора прикладных программ.

### Привод VACON NXP

VACON NXP — это привод для всех областей применения, где требуется конструкционная прочность, динамические характеристики, точность и высокая мощность. Серия приводов VACON NXP может работать с любым оборудованием мощностью от 0,75 до 2000 кВт.

Привод VACON NXP выпускается как настенный или напольный модуль, может

иметь воздушное и жидкостное охлаждение и обеспечивает исключительное управление асинхронными двигателями и двигателями с постоянными магнитами, безредукторными приводами и схемами параллельной работы двигателей большой мощности.



### Частотные преобразователи Vacon серии NXC

— серия преобразователей частоты шкафного исполнения, собираемых из стандартных компонентов. Серия предназначена для двигателей больших мощностей, токи от 385 А (380–500 В) и от 261 А (525–690 В). Шкафы отличаются компактностью и полностью модульной конструкцией. В процессе разработки учтены все требования к гибкости, надежности, компактности и удобству сервисного обслуживания. В результате на основе серии NXC может быть сконфигурирован привод для практически любого применения.

Все шкафы Vacon NXC спроектированы с учетом богатого опыта в разработке приводов большой мощности. Особое внимание уделено тепловым процессам, что гарантирует большой срок службы. Соответствие требованиям ЭМС обязательно тестируется, что обеспечивает функционирование в индустриальной среде.

Vacon NXC может включать в себя множество таких опций, как, например, входные предохранители, автоматы, разъединители, контакторы и выходные фильтры (на выбор: синус- или du/dt-фильтры). При заказе выбор каждой из опций производится добавлением определенного кода в заказную спецификацию шкафа. Таким образом достигается требуемая конфигурация шкафа.

Кроме указанных серий оборудования Vacon, на складе COOO «ЕвроЭнергоСервис» в Минске ждет своих пользователей оборудование основных серий продуктов VLT: VLT® HVAC Drive, VLT® AQUA Drive, VLT® AutomationDrive, VLT® Micro Drive.



Среди проектов с использованием преобразователей частоты Danfoss Drives (VLT и Vacon) силами COOO «ЕвроЭнергоСервис», в частности, реализованы: автоматизация водяных систем парка водных развлечений Dreamland в Минске; автоматизация КНС в Брестском районе; реконструкция ОАО «Скидельский сахарный комбинат» с доведением

мощности до 10 тыс. тонн переработки свеклы в сутки, аспирация отделения сегрегации и упаковки сахара; автоматизация водозабора насосной станции в г. Слоним; автоматизация водозабора насосной станции и система управления вентиляторами воздухоудки в г. Могилев и многие другие.

Специалисты компании готовы предложить свое



техническое решение для ваших условий, помогут быстро и правильно подобрать оборудование, отвечающее вашим требованиям, в кратчайшие сроки доставят его, произведут монтаж и наладку. Для формирования ежегодных программ энергосбережения готовы выполнить технико-экономическое обоснование внедрения частотно-регулируемых приводов. ■



VLT VACON

ENGINEERING TOMORROW Danfoss



Евро Энерго Сервис

COOO  
«ЕвроЭнергоСервис» —  
Партнер Danfoss Drives  
в Республике Беларусь

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

Минск, ул. Тимирязева, 65,  
офис 2226

Телефон:

+375 (17) 209-61-83

Факс: +375 (17) 209-61-83

E-mail:

[info@euroenergyservice.com](mailto:info@euroenergyservice.com)



А.А. Бутько,  
ст. преп.



В.А. Пашинский,  
к.т.н.



О.И. Родкин,  
к.б.н.



Белорусский государственный университет

РНИУП «БелНИЦ «Экология»

# ОЦЕНКА ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕПЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ ПОРОДЫ С КОРОТКИМ ПЕРИОДОМ РОСТА ИВЫ БЕЛОЙ ВИДА *SALIX ALBA*

УДК 630.181:662.6

## Аннотация

В статье представлены результаты оценки энергоемкости производства щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста – клона *Бачка* ивы белой вида *Salix alba*. Согласно разработанной технологической карте, полная энергоемкость производства щепы в течение 21 года и при трехлетнем цикле уборки составляет 175398,8 МДж/га. При средней продуктивности ивы 17,7 т/га и низшей теплоте сгорания щепы из ивы 8,72 МДж/кг количество энергии, содержащейся в продукции за семь трехлетних циклов, составит 1534179,4 МДж/га, а показатель биоэнергетической эффективности равен 8,75, варьируя от 4,79 до 14,83 при продуктивности 9,7–30,0 т/га.

## Abstract

A.A. Butsko, V.A. Pashinsky, O.I. Rodkin

Assessment of energy intensive industries chips at cultivation of trees and shrubs with a short period growth white willow kind *salix alba*

The article presents the results of evaluation of the energy intensity of chips production in the cultivation of trees and shrubs with a short period of growth – clone *Bachka* white willow species *Salix alba*. According to the developed routing total energy production of chips for 21 years, and three-year cycle of harvesting estimates 175398,8 MJ/ha. With an average productivity of willow 17,7 t/ha and the lowest heat of combustion of wood chips from willow 8.72 MJ/kg of energy contained in the products of seven three-year cycle will be 1534179,4 MJ/ha, and the rate of bio-energetic efficiency is equal to 8,75, ranging from 4,79 to 14,83 when productivity 9,7–30,0 t/ha.

**Ключевые слова:** полная энергоемкость, быстрорастущие древесно-кустарниковые породы, ива, *Salix alba*, клон *Бачка*, технологическая карта, энергетический эквивалент, биоэнергетическая эффективность, кластер.

## Введение

В последние годы в мировой практике наряду с традиционными методами оценки эффективности производства продукции, товаров и услуг посредством финансовых и трудовых показателей все большее значение приобретает метод энергетической оценки, учитывающий как количество энергии, затраченной на производство продукции, товаров и услуг, так и аккумулированной в ней. Применение этого метода дает возможность наиболее точно учесть и в сопоставимых энергетических эквивалентах выразить не только затраты труда на технологические процессы и операции, но также энергию, воплощенную в полученной продукции.

По данным [1] показатель биоэнергетической эффективности в Польше составляет 18,4, в США этот показатель с учетом конверсии биомассы ивы при прямом сжигании составляет 9,9, при газификации – 12,9–13,3 [2], а в Канаде с учетом транспортировки биомассы на значительные рас-

стояния он варьирует от 13,3 до 43,3 [3].

Энергетический анализ дает возможность определить эффективность материально-энергетических затрат, осуществить выбор наименее ресурсоемких технологических процессов, оценить уровень интенсификации новой технологии.

## Материалы и методы

Одним из критериев, позволяющих достоверно определить затраты сельскохозяйственного производства, не исключая стоимостных показателей, является энергоемкость. Этот показатель наиболее объективен, не зависит от конъюнктуры рынка и характеризует собой технический уровень развития технологии.

В общем виде энергоемкость технологического этапа или услуг определяется по формуле [4]:

$$e = e_{\Sigma} + e_M + e_{\Phi} + e_P,$$

где  $e_{\Sigma}$  – полная энергоемкость ТЭР, необходимых для производства продукции, исполнения услуг;  $e_M$  – полная энергоемкость исход-

ных сырья, веществ, материалов, комплектующих изделий, необходимых для производства продукции, исполнения услуг;  $e_{\Phi}$  – полная энергоемкость основных производственных фондов, амортизированных при производстве продукции, исполнении услуг;  $e_P$  – полная энергоемкость воспроизводства рабочей силы при производстве продукции, исполнении услуг.

Общие энергетические затраты, связанные с производством продукции, определены по «Методике энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве» [5].

Показатель биоэнергетической эффективности  $K_e$ , определяется по формуле:

$$K_e = e_{ak}/e,$$

где  $e_{ak}$  – количество энергии, содержащейся в продукции, МДж/га;  $e$  – общие энергетические затраты, связанные с производством продукции, МДж/га.

Приняты следующие константы энергетических эквивалентов: производство дизель-

ного топлива – 10,0 МДж/кг; тракторы – 120 МДж/кг, сельскохозяйственные машины, сцепки – 104 МДж/кг [4]; вода – 2,3 МДж/м³ [6]; удобрения азотные – 80,0, фосфорные – 13,8, калийные – 8,8 МДж/кг д. в. [5]; глифосат – 454,2 МДж/кг д. в. [7], лонтрел 300 – 153 МДж/кг д. в. [8]; энергосодержание дизельного топлива – 42,4 МДж/кг [4]; энергетические эквиваленты затрат живого труда приняты согласно рекомендации [5], а годовые нормативы загрузки, нормы отчислений на ремонт, техническое обслуживание и амортизацию сельскохозяйственной техники, а также затрат труда и расхода топлива – по [9–14]. Энергосодержание посадочного материала определено по результатам собственных исследований – 0,305 МДж/челенок [15].

Статистический и графический анализ результатов исследований реализован в программе STATISTICA.

## Результаты и их обсуждение

С целью определения энергоемкости производства щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста ивы белой вида *Salix alba*, клон Бачка (гибрид № 282) (Беларусь-Сербия) заложена площадка на территории УНК «Волма», Дзержинский район ( $\phi=53^{\circ}52'33,28''$ ,  $\lambda=26^{\circ}58'19,34''$ ).

Согласно разработанной технологической карте, состоящей из пяти этапов, включающих 28 технологических операций (табл. 1), полная энергоемкость производства щепы в течение 21 года и при трехлетнем цикле уборке древесины составит 175398,8 МДж/га.

Структура полной энергоемкости технологических этапов производства щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы представлена на рис. 1.

Энергоемкость технологического этапа №1, связанного с основной обработкой почвы, внесением гербицидов сплошного действия, внесением минеральных удобрений, составила 9220,5 МДж/га. Из них полная энергоемкость ТЭР составила 1948,7 МДж/га, полная энергоемкость исходных сырья, веществ, материалов, комплектующих изделий – 5635,8 МДж/га, полная энергоемкость амортизированных основных производственных фондов – 1580,0 МДж/га и полная энергоемкость воспроизводства

рабочей силы при производстве продукции, исполнении услуг – 56,0 МДж/га. Доли энергоемкости технологических операций представлены следующим образом: лущение стерни – 9,7%; подвоз воды и гербицидов сплошного действия – 2,1%; внесение гербицидов сплошного действия – 47,7%; смешивание минеральных удобрений с погрузкой в разбрасыватель – 0,4%; транспортировка и внесение фосфорных и калийных удобрений – 17,7%; вспашка – 18,7%; культивация с боронованием – 3,7%.

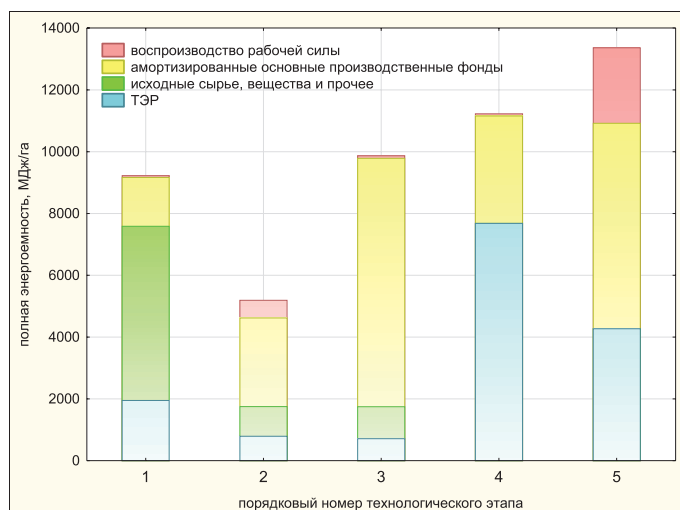
Энергоемкость технологического этапа №2, связанного с предпосадочной обработкой, посадкой, внесением минеральных удобрений, составила 5060,9 МДж/га. Из них полная

энергоемкость ТЭР составила 793,8 МДж/га, полная энергоемкость исходных сырья, веществ, материалов, комплектующих изделий – 2870,0 МДж/га, полная энергоемкость амортизированных основных производственных фондов – 955,4 МДж/га и полная энергоемкость воспроизводства рабочей силы при производстве продукции, исполнении услуг – 571,4 МДж/га. Доли энергоемкости технологических операций распределились следующим образом: погрузка азотных удобрений – 0,4%; транспортировка и внесение азотных удобрений – 52,1%; предпосадочная обработка почвы – 13,3%; заготовка черенков на маточных плантациях – 7,2%; погрузка поса-

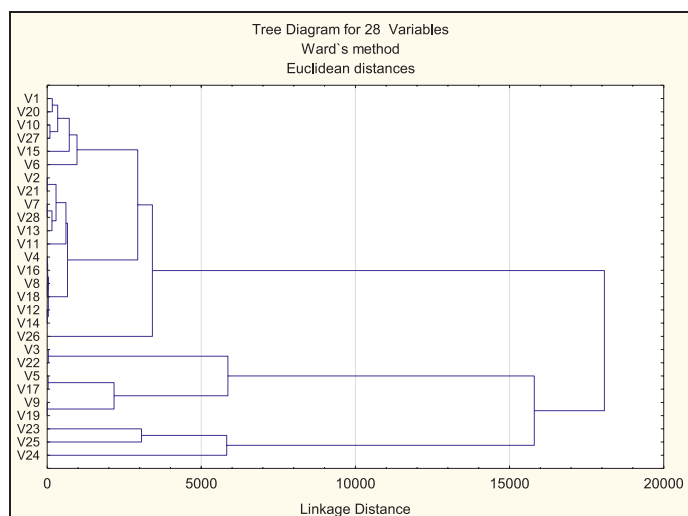
**Таблица 1. Технологическая карта производства щепы при возделывании ивы белой вида *Salix alba***

Наименование и качественные характеристики работы	Состав агрегата		Затраты труда, чел.-ч/га		Расход топлива, кг/га
	энергетическое средство	сельскохозяйственная машина или орудие	механизаторов	др. работников	
1. Основная обработка почвы, внесение гербицидов сплошного действия, внесение минеральных удобрений					
1. Лущение стерни	Беларус-3022	АПД-6	0,15	–	9,8
2. Подвоз воды и гербицидов сплошного действия (0,2 т/га, 5 км)	Беларус-82.1	РЖТ-5	0,13	–	0,86
3. Приготовление раствора и внесение гербицидов сплошного действия (5 л/га глифосат)	Беларус-82.1	Мекосан-2500-24	0,09	0,09	0,2
4. Смешивание минеральных удобрений с погрузкой в разбрасыватель (0,35 т/га)	Беларус-82.1	ИСУ-4А	0,06	0,06	0,17
5. Транспортировка и внесение фосфорных и калийных удобрений	Беларус-1221	РУ-7000	0,12	–	0,9
6. Вспашка (20-22 см)	Беларус-2522ДВ	ПО-8-40	0,461	–	14,2
7. Культивация с боронованием (10-12 см)	Беларус-3022	КПС-9	0,13	–	3,2
2. Предпосадочная обработка, посадка, внесение минеральных удобрений					
8. Погрузка азотных удобрений	Беларус-82.1	ПКУ-0,8А	0,02	–	0,26
9. Транспортировка и внесение азотных удобрений	Беларус-1221	РУ-7000	0,12	–	0,9
10. Предпосадочная обработка почвы	Беларус-1221	АКШ-7,2	0,36	–	4,6
11. Заготовка черенков на маточных плантациях	вручную	–	–	12,54	–
12. Погрузка посадочного материала	вручную	–	–	0,25	–
13. Подвоз посадочного материала	Беларус-82.1	2ПТС-5	0,17	–	2,1
14. Выгрузка посадочного материала	вручную	–	–	0,21	–
15. Посадка посадочного материала	Беларус-1523	Planter 2-rows STEP	1,52	–	4,8
3. Уход за посадкой					
16. Смешивание минеральных удобрений с погрузкой в разбрасыватель (0,35 т/га)	Беларус-82.1	ИСУ-4А	0,06	0,06	0,17
17. Транспортировка и внесение фосфорных и калийных удобрений	Беларус-1221	РУ-7000	0,12	–	0,9
18. Погрузка азотных удобрений	Беларус-82.1	ПКУ-0,8А	0,02	–	0,26
19. Транспортировка и внесение азотных удобрений	Беларус-1221	РУ-7000	0,12	–	0,9
20. Рыхление междурядий	Беларус-82.1	ОКГ-4	1,2	–	7,5
21. Подвоз воды и гербицидов (0,2 т/га, 5 км)	Беларус-82.1	РЖТ-5	0,13	–	0,86
22. Приготовление раствора и внесение гербицидов (5 л/га лонтрел 300)	Беларус-82.1	Мекосан-2500-24	0,09	0,09	0,2
4. Уборка древесины					
23. Уборка древесины с погрузкой и измельчением на щепу (23 т/га)	Claas Jaguar 860	CLAAS HS-2 + 2ПТС-4,5-1	0,94	–	39,7
24. Транспортировка щепы (5 км)	Беларус-82.1	2ПТС-4,5-1	0,25	–	27,6
5. Ликвидация плантации					
25. Плантажная вспашка × 2	Беларус-2522ДВ	FS.1/ 95	4,9	–	58,8
26. Сбор корней по раскорчеванной площади и их сжигание	Вручную	–	–	7,2	–
27. Дискование	Беларус-82.1	БДН-3.0	0,5	–	5,9
28. Культивация с боронованием (10—12 см)	Беларус-3022	КПС-9	0,13	–	3,4





**Рис. 1.** Структура полной энергоёмкости производства щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы: 1 – основная обработка почвы, внесение гербицидов сплошного действия, внесение минеральных удобрений; 2 – предпосадочная обработка, посадка, внесение минеральных удобрений; 3 – уход за посадкой; 4 – уборка древесины; 5 – ликвидация плантации



**Рис. 2.** Дендрограмма классов энергоёмкости технологических операций

дочного материала – 0,1%; подвоз посадочного материала – 3,4%; выгрузка посадочного материала – 0,1%; посадка посадочного материала – 23,4%.

Энергоёмкость технологического этапа №3, связанного с уходом за посадкой, составила 9865,10 МДж/га. Из них полная энергоёмкость ТЭР составила 714,2 МДж/га, полная энергоёмкость исходных сырья, веществ, материалов, комплектующих изделий – 8035,8 МДж/га, полная энергоёмкость амортизированных основных производственных фондов – 1034,4 МДж/га и полная

энергоёмкость воспроизводства рабочей силы при производстве продукции, исполнении услуг – 80,8 МДж/га. Доли энергоёмкости технологических операций распределились следующим образом: смешивание минеральных удобрений с погрузкой в разбрасыватель – 0,3%; транспортировка и внесение фосфорных и калийных удобрений – 16,3%, погрузка азотных удобрений – 0,2%, транспортировка и внесение азотных удобрений – 27,4%; рыление междурядий – 8,9%; подвоз воды и гербицидов (0,2 т/га, 5 км) – 1,9%; внесение гербицидов – 45,0%.

Энергоёмкость технологического этапа №4, связанного с уборкой древесины, составила 11225,2 МДж/га. Из них полная энергоёмкость ТЭР составила 7680,8 МДж/га, полная энергоёмкость исходных сырья, веществ, материалов, комплектующих изделий – 0,0 МДж/га, полная энергоёмкость амортизированных основных производственных фондов – 3472,0 МДж/га и полная энергоёмкость воспроизводства рабочей силы при производстве продукции, исполнении услуг – 72,5 МДж/га. Доли энергоёмкости технологических операций распределились следующим образом: уборка древесины с погрузкой и измельчением на щепу – 52,0%; транспортировка щепы – 48,0%.

Энергоёмкость технологического этапа №5, связанного с ликвидацией плантации, составляет 13358,6 МДж/га. Из них полная энергоёмкость ТЭР составила 4269,9,8 МДж/га, полная энергоёмкость исходных сырья, веществ, материалов, комплектующих изделий – 0,0 МДж/га, полная энергоёмкость амортизированных основных производственных фондов – 6647,1 МДж/га и полная энергоёмкость воспроизводства рабочей силы при производстве продукции, исполнении услуг – 2441,7 МДж/га. Доли энергоёмкости технологических операций распределились следующим образом: плантажная вспашка – 76,4%; сбор корней по раскорчеванной площади и их сжигание – 14,9%, дискование – 6,1%, культивация с боронованием – 2,5%.

Исследование дифференциации структуры полной энергоёмкости технологических операций реализовано агломеративной кластер-процедурой «объединение» (древовидная классификация). Результаты иерархической классификации представлены на рис. 2.

В процедуре кластеризации использовался алгоритм Уорда и евклидова метрика для оценки межкластерных расстояний. Число и состав кластеров, а также количество выделенных объектов в кластере представлены в табл. 2.

Первый кластер характеризуется сравнительно небольшими долями полной энергоёмкости среди рассматриваемых призна-

ков, которые варьируют от 499,5 МДж/га – ТЭР, до 45,2 МДж/га – воспроизводство рабочей силы. Суммарное значение средней полной энергоёмкости по кластеру – 1037,0 МДж/га.

Второй кластер характеризуется минимальными долями полной энергоёмкости рассматриваемых признаков – до 60,4 МДж/га, а также отсутствием третьего признака. Суммарное значение средней полной энергоёмкости по кластеру – 144,0 МДж/га.

Третий кластер характеризуется наличием среди представленных кластеров единственного признака, связанного с воспроизводством рабочей силы – 1989,9 МДж/га.

Четвертый кластер характеризуется наличием признака минимальной доли воспроизводства рабочей силы – 5,2 МДж/га – и значимой доли исходного сырья, веществ – 1853,0 МДж/га. Суммарное значение средней полной энергоёмкости по кластеру – 2161,5 МДж/га.

Пятый кластер характеризуется наличием признака максимальной доли исходного сырья, веществ – 4329,8 МДж/га, которая составляет около 98% от полной энергоёмкости по кластеру. Суммарное значение средней полной энергоёмкости по кластеру – 4418,7 МДж/га.

Шестой кластер характеризуется существенным вкладом первого и второго признака, на долю которых приходится около 99% полной энергоёмкости по кластеру. Третий признак отсутствует. Суммарное значение средней полной энергоёмкости по кластеру – 5833,3 МДж/га.

Седьмой кластер характеризуется наличием крайне высокой доли, которая соответствует первому и второму признакам – 9783,7 МДж/га, а также значимой доли четвертого признака, которому соответствует максимальное значение полной энергоёмкости среди кластеров – 425,3 МДж/га. Третий кластер отсутствует. Суммарное значение средней полной энергоёмкости по кластеру – 10209,1 МДж/га.

Восьмой кластер характеризуется наличием крайне высокой

доли первого признака – 5191,6 МДж/га, на долю которого приходится около 96% полной энергоёмкости по кластеру. Третий кластер отсутствует. Суммарное значение средней полной энергоёмкости по кластеру – 5391,9 МДж/га.

При средней продуктивности ивы 17,7 т/га и низшей теплоте сгорания щепы ивы белой вида *Salix alba* 8,72 МДж/кг количество энергии, содержащейся в продукции, за семь трехлетних циклов составит 1534179,4 МДж/га, а показатель биоэнергетической эффективности равен 8,75, варьируя от 4,79 до 14,83 при продуктивности 9,7–30,0 т/га. В свою очередь, показатель биоэнергетической эффективности за один трехлетний цикл при средней продуктивности для восьми кластеров равен 4,84.

## Заключение

По результатам исследований разработана математическая модель «Bio willow», реализованная в пакете Microsoft Excel и позволяющая рассчитать критерий биоэнергетической эффективности в зависимости предлагаемой технологической карты.

Данный подход дает возможность оптимально планировать структуру полной энергоёмкости при производстве щепы при возделывании древесно-кустарниковой породы с коротким периодом роста.

Предложенная модель достаточно успешно может быть адап-

тирована для других видов ивы и древесно-кустарниковых пород; кроме того результаты исследований могут быть востребованы при оценке жизненного цикла по ИСО 14040.

## Литература

1. J. Stolarski, M. Krzyżaniak, K. Warminski, J. Tworkowski, S. Szczukowski. Willow Biomass Energy Generation Efficiency and Greenhouse Gas Reduction Potential. – Pol. J. Environ. St. ud. Vol. 24, №. 6 (2015), p. 2627–2640.
2. Keoleian, G.A. and T.A. Volk. Renewable energy from willow biomass crops: Life cycle energy, environmental, and economic performance. – Critical Reviews in Plant Sciences, Vol. 24, 2005. p. 385–406.
3. Caputo, J., S.B. Balogh, T.A. Volk, L. Johnson, M. Puttman, B.R. Lippke, E. Oneil. Life Cycle Assessment (LCA) Shows That Willow Biomass Crops Sequester C and Have a High Net Energy Balance Over Seven Three Year Rotations. – Biomass 2013, Washington, DC, June 30 – July 2, 2013.
4. ГОСТ Р 51750-2001. Энергосбережение. Методика определения энергоёмкости при производстве продукции и оказании услуг в технологических энергетических системах. – М.: Госстандарт России, 2001. – 29 с.
5. Никифоров А.Н., Токарев В.А. и др. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. – М.: ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ, 1995. – 96 с.

Таблица 2. Состав кластеров, выделенных методом Уорда

Номер кластера	Количество объектов в кластере	Состав кластера
1	6	1. Лущение стерни. 20. Рыхление междурядий. 10. Предпосадочная обработка почвы. 27. Дискование. 15. Посадка посадочного материала. 6. Вспашка.
2	12	2. Подвоз воды и гербицидов сплошного действия. 21. Подвоз воды и гербицидов. 7. Культивация с боронованием. 28. Культивация с боронованием. 13. Подвоз посадочного материала. 11. Заготовка черенков на маточных плантациях. 4. Смешивание минеральных удобрений с погрузкой в разбрасыватель. 16. Смешивание минеральных удобрений с погрузкой в разбрасыватель. 8. Погрузка азотных удобрений. 18. Погрузка азотных удобрений. 12. Погрузка посадочного материала. 14. Выгрузка посадочного материала.
3	1	26. Сбор корней по раскорчеванной площади и их сжигание
4	4	5. Транспортировка и внесение фосфорных и калийных удобрений. 17. Транспортировка и внесение фосфорных и калийных удобрений. 9. Транспортировка и внесение азотных удобрений. 19. Транспортировка и внесение азотных удобрений.
5	2	3. Приготовление раствора и внесение гербицидов сплошного действия. 22. Приготовление раствора и внесение гербицидов.
6	1	23. Уборка древесины с погрузкой и измельчением на щепу.
7	1	25. Плантажная вспашка.
8	1	24. Транспортировка щепы.

6. Самосюк В.Г. Технологическое оборудование для производства молока / В.Г. Самосюк, В.О. Китиков, Э.П. Сорокин; Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Мн.: Беларуская навука, 2013. – 493 с.
7. Захаренко В.А. Гербициды. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
8. Захаренко А.В. Энергетическая оценка способов борьбы с сорняками. АГРО XXI: научно-практический журнал. – М.: ООО «Издательство Агрорус». – 1999. – №3. – С. 10–11.
9. Сборник нормативных материалов на работы, выполняемые машинно-технологическими станциями (МТС). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 190 с.
10. Межотраслевые нормы выработки, времени и нормативы численности на подготовительные и вспомогательные работы в лесозаготовительном производстве (утв. постановлением Минтруда РФ от 21.04.1993 № 90).
11. Постановление Министерства экономики Республики Беларусь от 21 ноября 2001 г. № 186 «Об утверждении Временного республиканского классификатора основных средств и нормативных сроков их службы».

12. СТБ 1616-2011. Техника сельскохозяйственная. Показатели надежности. – Мн.: Госстандарт, 2011. – с. 17.
13. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур : сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разраб.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 288 с.
14. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур : сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч. практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; рук. разраб.: Ф.И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Ф.И. Привалова. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 469 с.
15. Бутыко А.А., Родькин О.И., Иванова Е.В. Оценка и моделирование энергетического потенциала биомассы ивы на примере клона *Salix viminalis*. – Экологический вестник. – 2014 – № 1 (27). – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2014. – С. 80–88. ■

Статья поступила в редакцию 29.04.2016

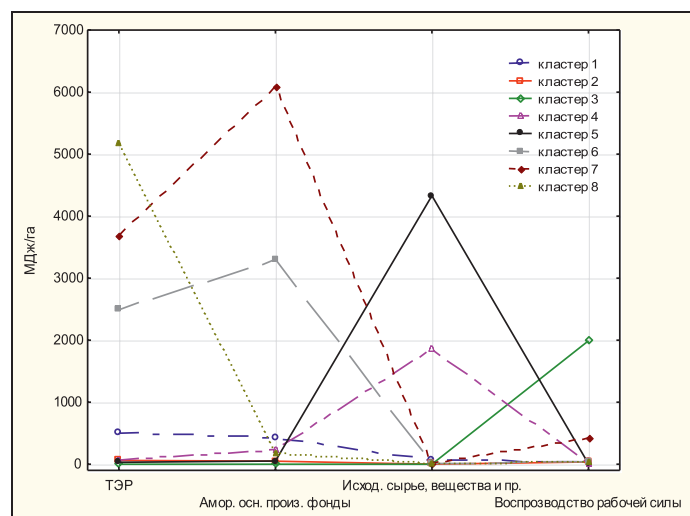


Рис. 3. График средних значений признаков в кластерах, полученных методом Уорда



**Л.А. Сиваченко,**  
д. т. н., проф.  
Белорусско-Российский  
университет



**Т.Л. Сиваченко,**  
заместитель директора  
КБ «Промышленные  
технологии и комплексы»



# ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ – ОСНОВА СОЗДАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

## Аннотация

На основе межотраслевого анализа и базовых положений энерготехнологической концепции национальной безопасности дана оценка современного уровня, потенциала и путей развития технологической структуры промышленного комплекса. Обоснована целесообразность формирования его новой отрасли — технологического машиностроения. Отмечена особая роль технологического машиностроения в вопросах энергосбережения и перевооружения базовых отраслей промышленности, реализуемая путем создания энергоэффективных технологий, машин и комплексов. Обосновано, что в ближайшие десятилетия технологическое машиностроение будет одним из главных направлений мирового экономического развития. Материалы статьи авторы просят считать своим предложением в формирующуюся государственную программу инновационного развития Беларуси.

## Abstract

On the basis of cross-sectoral analysis and the basic provisions of the energetic and technological concept of national security the current level, potential, and ways to develop the technological industrial complex structure are assessed. The expediency of the formation of its new branch — technological engineering is grounded. Its particular role in matters of energy conservation and re-basic industries playing through the creation of energy-efficient technologies, machines and systems is noted. The thesis that in the coming decades technological engineering will be one of the main areas of the world economic development is grounded. The authors are asked to consider the article as their proposal in the emerging state program of innovation development of Belarus.

## Исходные положения

Из всех компонентов, составляющих национальную безопасность страны, для Беларуси сегодня на первый план выходит технологический компонент. Остановимся на рассмотрении технологической составляющей как основы современной стратегии устойчивого развития. Под этим определением будем понимать системный анализ, организацию, функционирование и совершенствование методов, средств и систем создания новых материалов, технологий и продукции для обеспечения жизнедеятельности людей и государства в целом на условиях минимального энергопотребления, эффективности производства и экологической безопасности [1, 2].

Именно машиностроение определяет технологический уровень экономики в целом. Особую группу машин составляют рабочие или технологические машины, обеспечивающие переработку материалов с целью придания им нужных свойств или характеристик. Выпуск машин и оборудования для преобразования материалов в интересах человека производится различными отраслями, которые

можно объединить в единую отрасль – технологическое машиностроение [1–3].

Продукция этой отрасли машиностроения включает в себя технологические аппараты и оборудование для химической, горнорудной, пищевой, металлургической, энергетической отраслей промышленности, агрегаты для стройиндустрии и производства строительных материалов, сельского хозяйства, переработки отходов, порошковой металлургии, аппаратуру нанотехнологий подготовки топлива, бытовую технику, механизированный инструмент и т.д. [2].

## Оценка технологического уровня отечественного производства

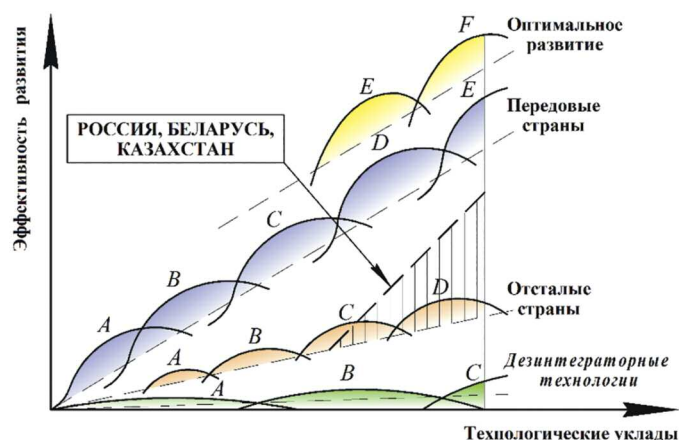
Уровень развития технологической структуры, называемой технологическим укладом и характеризующей периодическую сменой различных способов производства, определяет наше место в мировом разделении труда [4]. Кинетику этого процесса хорошо иллюстрирует приведенная на рисунке 1 графическая модель смены технологических укладов (ТУ) [4, 5]. В идеале нам необходимо из разряда отсталых

стран (а это так, хоть и горестно признаваться) стремиться любой ценой прорваться в когорту развитых стран с высоким уровнем жизни. Достигнуть этого можно только на основе поиска резервов и концентрации всех сил. Это длительный и трудный путь инноваций и модернизации, требующий продуманной стратегии и ее неукоснительной реализации.

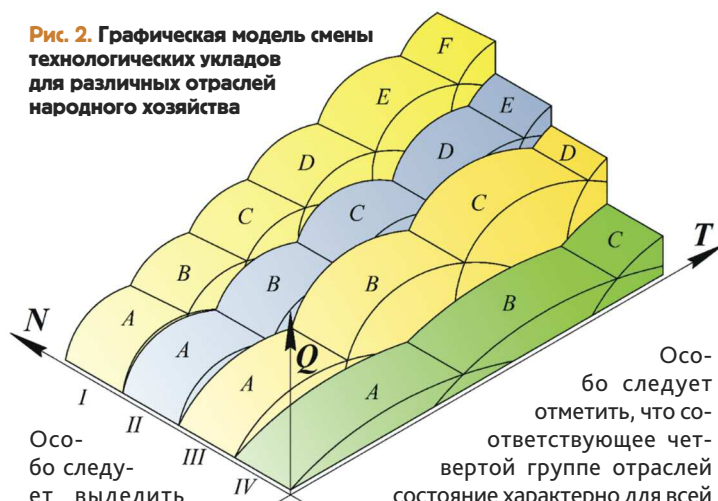
Приведенная графическая модель является достаточно условной и не раскрывает количественных показателей функционирования технологической сферы. Это можно сделать путем межотраслевого анализа.

Для обоснования своих позиций приведем графическую модель смены технологических укладов для различных отраслей народного хозяйства (см. рисунок 2). Условно разделим их на четыре группы и будем характеризовать по уровню эффективности  $Q$ . К первой группе следует отнести самые передовые отрасли, имеющие тенденции перехода на шестой технологический уклад, ко второй – достаточно продвинутые отрасли, находящиеся на пятом укладе, к третьей – недостаточно развитые, отличающиеся низкой эффективностью и требующие срочных инноваций.

Рис. 1. Графическая модель смены технологических укладов

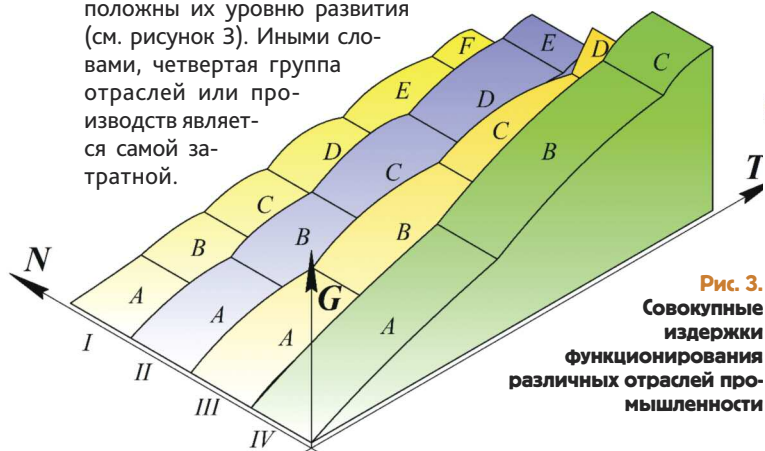


**Рис. 2.** Графическая модель смены технологических укладов для различных отраслей народного хозяйства



Особо следует выделить четвертую группу производств – это так называемые предприятия сырьевой направленности и первых стадий переработки. Используемые здесь принципы функционирования не только архаичны, но и крайне неэффективны, что не позволяет нам отнести их к технологическому укладу выше третьего.

Интересно, что экономика России включает в себя весь спектр технологических укладов, причем к первой группе отраслей следует отнести космическую, атомную и военную. В экономике Беларуси отрасли высшего уклада отсутствуют и есть только их отдельные проявления. Это положение необходимо учитывать в долгосрочных планах развития и стремиться любой ценой минимизировать свое отставание от передовых стран по всем направлениям. Если при этом на графическую модель наложить совокупные издержки  $G$ , необходимые для функционирования соответствующих отраслей, то они будут зеркально противоположны их уровню развития (см. рисунок 3). Иными словами, четвертая группа отраслей или производств является самой затратной.



**Рис. 3.** Совокупные издержки функционирования различных отраслей промышленности

## Обоснование механизмов повышения энергоэффективности технологического оборудования

Для осуществления любых преобразований вещественной структуры, т.е. проведения технологических процессов, необходимо использовать энергию. Ее жизненный цикл включает в себя получение, преобразование, передачу, использование и утилизацию. От правильной реализации этой совокупности зависит итоговая эффективность всей энергетической и производственной структуры. Как частные примеры простого решения таких задач можно привести когенерацию, совмещение различных процессов в одном агрегате (измельчение–сушка–смешивание), применение выгорающих добавок, организацию процессов на основе отходящих газов и целый ряд других.

Однако важнейшим фактором энергоэффективности является потребление энергии непосредственно в рабочем процессе. Для огромного количества технологических процессов (разрушение горных массивов, копание грунтов, измельчение, бурение, смешивание, уплотнение, сушка, обжиг, гранулирование, плавление, растворение, кристаллизация и т.д.) задача энергосбережения банально сводится к простой организации ввода и рационального распределения энергии в обрабатываемой среде. Здесь есть уникальный пример – шаровая мельница, изоб-

ретенная почти 150 лет назад и до сих пор имеющая широчайшее использование в технике [5, 6], хотя она пережила много поколений оборудования (см. рисунок 4).

Состояние, характерное для шаровой мельницы, явно коррелируется с технологическими укладами развития дезинтеграторных технологий, представленных на рисунке 1. Столь низкий уровень энергоэффективности этого вида оборудования особенно хорошо прослеживается на фоне других машин и агрегатов. Так, если сравнить затраты электроэнергии всех машиностроительных заводов Могилевской области, где работают многие тысячи станков, с энергозатратами при выполнении процессов помола материалов, то станет очевидно: в последние докризисные годы они были равны между собой и составляли, по данным статистичности, примерно по 270–280 млн кВт·ч в год. Важно отметить, что около 70% процессов помола сосредоточено на предприятиях по производству цемента, извести и силикатных изделий, где задействовано 22 крупных помольных агрегата, в т.ч. 16 шаровых мельниц. Есть над чем поразмыслить с позиций стратегии энергосбережения!

Заслуживает внимания структурный анализ измельчительных агрегатов в части трансформаций и ввода энергии в обрабатываемую среду. На нескольких примерах (таблица 1) покажем механизмы управления энергетическими потоками для различных измельчительных машин. ▶

**Рис. 4.** Графическая модель смены поколений техники

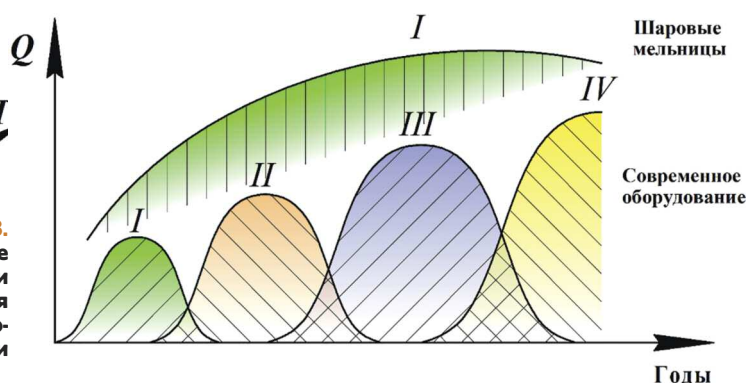
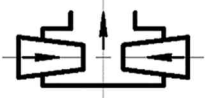
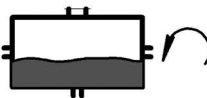
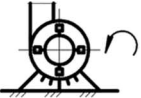





Таблица 1. Примеры структурного анализа технологических аппаратов

Структура аппаратов			
Струйная мельница	Шаровая мельница	Молотковая мельница	Вибродударные и стержневые мельницы
			
Силовая установка ↓ Привод ↓ Преобразователь энергии ↓ Рабочий процесс ↓ Модуль восстановления	Силовая установка ↓ Привод ↓ Технологический модуль ↓ Рабочий орган	Силовая установка ↓ Привод ↓ Рабочий орган	Силовая установка ↓ Рабочие органы

Изложенная в таблице 1 информация наглядно показывает звенья трансформационной системы с происходящими в них потерями энергии. Одним из путей повышения эффективности привода помольных агрегатов может служить виброинерционный механизм передачи движения рабочим органом. Он сочетает в себе различные функции (виброактивность, управляемость передачи силового импульса, максимум количества воздействий и минимум перемещений, возможность приближения рабочего процесса к методу измельчения единичного зерна и др.). Из новых аппаратов данного направления можно выделить рессорно-стержневые и штифтовые мельницы, конструкции которых приведены в работах по теме [7–10].

Основная проблема совершенствования дезинтеграторных технологий заключается в несовершенстве единичных актов разрушения, приводящих к огромным энергопотерям на трение. Наиболее эффективным решением этой проблемы является создание агрегатов, осуществляющих воздействие на материал по методу индивидуального зерна. Именно на этом подходе основана конструкция стержневых и вибродударных мельниц [7, 11, 12].

Основной проблемой низкой эффективности большинства технологических машин является неуправляемый характер ввода и распределения энергии в среде

обрабатываемого материала, который распределяется и движется в рабочих зонах самым худшим образом. Так, в шаровой мельнице подведенная энергия «размазывается» между мелкими телами в огромном объеме, полезную работу совершает только каждый тысячный удар мелющего тела (шара), остальные молотят сами себя. Отсюда КПД этих машин менее 1% [6] и высочайшая стоимость помола.

Не намного лучше ситуация и с энергоэффективностью других агрегатов, к числу которых можно отнести вращающиеся печи, дробилки, мельницы, сушилки различных конструкций, смесители, классификаторы, уплотнители, грануляторы, реакторы и ряд других. Известно немало направлений решения этих проблем, основанных, в частности, на достижениях прикладной физико-химической механики.

Одной из важнейших областей реализации направленного воздействия на обрабатываемые среды является технологическая вибротехника. Это научное направление основано на применении вибрационных и динамических воздействий на материал, который изменяет свои реологические и другие характеристики, и в его обработке появляются новые возможности для управляемого осуществления процесса [8, 9]. При этом материал принудительно «при-

способляется» к внешним условиям, создаваемым рабочим оборудованием.

Другим примером, когда поведение рабочих органов зависит от свойств обрабатываемого материала, являются адаптивные подходы в их проектировании. В этом случае рабочее оборудование либо выполнено на основе кинематически деформируемых элементов (пружин, стержней, пластин), либо оно состоит из мног шарнирных звеньев (бил, цепей, дисков, зубьев), изменяющих свое положение под влиянием внешних факторов [10–12].

Основная проблема совершенствования дезинтеграторных технологий заключается в несовершенстве единичных актов разрушения, приводящих к огромным потерям на трение. Наиболее эффективным решением этой проблемы является создание агрегатов, осуществляющих воздействие на материал по методу индивидуального зерна.

Данный перечень можно дополнить многими другими направлениями, основанными на достижениях аэро- и гидродинамики, управляемого высокотемпературного синтеза, высокоскоростного удара, различного рода аномальных эффектов, в

частности, адсорбционного понижения или повышения прочности и т.д. Это только лишний раз подтверждает широту и масштабность механизмов интенсификации работы технологических машин.

## Энергоэффективность новых технологических машин

Обозначенная нами продукция новой отрасли – не что иное, как энергосберегающие орудия труда, относящиеся прежде всего к крупномасштабным производствам. Нами ранее было показано [13], что наиболее значимыми для экономики Беларуси являются следующие технологические переделы: первичная переработка сырья, дезинтеграторные технологии, тепловые процессы, технологическое ресурсосбережение, рудоподготовка, переработка отходов, нанотехнологии, технологический электропривод и технологическое энергосбережение.

Приведенный перечень технологических переделов и их предварительная оценка дают основания утверждать, что это огромный потенциал энергосбережения. Оценки перспектив его реализации показывают, что величина экономии электроэнергии может составить не менее 15–20% от ее производства и 5–8% расхода других видов энергоресурсов [13]. Ценность этих данных заключается прежде всего в том, что они ранее в таком представлении не рассматривались и в каких-либо программах энергосбережения не учитывались. Их методологической базой является энерготехнологическая концепция национальной безопасности [14].

Суть энерготехнологической концепции составляет системный межотраслевой анализ технологических машин и процессов с целью выявления реального потенциала повышения их энергоэффективности. Это предполагает разработку научно обоснованных подходов по созданию принципиально новых технологий и оборудования и является необходимым условием

комплексной модернизации производственной структуры и вывода ее на мировой уровень.

Первичными задачами для нашей страны здесь можно считать составление перечня технологических переделов с минимальной энергоэффективностью и максимальным потенциалом энергосбережения, а также скорейшее формирование научно-производственной структуры для практического воплощения намеченных мероприятий. С этой точки зрения мы вынуждены оценить негативно строительство трех цементных заводов (производств) в Кричеве, Костюковичах и Волковыске, а позитивным примером, на наш взгляд, является деятельность Научно-исследовательского института физико-химических проблем Белорусского государственного университета. Надо доверять своим специалистам и ставку делать на свои мозги.

О системе энергосбережения в Республике Беларусь можно говорить достаточно предметно. Ясно, что это единый комплекс с множеством организаций, ученых и специалистов, со своими традициями и правилами, однако ухудшение общей экономической ситуации не позволяет в полной мере реализовывать потенциал энергосбережения. Особую роль данной системы мы видим в постановке ее задач и управлении многими крупными инновационными проектами национального уровня и с позиций энергоэффективности [14].

В организационном плане хотелось бы посоветовать создать банк перспективных разработок новых технологий, машин и комплексов при Департаменте по энергоэффективности.

### Концепция формирования отрасли технологического машиностроения

Общепринято, что уровень развития машиностроения является одним из основных критериев экономической мощи государства. Так, в Беларуси, по данным статистичности, доля машиностроения в общей структуре промышленности, составлявшая в 1990 г. 34,2%, в 2010 г.

сократилась до 22,0%, а в настоящее время еще более снизилась. Одновременно с этим доля минеральных продуктов во внешней торговле возросла с 20,2% в 2000 г. до 37,9% в 2009 г. и продолжает устойчиво повышаться. Это явное свидетельство стремительного провала нашей экономики в сырьевую нишу, а значит, в энергозатратную, экологически опасную и зависимую от внешних условий ситуацию.

Реалистическая оценка сложившейся ситуации на основе критического прогноза путей и направлений формирования новых отраслей и сфер деятельности [15] позволяет нам выдвинуть свою версию технологического развития базовых отраслей промышленности Республики Беларусь. Любые инфраструктурные преобразования невозможно реализовать без возрождения белорусского машиностроения.

Сегодня существует спрос на «умные» машины, мехатронику, комплексы машин, способные учитывать все внешние условия, свойства перерабатываемых материалов, реализовывать управляемые технологии и при этом минимизировать все виды издержек. Естественно, что созданием таких машин, насчитывающих сотни и тысячи их видов, типов и комбинаций, должна заниматься новая отрасль промышленности – технологическое машиностроение.

Обоснованием необходимости ускоренного становления технологического машиностроения можно считать прогноз глобального мирового развития многих авторов, например, Шамрая Ф.А. [15]. Графическая интерпретация приводимой им модели иллюстрируется рисунком 5, изображающим схему цикличности мировой экономики. Главным выводом из представленных циклограмм как 40-летних, так и 100-летних технологических циклов является тот факт, что в 2015–2050 годы в экономике будут доминировать материалы, в 2040–2100 годы – машины, а неоспоримым лидером будет Китай.

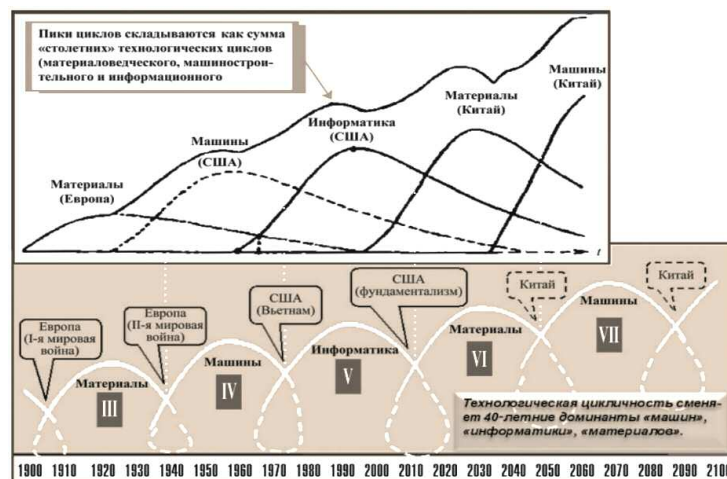
Складывающаяся тенденция свидетельствует о том, что технологическое машиностроение, в том числе как база для создания «умных» машин и комплексов, является важнейшим трендом развития мировой экономики на ближайшие десятилетия. На этом основании нам следует дать комплексную оценку потенциала модернизации технологической структуры, создать банк потенциально эффективных машин, технологий и комплексов, сформировать национальную стратегию инноваций и разработать план ее реализации, а самое главное – без промедления приступить к практическим действиям.

Теперь несколько авторских замечаний по поводу нынешнего уровня технологического машиностроения, динамики его формирования и развития. Основное внимание к себе требует правильное понимание искомого вопроса, основу которого определяет алгоритм действий следующего приоритета: сырье → технологии → базовое оборудование → технологический комплекс → производственная структура → готовый продукт. Это структура производственного предприятия, которая является частью новой отрасли и которая должна изначально складываться на принципиально новой научно-технологической основе. В этом направлении даже самые передовые страны не имеют больших наработок, и

здесь мы с ними находимся в равных стартовых условиях, хотя значительно отстаем в области традиционного машиностроения и автоматизированного проектирования. Необходимо строить принципиально новые заводы, а не реанимировать старые, что возможно было сделать 30 лет назад, а сейчас бессмысленно.

Но это лишь исходные условия, а главное – организационные вопросы. Беларусь не является собой крупное государство и поэтому может создавать только некоторую часть технологического оборудования мирового уровня. В остальном нужно с кем-то кооперироваться, прежде всего с Россией. Тут большие перспективы и еще большие организационные сложности и проблемы. Планировать скорый успех не представляется возможным из-за недостаточной подготовленности управленцев. Как здесь уместны слова Президента А.Г. Лукашенко, сказанные им в обращении с ежегодным Посланием к белорусскому народу и Национальному собранию о том, что в Беларуси высшие должностные лица правительства, губернаторы и прочие руководители не могут сформировать портфель проектов под инновационные проекты! Отсюда главный вывод – формирование отрасли технологического машиностроения в Беларуси (равно как и в других странах) возможно только директивным подходом и на строго научной основе.

Рис. 5. Циклограммы технологического развития мировой экономики





Первичным условием на этом пути является создание проектной структуры, которая должна вместить в себя все функции сбора, переработки и управления информацией в части материаловедения, анализа технологий, проектных решений оборудования систем управления и т.д. По сути, это парк высоких технологий, изначально решающий задачи энергосбережения, выполнения широкого спектра проектных и научно-исследовательских работ, проведения технологических испытаний и на этой основе создающий принципиально новые материалы, технологии и оборудование.

Отдельно следует остановиться на рынке продукции проектирования технологических комплексов и заводов. Эта ниша интеллектуального развития, рассчитанная на продажу проектов и лицензий, авторского контроля и консультаций, подобно разработке программных продуктов для ЭВМ, систем проектирования в АСУ, сейчас только начинает по-настоящему формироваться и обещает большие экономические и социальные выгоды его участникам.

Экономика Беларуси остро нуждается в структурном реформировании ее базовых отраслей, в первую очередь машиностроения. Неустойчивость переходного периода, экономические, финансовые, кадровые и административные проблемы, отсутствие собственного опыта крупных технологических реформ тормозят глобальную перестройку промышленного комплекса. А задачи здесь стоят огромные и многоплановые. Во-первых, стране требуется индустриализация, без чего нам технически просто не выжить, во-вторых, нужны прорывные национальные масштабные направления (уверены, что технологическое машиностроение именно таковым и является), в-третьих, нельзя оставаться в стороне от формирования новых наукоемких отраслей шестого технологического уклада. И в любом из этих направлений главная цель – создание конкурентоспособной продукции с высокой прибавочной стоимостью.

Обобщая высказанные предложения и доводы, можно с уверенностью считать, что развитие отрасли технологического машиностроения в Беларуси имеет необходимую экономическую и технологическую основу. В новых энергоэффективных технологических машинах нуждаются все отрасли промышленности. Это позволит увеличивать экспорт продукции и создавать новые рабочие места, но главное – осуществлять комплексную перестройку экономики на основе пятого технологического уклада и активно интегрироваться в международное разделение труда на базе конкурентоспособных преимуществ в ряде новейших научно-технологических направлений.

Технологическое машиностроение может и должно играть основополагающую роль в решении таких важнейших национальных задач, как энергосбережение.

### Заключение

Главным резервом снижения издержек промышленного производства является совершенствование технологий комплексной переработки сырья и материалов и получение продуктов, необходимых для удовлетворения потребностей человека. Этим занимаются наиболее крупные и энергозатратные предприятия из всех существующих. Наука видит здесь огромный потенциал модернизации, который невозможен без их перевода на новый уровень технологического развития. Его реализация связана с формированием новой отрасли – технологического машиностроения.

Технологическое машиностроение может и должно играть основополагающую роль в решении таких важнейших национальных задач, как энергосбережение. Для его развития существуют эффективные механизмы организации работы

и создания новых технологических машин, определены приоритеты в выборе направлений их модернизации. Важны и уже существующие некоторые частные примеры практической реализации таких подходов.

Представленная информация является авторским взглядом на оценку фундаментальной проблемы инновационного развития и не претендует на полноту изложения. Необходимо серьезная работа, большие проекты и инвестиции для реализации поставленных задач по формированию отрасли технологического машиностроения. Глобальный прогноз мировой экономики делает такой путь развития неизбежным. В этом – наш национальный интерес и перспективы.

### Литература

1. Сиваченко Л.А. Современное технологическое машиностроение: основные положения / Л.А. Сиваченко. – Инженер-механик. – 2010. – №4. – С. 10–20.
2. Сиваченко Л.А. Современное технологическое машиностроение: резервы развития / Л.А. Сиваченко. – Инженер-механик. – 2011. – №1. – С. 11–21.
3. Сиваченко Л.А. Пути развития современного технологического машиностроения / Л.А. Сиваченко. – Сб. докл. междунар. научн.-практ. конф. «Инновационные материалы и технологии». – Часть 2. – Белгород: БГТУ, 2011. – С. 111–118.
4. Слонимский А.А. Научный потенциал и проблемы трансформации технологической структуры Республики Беларусь / А.А. Слонимский // Изв. БИА. – 1996. – С. 30–38.
5. Сиваченко Л.А. Вибрационные машины и технологии – основа создания отечественного технологического машиностроения / Л.А. Сиваченко. – Сб. науч. ст. «Управляемые вибрационные технологии и машины». – Том 1. – Курск: ЮЗГУ, 2012. – С. 30–39.
6. Ревнивцев В.И. Селективные разрушения минералов / В.И. Ревнивцев [и др.] – М.: Недра, 1988. – 286 с.
7. Сиваченко Л.А. Энерготехнологические проблемы дезин-
- теграторных технологий в промышленности строительных материалов и пути их решения / Л.А. Сиваченко, Т.Л. Сиваченко, Н.В. Курочкин, Ю.К. Добровольский. – Энергоэффективность. – 2014. – №12. – С. 22–25.
8. Сиваченко Л.А. Основные положения совершенствования дезинтеграторных технологий / Л.А. Сиваченко – Вестник Бел.-Рос. ун-та. – 2011. – №4. – С. 95–106.
9. Сиваченко Л.А. Практическая реализация технологической вибротехники / Л.А. Сиваченко – Сб. науч. ст. «Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины». – Том 1. – Курск: ЮЗГУ, 2014. – С. 100–113.
10. Сиваченко Л.А. Технологические аппараты адаптивного действия / Л.А. Сиваченко [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2008. – 375 с.
11. Сиваченко Л.А. Механоактиваторы адаптивного действия и их развитие / Л.А. Сиваченко, В.С. Севостьянов, Т.Л. Сиваченко, С.Ж. Багитова. – Сб. науч. ст. «Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины». – Том 1. – Курск: ЮЗГУ, 2016. – С. 48–57.
12. Севостьянов В.С. Технологические аппараты с иглофрезерными рабочими органами для комплексной переработки композиционных материалов / В.С. Севостьянов, Т.Л. Сиваченко, С.А. Михайличенко – Научн.-теор. ж-л «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова». – Белгород. – 2015. – №2. – С. 50–56.
13. Сиваченко Л.А. Технологические переделы с максимальным потенциалом энергосбережения / Л.А. Сиваченко, У.К. Кусебаев, И.А. Реутский, А.М. Ровский. – Энергоэффективность. – 2015. – №10. – С. 24–30.
14. Сиваченко Л.А. Энерготехнологическая концепция национальной безопасности / Л.А. Сиваченко, Б.А. Унаспеков. – Энергоэффективность. – 2013. – №5. – С. 28–31.
15. Шамрай Ф.А. Модернизация в России / Ф.А. Шамрай. – Строительные и дорожные машины. – 2012. – №2. – С. 2–7. ■

Статья поступила  
в редакцию 2.05.2016

1–30

июня  
2016 года

В информационном центре (к. 607) Республиканской научно-технической библиотеки (РНТБ) проходит тематическая выставка «Бережливость как life style».



Среди представленных на выставке изданий значительное место занимают журналы, в т.ч. журнал «Энергоэффективность».

Кроме того, посетители экспозиции могут познакомиться с материалами международных выставок и научно-практических конференций, а также имеют возможность поработать с любым изданием, сделать нужные копии фрагментов материалов.

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 9.30 до 17.30, тел. (017) 306-20-74, 203-34-80.

25  
июня  
2016 года

День дружбы  
и единения славян

День изобретателя  
и рационализатора



28–30

июня  
2016 года

Париж, Франция

WNE-2016 – 2-я международная выставка атомной энергетики.



World Nuclear Exhibition – международная выставка по проблемам атомной энергетики, где ведущие компании из разных стран демонстрируют свои новейшие достижения и обсуждают самые актуальные задачи отрасли, в частности, по сооружению и эксплуатации атомных станций, радиационной безопасности, обращению с радиоактивными веществами и отходами, выводу из эксплуатации и демонтажу ядерных и радиационно опасных объектов.

28–30

июня  
2016 года

Шанхай, Китай

SPS Automation Shanghai 2016 – 2-я шанхайская выставка и конференция по системам и элементам автоматизации.



Выставка будет проходить одновременно с PCIM Asia, которая специализируется на силовой электронике, интеллектуальных сетях, общественном транспорте, возобновляемых источниках энергии и рациональном использовании энергии. Синергия посетителей обеих вы-

ставок, как ожидается, будет особенно сильной в таких областях, как электрический транспорт и энергетика.

30

июня  
2016 года

День экономиста

3

июля  
2016 года  
День Независимости  
Республики Беларусь  
(День Республики)

10

июля  
2016 года  
День работников налоговых  
органов

10–12

июля  
2016 года

Сан-Франциско, США

inter  
solar  
NORTH AMERICA

Intersolar North America – Международная выставка и конференция по использованию солнечной энергии. Основные тематические разделы выставки: солнечные технологии, энергетика, возобновляемые источники энергии, фасадные системы, приборы, батареи, исследования и разработки, программное обеспечение, услуги.

17

июля  
2016 года

День металлурга

19–21

июля  
2016 года

Йоханнесбург, ЮАР

Distribu TECH Africa 2016 – 3-я Международная конференция и выставка технологий и оборудования для распределения и передачи электроэнергии.

Power-Gen Africa – 4-я Международная выставка и конференция по энергетике.

Выставка Power-Gen Africa ориентирована на все аспекты энергетики и объединение усилий ведущих мировых поставщиков энергетического оборудования в развитии энергетической инфраструктуры в одном из самых перспективных регионов мира.

20–23

июля  
2016 года

Хошимин, Вьетнам

Vietnam ETE & ENERTEC EXPO 2016 – 9-я международная выставка электрооборудования и технологий, энергосбережения и альтернативной энергетики.

Среди тематических разделов выставки – электрические технологии и оборудование для ТЭЦ с использованием угля и дизельного топлива, гидроэлектростанций, газотурбинных электростанций, электростанций с использованием геотермальной энергии, атомных электростанций; оборудование для систем передачи электроэнергии; технологии и решения для распределения электроэнергии, автоматизации; измерительное оборудование, сбор данных, тестирование, мониторинг, защита и системы управления; системы кондиционирования и вентиляции; электрические материалы и оборудование безопасности; осветительные технологии и оборудование; оборудование и материалы для производства ламп и светильников; электротехника, электрические системы охлаждения в зданиях, строительные проекты.





РЕСПУБЛИКАНСКИЙ КОНКУРС НА СОИСКАНИЕ ПРЕМИИ  
ЗА ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ  
ПРОДУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИЙ

"ЛИДЕР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ-2016"

# Докажите ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ вашей продукции

Информационный партнер:



Номинации конкурса:

- Энергоэффективный продукт года
- Энергоэффективная технология года
- Энергоэффективное здание года

Партнеры и эксперты:



При поддержке Департамента  
по энергоэффективности  
Государственного комитета  
по стандартизации  
Республики Беларусь

Официальный партнер:



Идет прием заявок  
на участие!

Справки по телефону:  
+375 (17) 237-85-96  
+375 (29) 182-80-10

info@energokonkurs.by  
www.energokonkurs.by  
www.energokonkurs.by