

3

В Департаменте  
по энергоэффективности  
подвели итоги полугодия

11

Энергоэффективность,  
подтвержденная  
временем

18

«Умная»  
транспортная система

# Энерго

ISSN 2309-8317

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Сентябрь  
2023

Департамент  
по энергоэффективности  
Государственного комитета  
по стандартизации  
Республики Беларусь

## СЕГОДНЯ И В ПЕРСПЕКТИВЕ



# УСПЕЙ ПОДПИСАТЬСЯ НА 2024 ГОД ПО СПЕЦЦЕНЕ

12 номеров  
**389,52** р.  
~~414~~ р.

Оформить подписку можно:

→ скачать счет/договор на сайте [journal.bies.by](http://journal.bies.by)  
(раздел «Журнал «Энергоэффективность»/Подписка»)

→ скачать счет на сайте [energoeffect.gov.by](http://energoeffect.gov.by)  
(раздел «Популярно об энергосбережении»)

→ в редакции по тел./факсу:  
**(+375 17) 350 56 91**  
или e-mail: [uvic2003@mail.ru](mailto:uvic2003@mail.ru)

**Энерго**  
эффективность



Начиная с 1 ноября  
стоимость подписки  
на 2024 год (12 номеров) 414,00 BYN



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

**№9 (311) сентябрь 2023 г.**

**Учредители:**

Департамент по энергоэффективности  
Государственного комитета по стандартизации  
Республики Беларусь

Инвестиционно-консультационное  
республиканское унитарное предприятие  
«Белинвестэнергоэффективность»

**Редакция:**

Редактор	Н.Т. Ивченко
Дизайн и верстка	В.Н. Герасименко
Реклама и подписка	А.В. Филипович

**Редакционный совет:**

**Л.В. Шенец**, к.т.н., председатель  
редакционного совета

**В.А. Седнин**, д.т.н., профессор, заместитель  
председателя редакционного совета,  
зав. кафедрой «Промышленная  
теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ

**В.Г. Баштовой**, д.ф.-м.н.

**А.В. Вавилов**, д.т.н., профессор, иностранный  
член РААСН, зав. кафедрой «Механизация  
и автоматизация дорожно-строительного  
комплекса» БНТУ

**Ф.А. Романюк**, д.т.н., профессор,  
член-корреспондент Национальной  
академии наук Беларуси

**А.А. Михалевич**, д.т.н., академик,  
зав. лабораторией Института  
энергетики НАН Беларуси

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

**В.М. Овчинников**, к.т.н., профессор  
кафедры «Физика и энергоэффективные  
технологии» БелГУТ

**С.О. Бобович**, заместитель генерального  
директора ГПО «Белэнерго»

**Издатель:**

РУП «Белинвестэнергоэффективность»

**Адрес редакции:**

220037, г. Минск,  
ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н.  
Редактор тел. (017) 348-82-61  
Реклама и подписка тел./факс: (017) 350-56-91  
E-mail: energy@bies.by  
Цена свободная.

Журнал «Энергоэффективность» с 2012 года включен  
в Перечень научных изданий Республики Беларусь  
для опубликования результатов диссертационных  
исследований.

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.

Передача информации допускается только  
по согласованию с редакцией.

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ООО «Альтиора Форте»

Адрес: г. Минск, ул. Сурганова, 11, офис 86  
Лиц. № 02330/471 от 29.12.2014 г.

Формат 62x94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная.  
Подписано в печать 21.09.2023. Заказ № 1920. Тираж 830 экз.



## Содержание

### 2 Государственная политика

#### Официально

3 **В Департаменте по энергоэффективности подвели итоги полугодия**

5 **Промышленность, ЖКХ, международное сотрудничество...**  
Темы встречи руководителя Госстандарта с представителями Департамента по энергоэффективности

#### ВИЭ

6 **Развитие возобновляемой энергетики в Беларуси**

#### Энергосмесь

10 **Совмин определил перечень услуг монополий с регулируруемыми тарифами**

10 **Опубликованы изменения в Закон о городском электрическом транспорте и метрополитене**

10 **Нормы и нормативы расходов на ЖКУ на 2024 год утверждены в Беларуси**

32 **Департамент по энергоэффективности вносит вклад в охрану озонового слоя Земли**  
*Л. Полещук, В. Шевченко*

32 **Стандарты ИЕС в области цифровых двойников**

#### Энергоэффективное оборудование

11 **Энергоэффективность, подтвержденная временем**  
*И. Кайко*

#### Вопрос – ответ

14 На вопросы читателей отвечают специалисты Департамента по энергоэффективности и подведомственных организаций

#### Лидер энергоэффективности

16 **Прием заявок подходит к финалу**

Мы в Instagram



#### Международный опыт

18 **Распространение «умных» энергоэффективных технологий**  
«Умная» транспортная система

#### Учимся энергосбережению

22 **«Энергомарафон» стартует!**  
Пример лучших  
*С. Кольцов, Н. Ивченко*

#### ОЗП

24 **Энергетики Витебщины работают в соответствии с графиками**

24 **Готовность к ОЗП РУП «Могилевэнерго»**  
*И. Старовойтова*

25 **Подготовка к отопительному периоду в Гомельской области**  
*Е. Титовец*

26 **В Брестской области паспорта готовности оформили на большей части теплоисточников системы ЖКХ**

#### Вести из регионов

26 **Подготовка к проведению режимно-наладочных испытаний по совместному сжиганию щепы и пеллет на Пинской ТЭЦ**  
*В. Никитин*

27 **Социальная сфера и энергосбережение**  
*В. Иванов*

#### Адреса энергосбережения

27 **Модернизация котельной с использованием пеллетных котлов**  
*В. Шумак*

28 **Хранить неэффективно, переработать!**

29 **Молочно-товарный энергоэффективный комплекс СК «Логойский»**

30 **Системный подход в улучшении энергоэффективности, энергобезопасности и энергопотребления**  
*И. Добыш, И. Жукова*

Мы в Facebook



## Рост ВВП Беларуси в 2024 году планируется на уровне 3,8 %

Об этом заявил премьер-министр Роман Головченко во время заседания Совета Министров 29 августа.

Проекты прогноза социально-экономического развития, целевых показателей денежно-кредитной политики и республиканского бюджета на 2024 год – в повестке заседания. «Мы фактически финализируем подготовку этих документов перед их направлением Главе государства. Ключевые параметры работы правительства и Национального банка не претерпели изменений. Целевые задачи мобилизационного подхода развития экономики сохранены. Темп роста ВВП должен составить 103,8 %. Это выше темпов развития мировой экономики», – сказал Роман Головченко.

Прирост инвестиций в основной капитал планируется на уровне 3,9 %. В планах реализация 163 региональных, 77 импортозамещающих, 16 интеграционных проектов.

## Беларусь рассчитывает на активную работу в рамках БРИКС

Об этом заявил министр иностранных дел Беларуси Сергей Алейник, комментируя итоги 15-го саммита БРИКС в ЮАР.

«Безусловно, мы рассчитываем на активную работу в рамках БРИКС», – сказал министр. – Нам есть что предложить. Прежде всего это устойчивое экономическое развитие, создание более справедливых альтернатив платежным системам. Этой теме было посвящено особое внимание. И эта работа будет осуществляться как в рамках самой организации, так и при содействии Нового банка развития БРИКС, к которому мы тоже присматриваемся и в который тоже рассчитываем вскоре вступить».

## Коллегия ЕЭК приняла рекомендацию о создании и развитии зарядной и сервисной (технической) инфраструктуры для автомобильного электротранспорта в государствах ЕАЭС

«Принятие данной рекомендации определяет дальнейшие подходы в работе по совместному развитию зарядной инфраструктуры для электротранспорта в наших странах», – подчеркнул министр по промышленности и агропромышленному комплексу ЕЭК Артак Камалян.

Странам ЕАЭС рекомендовано разработать совместно с Комиссией интегративную карту развития (с указанием мест нахождения объектов) зарядной и сервисной (технической) инфраструктуры для автомобильного электротранспорта на территориях государств – членов с дальнейшим ее размещением на информационном портале Союза.

Учитывая заинтересованность в развитии данного направления во всех государствах – членах, Комиссией совместно со сторонами был проведен анализ опыта государств – членов по созданию и развитию зарядной инфраструктуры, включая формирование сети электрочарядных станций, создание зарядной инфраструктуры в рамках многофункциональных зон дорожного сервиса, установку зарядных станций для электробусов и др., а также текущего состояния развития зарядной инфраструктуры в странах ЕАЭС.

## В Союзном государстве есть полное взаимопонимание в нефтегазовой сфере

Такое мнение высказал член Постоянной комиссии по промышленности, топливно-энергетическому комплексу, транспорту и связи Палаты представителей Денис Карась.

«У Беларуси и России в рамках Союзного государства есть полное понимание по взаимодействию в данном направлении. Топливно-энергетический комплекс – это одна из составляющих национальной безопасности наших стран. Поэтому идет активное взаимодействие в этой сфере, в частности, формируется единый энергорынок», – отметил он. Апробированная в Союзном государстве интеграционная модель может стать основой для формирования общего рынка энергоресурсов ЕАЭС.

Объединенный рынок нефти и нефтепродуктов Беларуси и России может заработать к концу 2023 года. Договор об общем рынке газа планируется подписать до 1 декабря этого года. А объединенный рынок электрической энергии Союзного государства намечено запустить с 2024 года.

## Состоялись общественные слушания перед выдачей лицензии на эксплуатацию второго энергоблока БелАЭС

8 сентября 2023 года Госатомнадзор проинформировал о результатах проведения экспертизы безопасности и оценки соответствия станции лицензионным требованиям в рамках подготовки решения МЧС о выдаче лицензии на эксплуатацию второго энергоблока.

Как отметил в своем выступлении заместитель Министра энергетики Михаил Михадюк, безопасность – главный приоритет проекта по строительству БелАЭС. Он выделил три основных составляющих, которые обеспечивают безопасную работу станции. Это выбор лучших современных технологий, предлагаемых на мировом рынке, качество реализации проекта, подготовка кадров для надежной эксплуатации объекта.

В свою очередь главный инженер БелАЭС Анатолий Бондарь отметил, что на станции проведено 8 оценочных миссий МАГАТЭ и 4 партнерских проверки Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (ВАО АЭС). Обеспечена реализация рекомендаций международных экспертов – соответствующие технические решения реализованы на первом энергоблоке и применены на втором.

В ходе слушаний стало известно, что в Беларуси планируется создать центр аддитивных технологий. Соответствующая задача поставлена Правительством. Планируется, что проект будет реализован в партнерстве с госкорпорацией «Росатом». Это одно из перспективных направлений, которое стороны планируют развивать совместно.

Подытоживая выступления, начальник Госатомнадзора Ольга Луговская перечислила основные этапы экспертизы безопасности и выводы, которые были сделаны. «С учетом выводов, критических замечаний для выдачи лицензии мы не имеем. Вопрос лишь в обозначенных аспектах и в формировании условий действия лицензии», – резюмировала руководитель ведомства. ■

# В Департаменте по энергоэффективности подвели итоги полугодия

8 сентября в Департаменте по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь состоялась коллегия, на которой подвели итоги работы по энергосбережению в первом полугодии 2023 года. В ходе заседания были рассмотрены вопросы выполнения заданий, установленных Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, готовности энергоснабжающих организаций и потребителей тепловой энергии к работе в осенне-зимний период 2023/2024 года, проведения нецентрализованного государственного статистического наблюдения по форме 4-энергосбережение (Госстандарт) и другие. В мероприятии приняли участие представители Департамента по энергоэффективности, региональных управлений по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), подчиненных организаций. Также на коллегии присутствовали представители Аппарата Совета Министров Республики Беларусь и ГУ «Государственный энергетический и газовый надзор».



В своем докладе «Об итогах работы по энергосбережению за январь–июнь 2023 года и прогнозе выполнения показателей в сфере энергосбережения по итогам 2023 года в целом...» заместитель директора Департамента Леонид Полещук отметил, что в последние годы в мире произошел ряд событий, которые сказываются на динамике экономического развития предприятий и страны в целом. «Новые условия вносят коррективы в реализацию Департаментом политики энергосбережения в Республике Беларусь. Вместе с тем, уровень адаптации отечественной экономики к новым реалиям позволит по итогам года выйти на выполнение установленных Госпрограммой показателей

в сфере энергосбережения», – рассказал Леонид Полещук, добавив, что меры, предпринятые Департаментом по результатам предыдущей коллегии, позволили вовремя пересмотреть подходы по реализации Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, а также усилить контроль за внедрением энергосберегающих мероприятий.

По итогам первого полугодия 2023 года было обеспечено выполнение целевых показателей по доле местных топливно-энергетических ресурсов (без учета атомной энергии) в валовом потреблении ТЭР (17,5 %) и по доле возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в валовом потреблении ТЭР (7,6 %). Данные

**По итогам первого полугодия 2023 года было обеспечено выполнение целевых показателей по доле местных топливно-энергетических ресурсов (без учета атомной энергии) в валовом потреблении ТЭР (17,5 %) и по доле возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в валовом потреблении ТЭР (7,6 %)**

цифры говорят о том, что благодаря энергосберегающим мероприятиям, реализованным в текущем периоде, выполнены задачи по максимально возможному вовлечению в топливный баланс страны местных ТЭР, в том числе ВИЭ (без учета атомной энергии), сдерживанию роста валового потребления ТЭР, которые были поставлены Главой государства и Правительством Республики Беларусь.

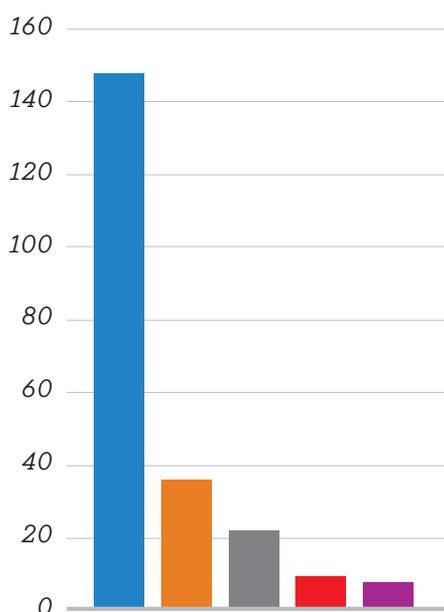
## Экономия ТЭР

В соответствии с Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, на 2023 год установлено задание по экономии ТЭР за счет реализации энергоэффективных мероприятий в целом по республике в объеме 450 тыс. т ут. Согласно данным госстатистичности по форме 4-энергосбережение (Госстандарт) за январь–июнь 2023 года в целом по стране экономия топливно-энергетических ресурсов за счет реализации энергоэффективных мероприятий составила 307,4 тыс. т ут. (68,3 % от годового задания). За 2021–2022 годы и I полугодие 2023 года по республике реализация энергоэф-»

## Справочно

По итогам первого полугодия 2023 года все организации республики, обязанные отчитываться по форме 4-энергосбережение (Госстандарт), предоставили данный отчет (2771 организация).

### Экономия ТЭР в результате реализации мероприятий по энергосбережению по направлениям

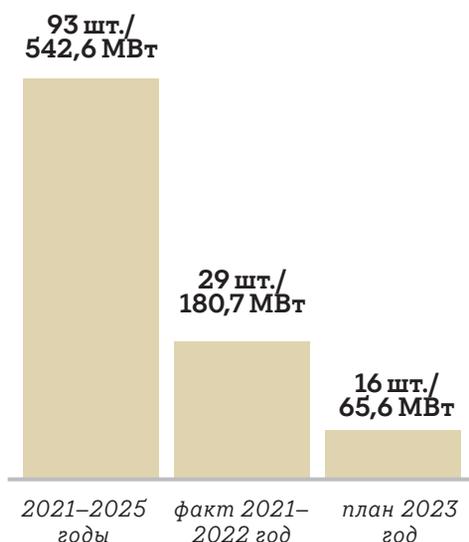


эффективных мероприятий позволила достичь экономии ТЭР в объеме 1 570,2 тыс. т. у.т. или 52,3 % от максимального задания на пятилетку (3000 тыс. т. у.т.).

Данный объем за первое полугодие 2023 года в части выполнения мероприятий по повышению энергоэффективности достигнут в основном в результате реализации заказчиками Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы следующих направлений энергосбережения:

- внедрение в производство современных энергоэффективных и повышение энергоэффективности действующих технологий, процессов, оборудования и материалов в производстве – 148,8 тыс. т. у.т.;
- оптимизация схем теплоснабжения – 35,3 тыс. т. у.т.;
- внедрение автоматических систем управления освещением и энергоэффективных осветительных устройств, секционного разделения освещения – 22,7 тыс. т. у.т.;

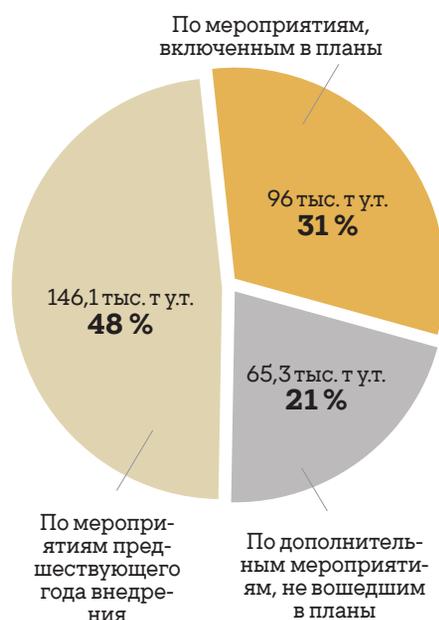
## Строительство энергоисточников на местных ТЭР по Государственной программе «Энергосбережение» на 2021–2025 годы



- термореновация ограждающих конструкций зданий, сооружений, жилищного фонда и замена оконных блоков (входных групп) с установкой стеклопакетов – 10,4 тыс. т. у.т.;
- повышение эффективности работы котельных и технологических печей – 7,9 тыс. т. у.т.

Всеми органами госуправления, облисполкомами и Минским горисполкомом целевые показатели энергосбережения, установленные на январь–июнь 2023 года, выполнены.

### Структура полученного объема экономии ТЭР за I полугодие 2023 года



Регион	План на 2023 год	
	количество, шт.	тепловая мощность, МВт
Брестская область	1	0,5
Витебская область	3	10,0
Гомельская область	2	13,0
Гродненская область	1	6,5
	1*	1,0
Минская область	3	9,5
	1*	5,0
Могилевская область	6	26,1
г. Минск	-	-

\* объекты незавершенного строительства 2022 года в г. Дятлово и г. Клецке

Значительное перевыполнение целевых показателей энергосбережения концерном «Белнефтехим» и Витебским облисполкомом связано с реализацией дополнительного мероприятия, не включенного в перечень мероприятий, направленных на достижение целевых показателей Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы – «Выработка вторичных энергетических ресурсов на установке коксования нефтяных остатков» на ОАО «Нафтан».

## Строительство энергоисточников

В рамках реализации Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы облисполкомами и Минским горисполкомом в организациях ЖКХ страны запланировано строительство 93 энергоисточников на местных ТЭР общей тепловой мощностью 542,6 МВт. Это позволит увеличить объем использования местных топливно-энергетических ресурсов на 145,6 тыс. т. у.т. в год.

За предыдущие два года введены в эксплуатацию 29 энергоисточников суммарной тепловой мощностью 180,7 МВт. Из них 15 энергоисточников суммарной тепловой мощностью 71,8 МВт ввели в строй в 2022 году. Их эксплуатация позволит обеспечить увеличение ежегодного объема использования местных ТЭР на величину порядка 55,1 тыс. т. у.т.

В 2023 году запланирован ввод в эксплуатацию 16 энергоисточников на местных ТЭР суммарной тепловой мощностью 65,6 МВт, что позволит увеличить ежегодный объем использования местных энергоресурсов на 18,8 тыс. т ут. На данный момент введено в эксплуатацию 4 энергоисточника (9,5 МВт), а именно в г. Береза Брестской области введен энергоисточник тепловой мощностью 0,5 МВт, в г. Полоцке Витебской области – 3 МВт, в г. Клецке Минской области – 5 МВт, в г. Дятлово Гродненской области – 1 МВт.

Сегодня строительные работы ведутся на 9 объектах, суммарная тепловая мощность которых составит 40,9 МВт. В их число входят по 2 энергоисточника в Витебской (7 МВт), Го-

В соответствии с Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, на 2023 год установлен целевой показатель по доле местных ТЭР (без учета атомной энергии) в валовом потреблении ТЭР в размере 16 %. За январь–июнь 2023 года данный показатель, рассчитанный на основании данных Белстата, составил 17,5 %. За этот же период доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР составила 7,6 % при годовом задании 7,6 %.

мельской (13 МВт), Минской (7,5 МВт) и Могилевской (6,9 МВт) областях и один энергоисточник мощностью 6,5 МВт в Гродненской области.

В завершение заседания коллегии заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Виталий Крецкий подытожил: «2023 год – это экватор выполнения Госпрограммы на пятилетие. Те предприятия и регионы, которые выполнили на сегодня план по энергосбережению на 50 % и более, достигнут стопроцентного выполнения за установленный период. У иных возникнут вопросы. Но, несмотря на внешние тенденции, пятилетие нужно закрыть достойно, приложить максимум усилий, чтобы достичь результатов и показать максимальный эффект».

**По материалам коллегии  
Департамента  
по энергоэффективности**

## Промышленность, ЖКХ, международное сотрудничество...

Темы встречи руководителя Госстандарта с представителями  
Департамента по энергоэффективности

«Мы должны находиться в постоянном развитии и в своей работе видеть пользу для всей страны», – такое мнение высказал Председатель Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь Валентин Татаричкий во время встречи с трудовыми коллективами Департамента по энергоэффективности, его региональных управлений по надзору за рациональным использованием ТЭР и подчиненных организаций.

По словам главы ведомства, в первую очередь важно быть интегрированными в промышленность, знать ее интересы и помогать в решении актуальных задач по дальнейшему развитию. Результаты показывают, что отечественная промышленность достойно справляется со своими задачами, несмотря на сложнейшие условия, в которых приходится работать.

Валентин Татаричкий отметил несколько направлений, проводником которых может стать Департамент по энергоэффективности. Среди них строительство энергоисточников на местных видах топлива, проведение экспертизы энергоэффективности проектов и ряд других. Данные идеи и предложения должны



быть тщательно проработаны, изучены, проанализированы, а их эффект для экономики страны и граждан спрогнозирован. Также Департаменту следует усилить внимание к вопросам энергоэффективности в сфере жилищно-коммунального хозяйства, актуальности требований к электроприборам, кото-

рые присутствуют в каждом доме в больших количествах.

Говоря о международном сотрудничестве руководитель Госстандарта акцентировал внимание на взаимодействии Беларуси с Шанхайской организацией сотрудничества и БРИКС. Данное направление позволит стране расши-

рить свои возможности на международном уровне, получить выгоды для промышленного и торгово-экономического развития. «Почему бы нам не расширить состав Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации стран СНГ? Тем более, что есть страны, которые желают участвовать в нашей работе, например, Монголия, Иран, Турция. Эту тему целесообразно обсудить с коллегами», – сказал Валентин Татаричкий.

В завершении встречи Председатель Госстандарта отметил, что проводимая системная работа в области энергоэффективности положительно сказывается на достижениях Беларуси по снижению энергоемкости валового внутреннего продукта, которые значительно лучше общемирового значения, поблагодарил всех сотрудников Департамента за проделанную работу, поздравил с 30-летием успешной деятельности и пожелал успехов в будущем.

# Развитие возобновляемой энергетики в Беларуси



В июньском номере журнала «Энергоэффективность» мы рассказывали об основных мировых тенденциях развития возобновляемой энергетики.

Пришло время осветить тему развития ВИЭ в Республике Беларусь. Недавно был опубликован доклад «О состоянии и перспективах развития промышленности в сфере возобновляемой энергетики

Евразийского экономического союза».

Факты о белорусской возобновляемой энергетике – вашему вниманию.

По данным сборника «Энергетический баланс» Национального статистического комитета Республики Беларусь (Минск, 2021 год) установленная мощность объединенной энергетической системы Беларуси составляет 11,3 ГВт. Объем выработки электрической энергии равен 41,2 млрд. кВт·ч, потребление – 40,3 млрд. кВт·ч.

В соответствии с Концепцией развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года (приложение к Постановлению Министерства энергетики Республики Беларусь от 25 февраля 2020 года № 7) к 2030 году производство электрической энергии системами ВИЭ должно составить 2,1 млрд. кВт·ч (в 2020 году – 1,2 млрд. кВт·ч).

## Малая гидроэнергетика

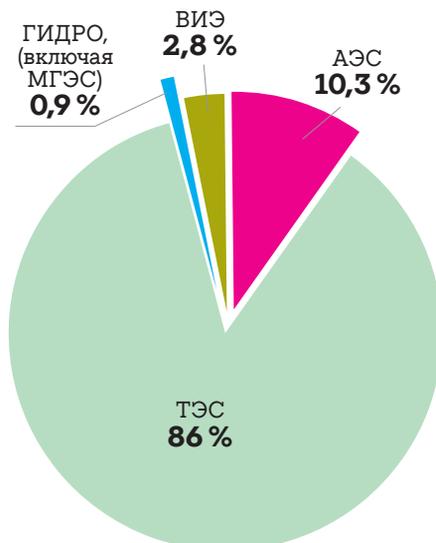
По экспертным оценкам, теоретический потенциал гидроэнергоресурсов Беларуси составляет около 7,5 млрд. кВт·ч, технический потенциал – 2,5–3 млрд. кВт·ч/год. Этот технически доступный сегодня ресурс использован пока менее чем на 10%. В настоящее время самой крупной в стране является Витебская ГЭС мощностью 40 МВт. Все остальные 53 гидроэлектростанции подпадают под категорию «малых». Это объясняется преимущественно равнинным рельефом страны и отсутствием перепада высот для создания необходимого напора воды.

Больше всего малых ГЭС эксплуатируется на Вилейско-Минской водной системе, а также на гидроузлах Вилейского водохранилища. Ряд мини-ГЭС работает на насосной станции № 6 и на водохранилище ТЭЦ-2.

**Перспективы.** На 267 средних и малых реках страны определено 1170 перспективных площадок, на которых возможно построить малые гидроэлектростанции. Особое внимание уделено проектно-изыскательским работам на предмет возможности строительства мини- и микро-ГЭС (от 17 до 110 кВт·ч) в Витебской, Гродненской и Могилевской областях, что обусловлено нахождением в их границах участков рек бассейнов Западной Двины, Немана и Днепра, представляющих в Беларуси наибольшую энергетическую ценность.

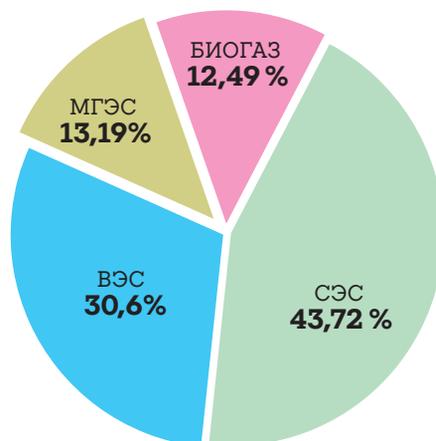
Среди существующих проблем отрасли можно назвать следующие:

- работа малых гидроэлектростанций в Беларуси носит сезонный характер, что требует наличия постоян-



**Рис. 1.** Установленная мощность генерирующих источников электрической энергии в Республике Беларусь, в %

Источник: Сборник «Энергетический баланс» Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2021 год



**Рис. 2.** Соотношение типов ВИЭ в Республике Беларусь (без большой гидроэнергетики), в %

Источник: Сборник «Энергетический баланс» Национального статистического комитета Республики Беларусь, Минск, 2021 год

но функционирующих дублирующих источников энергии, поэтому малые ГЭС имеют преимущественно локальное значение;

- равнинный характер местности;
- изменение качества воды, гидрологический и температурный режимы водотоков в результате работы МГЭС;
- изменение берегового контура местности;
- высокая стоимость гидротехнических сооружений, малая локализация производства;



- нестабильная гидрологическая обстановка;
- долгие сроки окупаемости;
- отсутствие гидроаккумулирующих станций.

Принимая во внимание вышеперечисленные факторы, особое внимание следует уделить строительству микро – и мини-ГЭС, которые в значительно меньшей степени оказывают нагрузку на экосистему, в большей мере способствуют сохранению природного ландшафта.

## Ветроэнергетика

Для Беларуси характерны относительно слабые континентальные ветры со средней скоростью 4–6 м/с, поэтому при выборе площадок ветроэнергетических установок требуются специальные исследования и тщательная проработка технико-экономических обоснований по их внедрению.

Ветроэнергетический потенциал Беларуси, технологически возможный для использования выпускаемыми ветроэнергетическими установками при среднегодовой скорости ветра 5,7 м/с составляет 15,6 млрд. кВт·ч.

На 1 января 2022 года в республике функционировало 103 ветроэнергетические установки (ВЭУ), установленной электрической мощностью 113,4 МВт. В 2019 году ВЭУ было выработано 175 млн кВт·ч, в 2020 году – 194 млн кВт·ч.

По количеству и установленной мощности лидирующие позиции занимает Могилевская область, где расположено 57 ВЭУ мощностью 62,6 МВт, составляющие более 60% от общего числа установок, используемых ВИЭ.



Помимо этого, наиболее крупные ветроэнергетические установки в Беларуси действуют в Лиозненском районе Витебской области (3,49 МВт), Мстиславском районе Могилевской области (3,4 МВт), ветроэнергетическая станция в Новогрудском районе Гродненской области (9 МВт), Минской и Витебской областях (по 1 МВт) соответственно.

**Перспективы.** Из-за относительно небольших среднегодовых скоростей ветра в настоящее время перспективным можно считать использование автономных ветроэнергетических и ветронасосных установок малой мощности, в основном в сельскохозяйственном секторе.

Одним из направлений использования ветроэнергетических установок в республике на ближайшую перспективу будет их применение для привода насосных станций небольшой мощности и подогрева воды в сельскохозяйственном производстве. Эти области применения характеризуются минимальными требованиями к качеству электрической энергии, что позволяет упростить и удешевить производство ветроэнергетических установок.

В Беларуси определены 22 перспективных района для развития ветроэнергетики, на территории которых можно установить около 2 тыс. ветроэнергетических установок. Наиболее крупные планируются к размещению в Гродненской, Витебской и Минской областях.

В данной отрасли можно выделить следующие проблемы:

- наличие полярных взглядов на развитие ветроэнергетики;
- высокая стоимость импортного оборудования;

- длительные сроки окупаемости;
- недостаточная урегулированность финансовых отношений между государственными энергетиками и частными фирмами, получающими энергию из альтернативных источников;

- проблемы с утилизацией отработавших установок.

Дальнейшее развитие ветряной энергетики в Беларуси будет напрямую зависеть от стабильной работы мощностей, получающих энергию из ископаемых источников, а также развития ядерной и солнечной энергетики.

Для удешевления использования ветряной энергии необходимы налаживание производства собственного оборудования с полной локализацией, изменения в работе распределительной электросети, урегулирование финансовых отношений между государственными и частными поставщиками энергии. Отдельно нужно ставить вопрос о налаживании собственного производства энергоаккумулирующих мощностей.

## Солнечная энергетика

Согласно данным наблюдений среднесуточный уровень солнечной инсоляции в Беларуси составляет 2,86 кВт·ч/1м<sup>2</sup>.

На конец 2021 года в стране построено 83 солнечные электростанции установленной электрической мощностью 272,5 МВт. Крупными станциями являются Речицкая мощностью 56 МВт, Сморгонская – 17 МВт и «Солар Стрим» в Ельском районе – 14,3 МВт. В 2020 году было выработано 179 млн кВт·ч, в 2021-м – 170 млн кВт·ч.

**Перспективы.** По информации НАН Беларуси потенциал солнечной энергии, технически возможный для преобразования в электроэнергию, рассчитанный исходя из площади неиспользуемой земли и КПД современных панелей (0,16) составляет 609,84 млрд. кВт·ч, что значительно превышает объем потребления электроэнергии в стране.

Экономически обоснованный потенциал солнечной энергетики в Беларуси будет расти, что связано с удешевлением технологического оборудования для СЭС, а также по мере поиска новых площадок для размещения солнечных панелей и распространения на них преференциальных условий ведения хозяйствования.

Проблемными моментами развития отрасли являются:

- наличие полярных взглядов на развитие солнечной энергетики;
- высокая стоимость импортного оборудования;
- длительные сроки окупаемости;
- недостаточная урегулированность финансовых отношений между государственными энергетиками и частными фирмами, получающими энергию из альтернативных источников;
- проблемы с утилизацией отработавших установок;
- работа солнечных электростанций в Беларуси носит сезонный характер (эффективно с апреля по сентябрь), в осенне-зимний период их выработка падает.

Дальнейшее развитие солнечной энергетики в Беларуси будет напрямую зависеть от стабильной работы мощностей, получающих энергию из ископаемых источников, а также ядерной энергетики.



В любом случае для удешевления использования солнечной энергии необходимо налаживание производства собственного оборудования, изменения в работе распределительной электросети, урегулирование финансовых отношений между государственными и частными поставщиками энергии. Отдельно нужно ставить вопрос о налаживании собственного производства энергоаккумулирующих мощностей.

## Геотермальная энергетика

Ресурсы подземного тепла в Беларуси имеются везде, однако они существенно зависят от особенностей геологического строения каждого конкретного региона. В республике обнаружены две территории в Гомельской и Брестской областях с запасами геотермальных вод плотностью более 2 т у.т./1 м<sup>2</sup> и температурой +50°C на глубине 1,4–1,8 км и +90–100°C на глубине 3,8–4,2 км. Температурные условия недр территории республики изучены недостаточно. Большая глубина залегания термальных вод, сравнительно низкая их температура, высокая минерализация и низкий дебит скважин (100–1150 м<sup>3</sup>/сутки) осложняют более масштабное использование термальных вод страны в качестве заслуживающего внимания источника энергии.

По состоянию на 2019 год в Беларуси было почти 300 геотермальных тепловых насосных установок с установленной мощностью около 13 МВт, которые в основном использовались для отопления помещений и горячего водоснабжения в частном жилом секторе и учреждениях здравоохранения. Наиболее крупной является опытная пилотная геотермальная станция мощностью 1 МВт на территории тепличного комплекса «Берестье» Брестского района. Основное ее назначение – обогрев 1,5–2 га теплиц хозяйства. Далее следуют:

- геотермальная установка по отоплению крупной канализационной станции Минского района мощностью 350 кВт;
- геотермальная установка по отоплению пограничного и таможенного перехода на Украину (Новая Рудня) Ельского района Гомельской области мощностью 273 кВт.

**Перспективы.** В настоящее время существует несколько проектов по развитию геотермальных станций в других регионах республики, но все они остаются на стадии разработки.

**Таблица 1.** Действующие в Республике Беларусь установки по производству биогаза

Область	Количество	Установленная мощность (МВт)
Минская	17	23,14
Брестская	9	10,75
Могилевская	3	7,73
Гродненская	4	3,24
Витебская	3	1,96
Гомельская	2	1,06

Источник: Энергетический баланс Республики Беларусь. Издание «Национального статистического комитета Республики Беларусь», г. Минск, 2021 год



## Производство биогаза

Сельское хозяйство Беларуси ежегодно дает 30 млн м<sup>3</sup> стоков, которые необходимо утилизировать. По экспертным данным биогазовый потенциал Беларуси составляет 4 млрд. м<sup>3</sup> – это около 800 МВт электрической мощности. По данным Государственного кадастра возобновляемых источников энергии за 2021 год в Республике Беларусь действовали 38 установок по производству биогаза общей электрической мощностью около 48 МВт.

Преимущества использования в Беларуси биогазовых установок:

- богатая, постоянно пополняемая сырьевая база;
- эффективная и экологичная переработка отходов;
- покрытие расходов на собственные нужды на предприятии.

**Перспективы.** Использование энергопотенциала отходов сельскохозяйственного производства Бе-

ларуси позволило бы обеспечить экономию 3,87 млн т у.т. в год. Если говорить о выращивании биомассы для энергетических целей, то для этого хорошо подходят природно-климатические условия Гомельской области. Здесь самый продолжительный в стране вегетационный период (191–209 дней), достаточное годовое количество осадков (550–650 мм), а также имеется около 300 тыс. га свободных залежных земель. В биоэнергетике можно использовать также невостребованную биомассу (солому, ботву и др.).

Кроме того, перспективным направлением является использование древесной биомассы (древесные пеллеты, щепа) в качестве ВИЭ.

Среди проблем отрасли можно назвать:

- относительно высокая себестоимость единицы энергии;
- отсутствие координации в работе заинтересованных министерств и ведомств;

• отсутствие комплекса адаптированных для Беларуси технологий, которые позволят извлечь максимум энергии от различных видов биологического сырья.

При проектировании биогазового комплекса следует предусматривать его меньшую мощность по сравнению с прогнозируемым объемом сырья. В случае неверного расчета нужного объема сырья можно получить недогрузку комплекса (именно это произошло на самом мощном биогазовом

комплексе в СПК «Рассвет» Кировского района Могилевской области, который из-за нехватки сырья загружен только наполовину).

Также требуется разработка комплекса адаптированных для Беларуси оборудования и технологий для извлечения энергии из различных видов биологического сырья.

*В настоящее время установление и выдача квот на строительство комплексов ВИЭ приостановлены до 1 января 2024 года ввиду принятого*

*Постановления Совета Министров Республики Беларусь от 3 ноября 2021 года № 626, разработанного Министерством энергетики Республики Беларусь.* ■

*По материалам доклада ЕЭК «О состоянии и перспективах развития промышленности в сфере возобновляемой энергетики Евразийского экономического союза», Москва, 2023*

## Энергосмесь

### Совмин определил перечень услуг монополий с регулируруемыми тарифами

Совет Министров определил перечень услуг, относящихся к сферам естественных монополий, цены (тарифы) на которые регулируются Министерством антимонопольного регулирования и торговли. Соответствующее постановление Совмина от 14 сентября 2023 года №598 опубликовано на Национальном правовом интернет-портале.

Предыдущие постановления Совета Министров (от 14 февраля 2014 года №130, от 10 марта 2015 года №183, подп.1.55 п.1 постановления от 12 января 2017 года №22, от 29 октября 2019 года №725, п.2 постановления от 28 мая 2020 года №323) признаны утратившими силу.

В перечень вошли аэронавигационные услуги, услуги аэропортов, транспортных терминалов, железнодорожного транспорта общего пользования, услуги по транспортировке газа (по магистральным и распределительным трубопроводам), нефти, нефтепродуктов (по магистральным трубопроводам), по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике, передаче и распределению электрической, тепловой энергии.

Документ вступил в силу с 15 сентября 2023 года. ■

### Опубликованы изменения в Закон о городском электрическом транспорте и метрополитене

Закон Республики Беларусь от 17 июля 2023 года № 297-З, корректирует Закон от 5 мая 2014 г. № 141-З «О городском электрическом транспорте и метрополитене».

Как сообщили в Национальном центре законодательства и правовых исследований, в числе изменений:

• корректировка термина «электронный билет» (в связи с расширением возможностей оплаты проезда посредством информационной системы продажи билетов, а также другими способами);

• закрепление форм контрольной (надзорной) деятельности Транспортной инспекции Министерства транспорта и коммуникаций за соблюдением законодательства в области транспортной деятельности при организации и выполнении перевозок пассажиров городским электротранспортом;

• закрепление механизма, позволяющего осуществлять оплату услуг операторов перевозок пассажиров;

• дополнение Закона № 141-З нормами, определяющими момент заключения договора перевозки пассажира городским электротранспортом в регулярном сообщении и момент заключения договора перевозки пассажира метрополитеном;

• уточнение норм, регламентирующих порядок досмотра ручной клади пассажиров метрополитена;

• корректировка правового подхода к способу регулирования создания и деятельности контрольно-ревизорских служб на городском электротранспорте и метрополитене.

Основные положения Закона вступают в силу через шесть месяцев после официального опубликования.

Тем временем доля городского электротранспорта, в том числе метрополитена по итогам 2022 года оценивается на уровне 27 %, в Минске – на уровне 50 %. В Беларуси производятся все виды пассажирского электротранспорта, кроме самолетов. Имеются инновационные собственные разработки электромобилей. ■

### Нормы и нормативы расходов на ЖКУ на 2024 год утверждены в Беларуси

Министерство жилищно-коммунального хозяйства установило нормы и нормативы расходов на ЖКУ на 2024 год. Это определено ведомственным постановлением №12 от 14 августа 2023 года, опубликованным на Национальном правовом интернет-портале.

Данные нормы и нормативы определены для организаций, осуществляющих эксплуатацию жилфонда и (или) предоставляющих жилищно-коммунальные услуги, за исключением организаций, входящих в систему Минэнерго.

На собственное холодное водоснабжение норма накладных расходов определена в размере не более 0,2168 руб. на 1 м<sup>3</sup> реализованной воды. За собственное водоотведение (канализацию) – не более 0,1657 на 1 м<sup>3</sup> отведенных стоков в канализацию. За тепло-снабжение и горячее водоснабжение – не более 12,7562 руб. на 1 Гкал реализованной тепловой энергии собственного производства. Постановлением также утверждены нормативы расходов за техобслуживание жилого дома, обращение с твердыми коммунальными отходами и техобслуживание лифта.

Кроме того, определено, что нормативы потерь тепловой энергии должны составлять не более 9,2 %. А нормы потерь и неучтенных расходов воды будут не более 12 %. ■

Источники: [Pravo.by](http://Pravo.by), [sb.by](http://sb.by), БелТА

# Энергоэффективность, подтвержденная временем

Много ярких и значимых страниц в становлении Гродненской ТЭЦ-2 написано за годы производственной истории теплоэлектроцентрали. Но, пожалуй, 11 сентября 2013 года – одна из самых знаменательных. Это день принятия в эксплуатацию объекта законченного строительства по проекту «Гродненская ТЭЦ-2. Реконструкция с установкой ГТУ» – газовой турбины с котлом-утилизатором.



**Н**ачалом внедрения ГТУ на Гродненской ТЭЦ-2 РУП «Гродно-энерго» послужило включение проекта реконструкции в Государственную комплексную программу модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов на период до 2011 года, утвержденную Указом Президента Республики Беларусь от 15 ноября 2007 года № 575.

## Новая схема ГТУ на Гродненской ТЭЦ-2

Классический цикл ПГУ (газовая турбина, котел-утилизатор, паро-

вая утилизационная турбина как отдельный блок) не мог удовлетворить станцию по условиям надежности теплоснабжения основного потребителя – ОАО «Гродно Азот». Поэтому была разработана схема ГТУ для ТЭЦ с поперечными связями. Данная схема является уникальной и получила патент на полезную модель (патент №10169 «Теплоэлектроцентральный высокодавления с газотурбинной установкой»).

Основная суть этой схемы состоит в том, что пар из котла-утилизатора поступает в общие паровые магистрали высокого и низкого давления, далее – на существующие турбины и к потребителям. При этом сохраняется преимущество по надежности: при отключении любого агрегата,

например, котла, турбины или ГТУ, оставшееся в работе оборудование обеспечит паром необходимых параметров ОАО «Гродно Азот».

В конкурсе на поставку основного газотурбинного оборудования приняли участие как российские компании, так и представители дальнего зарубежья – китайские и индийские изготовители. По результатам рассмотрения технических и финансовых условий поставки победителем конкурса стала индийская компания Bharat Heavy Electricals Limited (BHEL), которая предложила наименьшую стоимость оборудования и наиболее выгодные условия кредитования при соответствии предъявляемым техническим требованиям. >>>

## Партнеры из Нью-Дели

В Беларуси проект, реализуемый в филиале «Гродненская ТЭЦ-2» РУП «Гродноэнерго», в 2009-2013 годах стал первым в истории опытом сотрудничества с индийской компанией. В связи с этим было крайне важно перед стартом все изучить, познакомиться с возможностями и потенциалом зарубежных партнеров. И поэтому в августе 2009 года делегация представителей РУП «Гродноэнерго» и «БелНИПИ-энергопром» посетили Индию для ознакомления с производственной базой компании BHEL. Результативная поездка белорусских энергетиков привела к важному этапу сотрудничества – подписанию контракта.



Уже в сентябре Гродно встречал индийских коллег – представителей технических и финансовых подразделений компании BHEL. Любопытный момент, который остался за кадром телекамер и журналистов, но стал примером того, что у энергетиков есть свой эффективный язык для сотрудничества: текст контракта и приложения к нему были согласованы на русском и английском языках только к концу третьих суток. Помехой к более быстрому достижению соглашения явился языковой барьер. Поэтому ряд технических вопросов удалось решить при помощи схем и эскизов.

Подписание контракта на поставку газотурбинной установки PG9171E между компанией BHEL и РУП «Гродноэнерго» состоялось 17 сентября 2009 года в Минске в присутствии Министров иностранных дел Индии и Беларуси и представителей дипломатии.

## Армированные тонны, кубометры бетона и индийский шеф-монтаж

Специалистами проектного института РУП «БелНИПИ-энергопром» и РУП «Гродноэнерго» было принято решение до начала монтажа газотур-



бинной установки расширить часть здания главного корпуса, создать фундаменты под монтируемое оборудование и схему выдачи мощности, смонтировать газопровод, вспомогательные трубопроводы и оборудование, не входящее в основную поставку.

Сегодня только своеобразная «летопись» реализации проекта свидетельствует о том напряженном и ответственном времени. К концу 2010 года были залиты фундаменты под основание котла-утилизатора, дымовой трубы и металлоконструкции главного корпуса. Стройка с каждым днем становилась масштабней и мощнее. Наступил важный и ответственный этап в установке ГТУ. В ноябре 2011 года была произведена заливка фундамента под турбину: 54 т армирования, 900 м<sup>3</sup> бетона, 25 часов непрерывной работы специалистов и рабочих. Основное оборудование – газовая турбина, генератор, дожимной компрессор и др. – начинает поступать на станцию в мае 2012-го. В течение года велась напряженная работа по его монтажу и наладке.

Строительство и монтаж оборудования осуществлялись белорусскими организациями под руководством индийских шеф-инженеров. Ход реализации проекта контролировало руководство Министерства энергетики Республики Беларусь и ГПО «Белэнерго», в том числе с рассмотрением вопросов непосредственно на площадке строительства газотурбинной установки.

Май-июнь 2013 года отмечен пиком проведения пусконаладочных работ. В это время на ТЭЦ присутствовали до 14 инженеров компании BHEL по всем направлениям, а слова «строительная площадка» уже никак не подходили для объекта.

Горячий пуск ГТУ состоялся 25 июля 2013 года в 21 час 59 минут.

Во время этого важного события присутствовал генеральный директор РУП «Гродноэнерго» Владимир Шатерник. Руководили пуском главный инженер РУП «Гродноэнерго» Юрий Шмаков, директор Гродненской ТЭЦ-2 Александр Сумич и главный инженер Владимир Шкребов.

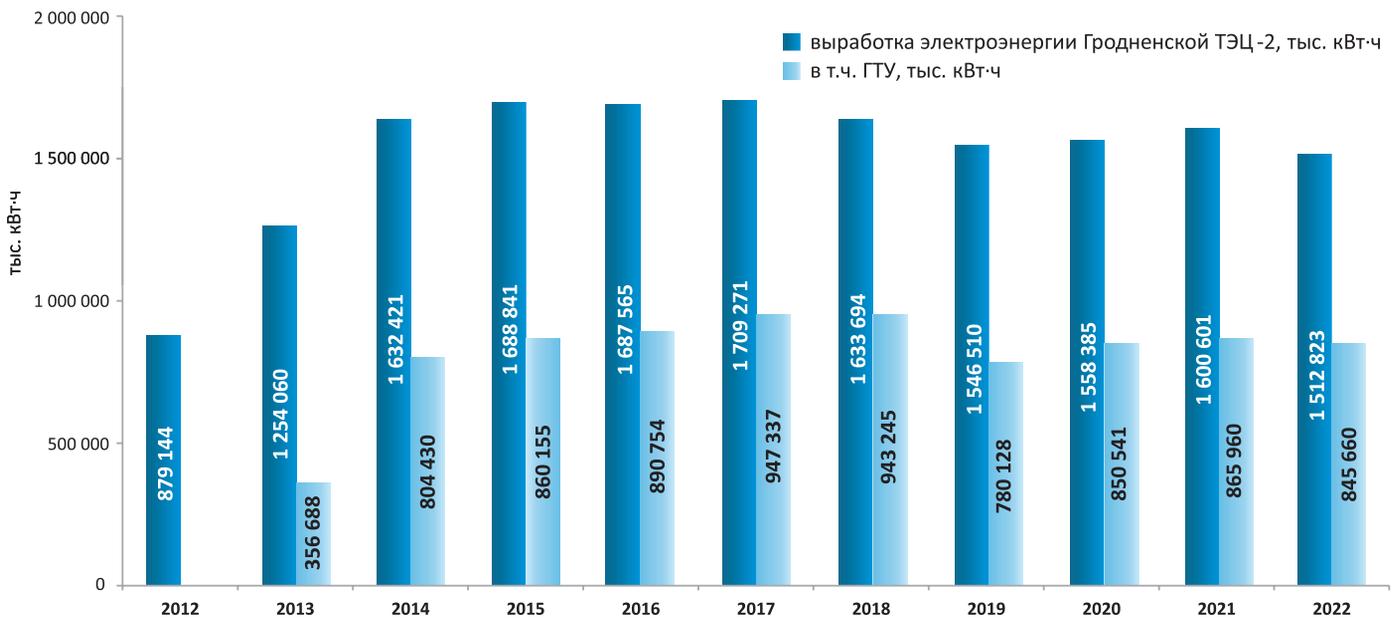
Итогом завершения пусконаладочных работ стало комплексное опробование ГТУ, начавшееся 26 июля 2013 года с 0 часов при номинальной нагрузке. 31 июля 2013 года комплексные 72-часовые испытания ГТУ успешно состоялись.

11 сентября 2013 года – дата принятия в эксплуатацию объекта. С этого дня установленная мощность станции возросла со 180,75 до 302,45 МВт. За счет увеличения почти в 2 раза выработки электроэнергии на неизменном тепловом потреблении экономия топлива в энергосистеме составила более 140 тыс. т у.т. в год, что позволило снизить выброс парниковых газов CO<sub>2</sub> на 172 тыс. т в год.

## Улучшения гродненских энергетиков

За прошедшие годы энергетики Принеманского края не только освоили различные режимы работы высокотехнологичного оборудования и основные ремонтные операции, но и внесли ряд существенных улучшений в тепловую схему газотурбинной установки с котлом-утилизатором:

- совершенствование схемы охлаждения оборудования парогазотурбинного цеха с годовым экономическим эффектом 261,8 т у.т.;
- разработка и ведение эффективных режимов работы блочного дожигающего устройства на котле-утилизаторе с годовым экономическим эффектом 1169,4 т у.т.;



**Рис. 1.** Годовая выработка электроэнергии Гродненской ТЭЦ-2

- увеличение производительности подогревателя сетевой воды котла-утилизатора с годовым экономическим эффектом 1098,9 т у.т.;

- установка насоса-регулятора расхода сетевой воды через ГПСВ с годовым экономическим эффектом 1382,9 т у.т.

Новая идея по внедрению современных парогазовых технологий позволила повысить эффективность производства электрической и тепловой энергии, кардинально увеличить выработку электроэнергии и значительно снизить удельный расход топлива на ее производство. Рост выработки электроэнергии на Гродненской ТЭЦ-2 за счет ввода ГТУ наглядно продемонстрирован на графике (рисунок 1).

Выработка электроэнергии на Гродненской ТЭЦ-2 с момента ввода ГТУ составила 15,5 млрд. кВт·ч электроэнергии, в том числе 8,6 млрд. кВт·ч выработала газотурбинная установка. Выработка электроэнергии всей станцией увеличилась в среднем на 718 млн кВт·ч ежегодно. Удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии снизился в среднем на 11,5 г/кВт·ч.

4 июня 2015 года на территории Гродненской ТЭЦ-2 был открыт памятный знак, посвященный совместной плодотворной работе индийских и белорусских специалистов. В его открытии в рамках Белорусско-Индийского бизнес-форума через организованный видеомост участвовали Президент Республики Беларусь Александр Лукашенко и Президент Республики Индия Пранаб Кумар Муерджи. Тесное сотрудничество спе-

циалистов двух стран позволило добиться качественной реализации проекта и последующей надежной работы оборудования.

На сегодняшний день ГТУ отработала более 78 тысяч часов, пройдя за 10 лет эксплуатации полный цикл инспекций согласно определенной заводом-изготовителем периодичности. Каждые 12000 эквивалентных часов работы выполняется инспекция камер сгорания, включающая в себя ревизию, а при необходимости, замену элементов камер сгорания газовой турбины. Инспекция тракта горячих газов проводится каждые 24000 эквивалентных часов работы. Последняя была проведена в 2022 году с заменой проточной части газовой турбины. При этом инспекция тракта горячих газов включает в себя также и объем работ инспекции камер сгорания. Самая масштабная по объему работ – главная инспекция или капитальный ремонт ГТУ, включающая, в том числе, объем работ предыдущих двух инспекций, проводится каждые 48000 часов. Так, по наработке оборудования в 2019 году была успешно выполнена главная инспекция газотурбинной установки с ремонтом компрессора, газовой турбины, дожимного компрессора, генератора, заменой сопловых и рабочих лопаток, подшипников и уплотнений.

Значительный объем работ по подготовке к проведению инспекций, включающий обеспечение как новыми необходимыми запасными частями, так и восстановление основных элементов, демонтированных в ходе

предыдущих инспекций, а также подготовка технической документации по выполнению работ осуществлялись специалистами РУП «Гродноэнерго». Непосредственные работы по проведению инспекций ГТУ выполнялись силами персонала ОАО «Белэнергоремналадка» с привлечением шеф-инженеров специализированных организаций. Специалисты компании ВНЕЛ кроме руководства проведением плановых ремонтных работ, оказывали консультативную помощь в установлении причин и устранении неполадок в прошедший период эксплуатации оборудования. Также для выполнения отдельных инспекций привлекались шеф-инженеры компании General Electric.

Благодаря высокому качеству введенного оборудования и квалифицированной эксплуатации удалось подтвердить не только все заявленные проектные показатели, но и высокую надежность и экономичность по итогам более 10 лет эксплуатации.

И сегодня газотурбинная установка Гродненской ТЭЦ-2 продолжает эффективно функционировать, внося значительный вклад в стабильную работу Белорусской энергосистемы. ■

**И.Н. Кайко, первый заместитель генерального директора – главный инженер РУП «Гродноэнерго»**



РУП «Гродноэнерго»  
e-mail:  
[volt@energo.grodno.by](mailto:volt@energo.grodno.by)  
Официальный сайт:  
[energo.grodno.by](http://energo.grodno.by)  
УНП 500036458

Продолжаем нашу постоянную рубрику. Сегодня вопросы проведения энергоаудитов и разработки планов мероприятий по энергосбережению осветят компетентные специалисты Департамента по энергоэффективности и подведомственных организаций.

**Юридическим лицом с годовым потреблением топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) 1,5 тыс. т у.т. и более, в соответствии с Положением «О порядке организации и проведения энергетических обследований (энергоаудитов)», утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 18 марта 2016 года № 216, проведено энергетическое обследование. В соответствии с законодательством следующее энергетическое обследование предстоит провести через 5 лет.**

**По результатам обязательного энергетического обследования организацией-энергоаудитором составляется отчет, содержащий перечень энергосберегающих мероприятий на предстоящую пятилетку с технико-экономическим обоснованием их эффективности, указанием сроков реализации и окупаемости мероприятий.**

**Энергосберегающие мероприятия, отраженные в отчете энергетического обследования, включаются в ежегодные планы мероприятий по энергосбережению юридических лиц и перечней мероприятий, направленных на достижение целевых показателей государственных программ в сфере энергосбережения (планы мероприятий).**

**В связи с модернизацией основного технологического оборудования, обновления технологий, создания высокотехнологичных производств и (или) изменением конъюнктуры рынка, например, сокращением объема производства определенного вида продукции, изменения тарифов на энергоресурсы (природный газ, тепловую и электрическую энергию), стоимости оборудования, материалов одно или несколько энергоэффективных мероприятий переходят в разряд не окупаемых (не энергоэффективных).**

**Что в данной ситуации должна предпринять организация?**



В соответствии с Положением «О некоторых мерах по реализации государственной программы в сфере энергосбережения», утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 18 марта 2016 года № 216 перечни мероприятий республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Совету Министров Республики Беларусь, формируются

на основании планов мероприятий и предложений подчиненных (входящих в состав – систему) организаций, которым доводятся показатели в сфере энергосбережения.

Перечни мероприятий обобщаются, Минского горисполкома формируются в том числе с учетом предложений юридических лиц, находящихся на территории соответствующей административно-территориальной единицы.

Отказ по объективным причинам от реализации ранее запланированных к реализации энергетическим аудитом энергоэффективных мероприятий может оказать негативное влияние на выполнение целевого показателя по энергосбережению как республиканского органа государственного управления, так и региона в целом.

Первый шаг, который должна сделать организация (предприятие), – провести либо повторное энергетическое обследование, либо корректировку существующего.

Понятно, что проведение через год-два в полном объеме повторного энергетического обследования предприятия – мероприятие не дешевое (финансово затратное, не являющееся остро необходимым). В такой ситуации логично провести корректировку существующего энергетического обследования, которая может быть проведена в рамках экспресс-энергоаудита.

Закон «Об энергосбережении» говорит следующее: обязательное энергетическое обследование (энергоаудит) юридического лица, у которого с момента окончания модернизации основного технологического оборудования, обновления технологий, создания высокотехнологичных производств прошло не более 3 лет, проводится в виде экспресс-энергоаудита. Статья 1 указанного Закона «Основные термины, используемые в настоящем Законе, и их определения» определяет, что экспресс-энер-

гоаудит – энергетическое обследование (энергоаудит) по отдельным направлениям потребления топливно-энергетических ресурсов, или одного из их видов, или вторичных энергетических ресурсов либо по отдельной группе энергопотребляющего оборудования, имеющее ограниченный характер как по объему, так и по времени проведения.

В нормативно-правовых актах отсутствует прямая ссылка на необходимость согласования с кем бы то ни было технического задания на проведение экспресс-энергоаудита. Учитывая, что обязательное энергетическое обследование при определенных условиях может быть проведено в рамках экспресс-энергоаудита, техническое задание на проведение последнего подлежит согласованию с региональными управлениями по надзору за рациональным использованием ТЭР Департамента по энергоэффективности.

В аналитической части отчета экспресс-энергоаудита приводится отчет о реализации ранее разработанных мероприятий по результатам предыдущего энергетического обследования (энергоаудита), то есть фактически приводится обоснование исключения из перечня энергосберегающих мероприятий на предстоящую пятилетку одного или нескольких ранее запланированных к внедрению мероприятий.

При этом не следует забывать, что организация-энергоаудитор – юридическое лицо, оказывающее услуги по энергетическому обследованию (энергоаудиту) юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, имеющее сертификат соответствия на выполняемые работы (оказываемые услуги) в данной сфере, выданный в порядке, установленном Национальной системой подтверждения соответствия Республики Беларусь. Отмечаем, что законодатель-

ство не указывает на необходимость, чтобы проведение экспресс-энергоаудита (в нашем случае – внесения изменений в обязательный энергоаудит) выполняла та же организация, которая ранее проводила обязательный энергоаудит.

Таким образом техническая часть вопроса раскрыта. Как же быть с выполнением целевого показателя по энергосбережению непосредственно организацией, ведомством, регионом?

Ответ прост – техническое задание на проведение экспресс-энергоаудита должно содержать пункт о необходимости замены исключаемого мероприятия как минимум равнозначным по экономии топливно-энергетических ресурсов энергоэффективным мероприятием. Соответственно, и сам отчет по энергоаудиту (экспресс-энергоаудиту) должен отвечать требованиям указанного технического задания.



**У юридического лица (с годовым потреблением топливно-энергетических ресурсов свыше 300 т у.т.) имеются филиалы с отдельным балансом, но без статуса юридического лица.**

**Должно ли такое юридическое лицо при разработке плана мероприятий по энергосбережению включать в него мероприятия по энергосбережению, запланированные филиалами, либо филиалы должны разрабатывать собственные планы мероприятий?**

**Каким образом в дальнейшем должна предоставляться государственная статистическая отчетность по форме 4-энергосбережение (Госстандарт)?**

В соответствии с Положением «О некоторых мерах по реализации государственной программы в сфере энергосбережения», утвержденного Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 18 марта 2016 года № 216 планы мероприятий по энергосбережению разрабатываются организациями с правом юридического лица. При этом в сводный план мероприятий включаются мероприятия филиалов.

Государственная статистическая отчетность по форме 4-энергосбережение (Госстандарт) предоставляется организациями, имеющими отдельный баланс, независимо от того, являются ли они отдельными юридическими лицами. Учитывая вышеизложен-



#### Справочно

Согласно Указаниям по заполнению формы государственной статистической отчетности 4-энергосбережение (Госстандарт), утвержденным постановлением Национального статистического комитета Республики Беларусь 12 августа 2022 года № 69 государственную статистическую отчетность 4-энергосбережение (Госстандарт) предоставляют обособленные подразделения юридических лиц, имеющие отдельный баланс.

ное, филиалы, обособленные подразделения, не являющиеся юридическими лицами, но выделенные на

отдельный баланс, независимо от потребления, напрямую предоставляют указанную отчетность. ■

**Интересующие вас вопросы можно направлять на электронную почту редакции [energy@bies.by](mailto:energy@bies.by) или в Директ нашего инстаграм-аккаунта [@energoeffektivnost](https://www.instagram.com/energoeffektivnost)**



# Прием заявок подходит к финалу

30 сентября – последний день приема заявок на участие в ежегодном конкурсе в сфере энергоэффективности, ресурсосбережения и экологичности «Лидер энергоэффективности Республики Беларусь-2023». Считанные дни остались до момента, когда авторитетное экспертное жюри начнет оценивать предприятия, продукты, технологии на предмет соответствия основным требованиям конкурса. В журнале «Энергоэффективность» рассказываем, какие решения и технологии представят на суд жюри предприятия страны в этом году.

## «Лидеры энерго-эффективности Республики Беларусь-2023»

Минское республиканское унитарное предприятие электроэнергетики «Минскэнерго» будет бороться за награду в подноминации **«Предприятие года»**. Предприятием в 2022 году внедрено 21 энергосберегающее мероприятие и получена годовая экономия ТЭР 45016,4 т у.т. (139,4 % от установленного задания) или 48 % в структуре экономии по ГПО «Белэнерго».

ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания» претендует на лидерство в категории «Предприятия – лидеры энергоэффективности Республики Беларусь-2023», в номинации **«Лидеры энергоэффективности в металлургии» (подноминация «Проект года»)**. В июне текущего года на предприятии был реализован энергосберегающий проект «Внедрение частотно-регулируемого электропривода на двигателе главного вентилятора ПГУ-1».

## «Цифровая трансформация, автоматизация, «умные» технологии»

УП «МИНСКОБЛГАЗ» представил в этой категории 3 своих продукта. Первый продукт – автоматизированная система управления на базе 1С Предприятие 8.3. ERP2, которая применяется в системе газоснабжения и газораспределения. Второй – система диспетчерского управления реализацией сжиженного углеводородного газа

в виде разработанного программного функционала в рамках эксплуатации модуля «Сжиженный газ» на базе продукта 1С Предприятие 8.3 конфигурации «1С: ERP Управление предприятием 2.0». Третий продукт – «Организация поуровневого учета расхода газа», сфера применения которого – система газоснабжения и газораспределения.

В номинации **«Лучшие проекты предприятий по внедрению энергоэффективных программных продуктов и решений»** данной категории ПРУП «Брестоблгаз» будет бороться за победу с продуктом «Внедрение оборудования для контроля температуры торфохранилищ с передачей данных по стандарту нового поколения NB-IoT». Комплекс может контролировать до восьми точек температуры в диапазоне от -60 до +300 °С.

## «Энергоэффективная технология года»

УП «Минскоблгаз» будет бороться за победу в номинации **«Автоматизированная система управления технологическими процессами»** с проектом «Система автоматического вождения с технологией разворота в конце полосы». Данная система применяется для выполнения технологических операций в сельском хозяйстве и позволяет повысить эффективность работы и экономию дизтоплива.

РПУП «Гомельоблгаз» намерено победить в данной номинации, представив два продукта: телемеханизированная система газоснабжения, которая оснащена современными устройствами и программным обеспечением и телемеханизированный газорегуляторный пункт, оснащенный системой телемеханики, которая автоматически и непрерывно контролирует и управляет режимами работы оборудования линий редуцирования отопительного оборудования.

В номинации **«Прочие энергоэффективные технологии»** филиал «Завод Химволокно» ОАО «Гродно Азот» будет бороться за награду, представив на конкурс решение «Реконструкция котельного цеха. Изменение схемы хранения и подачи резервного топлива».



ОАО «КРИОН» претендует на победу в данной номинации, представив техническое решение «Внедрение безмасляного винтового компрессора с частотно-регулируемым электроприводом и системой рекуперации тепловой энергии охлаждения компрессора». Суммарная эффективность внедрения данного мероприятия в год составила 593,9 т у.т. Гродненское республиканское унитарное предприятие электроэнергетики «Гродноэнерго» представит на суд жюри установку на Северной мини-ТЭЦ парового котла Е-50-1,4-250ГМ с широким диапазоном регулирования нагрузок от 10 до 50 т/ч (20–100 %) с полномасштабной АСУ ТП котла и вспомогательного оборудования, предназначенного для отпуска тепловой энергии для производственных нужд, отопления и горячего водоснабжения.

Два предприятия машиностроительной отрасли также будут бороться за награды конкурса в сфере энергоэффективности в данной категории. ОАО «Минский подшипниковый завод» реализовало на производстве энергосберегающую технологию «Замена винтового компрессора GA75 без частотно-регулируемого привода на современный винтовой компрессор мощностью 75 кВт со встроенным частотно-регулируемым приводом в корпусе латунных сепараторов», которая обеспечивает сжатым воздухом технологическое оборудование.

ОАО «Крановый завод» претендует на награды, представив на суд экспертов конкурса использование энергоэффективной технологии «Установка для сорбитизации колес «ЭЛСИТ-360/8-50». Данная технология применяется при закалке крановых колес для обеспечения нужд собственного производства.

В номинации **«Энергоэффективные системы на основе использования вторичных энергоресурсов»** ОАО «Савушкин продукт» претендует на награду, представив на конкурс решение по реконструкции воздушно-компрессорной станции капитального строения с инв. №100/С-3197 (здание главного производственного корпуса), расположенного по адресу: г. Брест, ул. Янки Купалы, 118, с целью рекуперации тепловой энергии от системы охлаждения воздушных компрессоров.

ОАО «Мозырский НПЗ» также будет бороться за лидерство в данной категории. После ввода в эксплуатацию комплекса гидрокрекинга тяже-

## **Прием заявок на конкурс продолжается. Церемония награждения победителей по традиции запланирована на 11 ноября**

лых нефтяных остатков предприятие полезно использует вырабатываемые вторичные энергетические ресурсы.

Процесс гидрокрекинга тяжелых нефтяных остатков обеспечивает решение стратегической задачи развития ОАО «Мозырский НПЗ» путем повышения глубины переработки нефти до 90 % при производстве продукции европейского качества, а также служит площадкой дальнейшего развития завода.

### **«Технология, проект года на основе возобновляемых источников энергии»**

УП «Минскоблгаз» будет бороться за победу с проектом «Техническая модернизация здания склада и гаражных боксов на территории площадки Копыльского РГС, в части обустройства системы отопления от электрических конвекторов с применением фотоэлектрических элементов». Подключение гибридной солнечной электростанции переменного тока мощностью 30 кВт рассчитано для нужд отопления гаражных боксов и других подсобных помещений в зимнее время, а также переключением потребителей в летний период согласно номинальной мощности солнечной электростанции.

### **«Энергоэффективный продукт года»**

УП «Минскоблгаз» в этой категории претендует на победу с двумя продуктами. Модернизация насосно-компрессорного отделения в части замены компрессоров в филиале Руденская ГНС представлена на номинацию **«Энергоэффективное промышленное (специальное) оборудование»**. Поверочная установка РБГ-УПСГ 4/6, представленная в номинации **«Приборы для учета и регулирования потребления ТЭР»**, служит для метрологической поверки малогабаритных приборов инди-

видуального учета расхода газа, в работе которых реализованы струйный и ультразвуковой методы измерения расхода. ООО «Производственное объединение «Энергокомплект» будет бороться за награду в номинации **«Прочие энергоэффективные продукты года»** с продуктом «Кабель силовой водоохлаждаемый».

Государственное предприятие «Управляющая компания холдинга «Белорусская цементная компания» претендует на лидерство в номинации **«Энергоэффективные строительные материалы и изделия»** с двумя продуктами: блоки из ячеистых бетонов стеновые, изготовленные по литевой технологии с добавлением гипса 1,5-350-35 и плита пенополистерольная теплоизоляционная, которая применяется для теплоизоляции конструкций фасадов стен, крыш, перекрытий, полов.

Республиканское производственное унитарное предприятие «Гомельоблгаз» будет бороться за победу в номинации **«Прочие энергоэффективные продукты»**. Предприятием представлен Комплекс испытания трубопроводной арматуры ПКТБА-С-3-300/40-П22-01-1.

### **«Использование электрической энергии для повышения эффективности энергосистемы Беларуси»**

Гродненское республиканское унитарное предприятие электроэнергетики «Гродноэнерго» претендует на победу в номинации **«Решения и технологии по эффективному использованию электрической энергии»** с решением «Проектирование и эксплуатация распределительных электрических сетей 0,4–10 кВ по ул. Совхозной в а.г. Дитва Лидского района» для электроснабжения систем электроотопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления потребителей. Внедрение проекта улучшило обслуживание потребителей.

Это далеко не все претенденты на победу в конкурсе «Лидер энергоэффективности Республики Беларусь – 2023», все еще идет прием заявок, и поэтому есть время заявить о себе. Церемония награждения победителей по традиции запланирована на 11 ноября – Международный день энергосбережения. ■

По материалам  
[www.energokurs.by](http://www.energokurs.by)



# Распространение «умных» энергоэффективных технологий «Умная» транспортная система

Продолжаем серию публикаций по материалам доклада Евразийской экономической комиссии «Распространение «умных» энергоэффективных технологий». На этот раз речь пойдет о применении УЭТ в транспортной системе.

«Умная» транспортная система – это «интеграция современных информационных и коммуникационных технологий и средств автоматизации с транспортной инфраструктурой, средствами и пользователями, ориентированная на повышение безопасности и эффективности транспортного процесса»<sup>1</sup>.

## УЭТ на транспорте. Детализация

Функции «умной» системы транспорта включают в себя:

- отслеживание в режиме реального времени состояние трафика на дорогах;
- моделирование возможных дорожных заторов, оперативное обнаружение и реагирование на транспортные происшествия, отслеживание загруженности общественного транспорта и др.;
- фиксация скорости потока, количества автомобилей и общественного транспорта;
- отслеживание метеоусловий и состояния трассы, чтобы в случае необходимости предупредить водителей о затруднениях на дороге и подсказывать объездные пути.

Технической основой «умной» транспортной системы служат камеры видеонаблюдения, детекторы транспортного потока и т.д., передающие информацию в единый транспортный центр, на основе которой работники могут принимать оперативные решения.

В «умную» транспортную инфраструктуру также входят «умные» светофоры, автоматизированное уличное освещение, паркоматы, работающие на энергии, полученной из альтернативных источников (солнечные панели или мини-ветрогенераторы, установленные на корпусе устройства), а также автоматизированная система климат-контроля в салонах общественного транспорта, которые повышают «интеллектуальность» и энергоэффективность городской среды.

«Умные» светофоры управляются специальной программой, позволяющей устройству автоматически менять режимы работы на основе информации о дорожном движении, поступающей с других аналогичных приборов.

Система автоматизированного и энергоэффективного уличного освещения работает по заложенному алгоритму, получая информацию с различных датчиков о степени освещенности дороги и текущих метеорологических условиях, что позволяет оптимизировать работу системы и снизить энергопотребление. Данные объекты могут также автоматически переходить на потребление электроэнергии от солнечных панелей, которые можно установить на корпус объекта. «Умные» фонари со светодиодами солнечного спектра способны выдерживать экстремальный

*На территории стран ЕАЭС функционирует приложение-навигатор. С его помощью водитель прокладывает маршрут и получает доступ к информации о пробках и дорожных происшествиях, путях объезда. Положительный эффект в части энергоэффективности от использования подобных навигаторов заключается в сокращении расхода топлива автотранспортом и уменьшении выбросов вредных веществ в атмосферу.*

**В настоящее время в Китае реализуется более 800 программ «умного» города, в том числе с использованием искусственного интеллекта. Благодаря этому показатель энергосбережения увеличился до 68,4 %**

температурный режим в диапазоне от минус 60°C до плюс 40°C, высокую влажность и перепады атмосферного давления.

Повысить уровень комфорта передвижения и снизить выбросы углерода позволяют электронные средства дистанционной оплаты проезда на платных магистралях. Таким образом, на данных участках дороги при въезде и выезде не образуется транспортных заторов, что позволяет снизить время в пути и увеличить пропускную способность участка.

Можно выделить следующие преимущества «умной» транспортной системы<sup>2</sup>:

- повышение средней скорости движения транспортных средств;
- оптимизация работы общественного транспорта с учетом его загруженности;
- обеспечение возможности выбора оптимального по удобству и скорости маршрута;
- снижение объемов вредных выбросов;
- уменьшение площади/зоны повышенного износа дорожного полотна;
- снижение опасности дорожного движения, уменьшение числа ДТП и смертности на дорогах;
- увеличение доли использования электроэнергии из альтернативных источников энергии при работе объектов уличного освещения, электронных табло и светофоров.

Лидерами по внедрению «умных» транспортных систем как правило выступают мегаполисы, являющиеся

крупными пассажирскими и грузовыми хабами национального и международного масштаба: Нью-Йорк, Сингапур, Токио и др.

Китай является мировым лидером по количеству «умных» городов (12 городов). В настоящее время в Китае реализуется более 800 программ «умного» города, в том числе с использованием искусственного интеллекта для мониторинга и устранения проблем с городским трафиком, а также оперативного управления сетью наружного освещения. При внедрении данных инструментов показатель энергосбережения увеличился до 68,4 %.

Действующая программа Правительства Индии «Миссия «Цифровая Индия»» включает городские проекты, связанные с «умной» системой парковок, «умным» освещением улиц, а также электробусами.

В 2021 году в городе Питтсбург (США) удалось сократить время, которое пассажир в среднем проведет в пути, на 25 %, а степень загруженности дорог — на 40 %, используя радарные датчики и камеры на каждом светофоре для распознавания дорожной активности<sup>3</sup>. Данные датчиков обрабатывались «искусственным интеллектом» для оптимизации транспортного потока, реагируя на условия трафика в режиме реального времени. Данная система использует полностью децентрализованный подход к управлению движением: каждый светофор автономно переключает режимы на основе фактического входящего потока транспортных средств. Опора на децентрализованное управление перекрестком обеспечивает максимальное реагирование в режиме реального времени на фактические условия движения, а передача прогнозируемых потоков соседним светофорам позволяет координировать действия и создавать «зеленые» коридоры. Еще одним преимуществом оптимизации работы светофоров является снижение выбросов от автомобилей на холостом ходу.

В Республике Беларусь в целях создания благоприятной среды проживания в Оршанском районе Витебской области реализована подпрограмма «Умный город» в рамках

Программы развития Оршанского района на период до 2023 года. В ее основу заложен комплексный подход к повышению качества жизни населения и уменьшению издержек при управлении регионом. Данная типовая концепция развития «умных» городов будет распространена на другие 11 городов Республики Беларусь.

На территории Российской Федерации с 2018 года реализуется ведомственный проект «Умный город»<sup>4</sup> в составе национального проекта «Жилье и городская среда» и национальной программы «Цифровая экономика». В рамках проекта проводятся мероприятия, направленные на повышение конкурентоспособности российских городов, создание безопасной среды города для горожан, повышение благосостояния людей, улучшение инвестиционного климата.

Для оценки эффективности цифровой трансформации городов Российской Федерации разработана методика<sup>5</sup>, согласно которой ежегодно проводится мониторинг развития цифровой трансформации городского хозяйства Российской Федерации по нескольким направлениям, среди которых инновации для городской среды, «умное» жилищно-коммунальное хозяйство, «умный» городской транспорт, экономическое состояние и инвестиционный климат и другие.

Ежегодно представляются результаты оценки хода и эффективности цифровой трансформации городского хозяйства Российской Федерации (IQ городов)<sup>6</sup>. В рейтинге участвует 203 города, оценка составляется по 47 показателям и 10 направлениям: городское управление, умное ЖКХ, инновации для городской среды, умный городской транспорт, интеллектуальные системы общественной и экологической безопасности, туризм и сервис, интеллектуальные системы социальных услуг, экономическое состояние и инвестклимат, а также инфраструктура сетей связи. В тройке лидеров – Москва, Санкт-Петербург и Нижний Новгород.

Городами-лидерами по «умному» уличному освещению выступают Париж, Мадрид, Джакарта и др. (График 1)<sup>7</sup>. Переход на «умное» энергоэффективное уличное освещение в г. Париже (Франция) позволил сэкономить около 70 % ежегодных затрат города на электроэнергию для уличного освещения. Уличные фонари г. Мадрида (Испания) управляются дистанционно и контролируются в едином командном центре, что позволяет эко-



**В г. Минске (Республика Беларусь) в мае 2022 года прошли испытания проекта по установке «умных» столбов, оснащенных светодиодными модулями уличного освещения с гибкими настройками (время включения/выключения, регулировка яркости). На столбах также имеются станции зарядки электромобилей и платежные терминалы для оплаты зарядки. «Умный» столб, кроме прочего, оборудован точкой доступа Wi-Fi, системой видеонаблюдения и таким образом становится точкой инфокоммуникационной структуры.**



**График 1.**

Сокращение ежегодных затрат города на электроэнергию уличного освещения

номить 44 % ежегодных затрат города на электроэнергию, а в г. Барселона (Испания) переход на «умное» освещение сократил энергозатраты на уличное освещение на 30 % и повысил доступность и качество интернет-связи за счет подключения к уличным фонарям точек Wi-Fi<sup>8</sup>.

## Наука и транспорт

Развитие науки и инноваций в сфере транспорта, в том числе разработка и внедрение «умных» транспортных систем, энергосберегающих технологий, экологических («зеленых») технологий, является одним из приоритетов транспортной политики государств – членов ЕАЭС<sup>9</sup>. Основными этапами реализации сотрудничества стран ЕАЭС в данной сфере определены:

- анализ существующих в государствах-членах «умных» транспортных систем;
- выработка и принятие согласованных подходов по взаимодействию национальных «умных» транспортных систем;
- совершенствование взаимодействия национальных «умных» транспортных систем.

Дорожная карта по реализации транспортной политики государств – членов ЕАЭС на 2021–2023 годы предусматривает широкий спектр мероприятий, направленных на последовательное развитие всех видов и систем транспорта, в том чис-

**В 2021 году в Казахстане при содействии ЕАБР реализован проект строительства «умного» освещения на базе энергосберегающих технологий. Новое освещение было проведено на 238 улицах и одной трассе (Атырау – Актобе) общей протяженностью 242,6 км. В результате затраты на энергопотребление сетей уличного освещения снизились на 80 %, расходы на обслуживание – на 36 %, годовые выбросы углекислого газа – на 0,6828 тонны. Проект стал победителем престижной международной премии Environmental Finance’s 2021 IMPACT Awards.**

ле «умных» транспортных систем, гармонизацию законодательства в данной сфере<sup>10</sup>.

За последние годы Республика Армения прилагает большие усилия для внедрения «умной» и эффективной транспортной системы за счет использования современных технологий. В 2018 году Правительство страны утвердило Концепцию создания системы «умный» город, которая в том числе включает формирование надежной и эффективной транспортной сети<sup>11</sup>. В г. Ереване к концу 2022 года на 50 перекрестках были установлены «умные» светофоры<sup>12</sup>, на которых датчики определяют количество проходящих транспортных средств и на этой основе автоматически рассчитывают интенсивность включения зеленого света.

В Республике Беларусь запущены некоторые элементы «умной» транспортной системы:

- постоянно действующая транспортная модель, работающая в режиме реального времени;
- ситуационное управление дорожным движением в зависимости от полученной оперативной информации от других подсистем, в том числе с устройством знаков переменной информации;
- электронный сбор и контроль платы за проезд;
- метеомониторинг и др.

В г. Минске установлено более 100 000 «умных» фонарей. Экономия электроэнергии заключается в следующем:

- использование светодиодов, которые потребляют вдвое меньше энергии, чем галогенные лампы;
- в темное время суток, когда интенсивность движения на улице падает, яркость фонарей снижается на 30–70 %;
- система фонарей оповещает о неполадках, из этого следует, что регулярный профилактический осмотр не требуется.

С 2016 года в Республике Казахстан ведет работу Технический комитет по стандартизации интеллектуальных транспортных систем<sup>13</sup>. В числе его задач – создание системы,

## **В г. Минске установлено более 100 000 «умных» фонарей**

в которой будут объединены организация дорожного движения и обеспечение безопасности на дорогах.

В г. Алматы реализуется программа по использованию «умных» светофоров: установлено около 100 устройств. К концу 2022 года планировалось установить 500 таких светофоров<sup>14</sup>.

Создание и развитие «умной» транспортной сети в Российской Федерации предусмотрено Транспортной стратегией на период до 2030 года. В 2021 году в 24 субъектах Российской Федерации создано или модернизировано 15 центров управления дорожным движением, с которыми интегрировано 1350 детекторов транспортного потока, 630 камер видеонаблюдения, 460 умных светофоров, 115 комплексов фотовидеофиксации нарушений правил дорожного движения, 70 «умных» остановок, 45 метеостанций.

На территории Российской Федерации функционируют сотни тысяч «умных» фонарей, а в крупных городах страны установлены «умные» светофоры, что сокращает время нахождения в пробках более чем на 40 %, за счет чего почти на 21 % уменьшаются вредные выбросы в атмосферу.

По мнению некоторых исследователей<sup>15</sup>, перспективной инновацией ближайшего будущего может стать технология «цифрового двойника города». Она позволяет создать комплексную модель реального города на основе практически непрерывного сбора и анализа актуальных данных, разработать прогноз развития города на среднесрочную и долгосрочную перспективу и, что особенно важно, провести тестирование реализации определенных проектов и решений на модели и оценить их эффекты и последствия для экономики города и благополучия горожан.

В сфере энергоэффективных технологий «цифровые двойники» позволяют решать не только технологическую задачу оптимального распределения нагрузки, но и экономические задачи, включая поиск оптимальных режимов работы энергоэффективных технологий, оптимизации расходов ресурсов, а также, исходя из инвестиционных оценок, сценариев технического перевооружения и ремонта оборудования, обучения сотрудников. ■

**По материалам eec.eaunion.org**

*Следующая публикация будет посвящена «умному» производству.*

### **Ссылки**

1. Решение Высшего Евразийского экономического совета от 26 декабря 2016 года № 19 «Об Основных направлениях и этапах реализации скоординированной (согласованной) транспортной политики государств – членов Евразийского экономического союза» <https://docs.cntd.ru/document/456056120>.
2. РБК <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5ef0c7849a7947bad518dfb5>.
3. <https://smartcityhub.com/mobility/smart-traffic-control/>.
4. Приказ Министра России от 25 декабря 2020 г. №866/пр «Об утверждении Концепции проекта цифровизации городского хозяйства «Умный город»».
5. Приказ Минстрой РФ от 31 декабря 2019 г. № 924/пр «Об утверждении методики оценки хода и эффективности цифровой трансформации городского хозяйства в Российской Федерации (IQ городов)».
6. Минстрой РФ, Рейтинг уровня цифровизации городского хозяйства регионов России за 2021 год.
7. <https://iot-analytics.com/top-10-cities-implementing-connected-streetlights/>.
8. <https://www.github.org/infrastructure-technology-use-cases/case-studies/smart-street-lighting/>.
9. Решение Высшего Евразийского экономического Совета от 26 декабря 2016 года № 19 «Об Основных направлениях и этапах реализации скоординированной (согласованной) транспортной политики государств – членов Евразийского экономического союза» <https://docs.cntd.ru/document/456056120>.
10. ЕЭК <http://www.eurasiancommission.org/ru/nae/news/Pages/19-02-2021-4.aspx>.
11. Распоряжение Правительства Армении от 01.03.2018 г. № 8 «Концепция создания «умного города» и перечень мер для ее реализации до 2020 года».
12. ArmenPress <https://armenpress.am/rus/news/1082990.html>.
13. Официальный информационный ресурс Премьер-Министра Республики Казахстан <https://primeminister.kz/ru/news/v-kazahstane-v-pervye-vvedena-standartizatsiya-intellektualnyh-transportnyh-sistem>.
14. Sputnik. Казахстан <https://ru.sputnik.kz/20210519/Sistema-umnykh-svetoforov-polnostyu-17099178.html>.
15. Отчет Hype Cycle for Smart City Technologies and Solutions, 2022.

# «Энергомарафон» стартует!

## Пример лучших

В Беларуси дан старт XVII республиканскому конкурсу «Энергомарафон». Департамент по энергоэффективности объявил о проведении в 2023/2024 учебном году очередного состязания. Данный конкурс нацелен на формирование у детей активной социальной позиции к рациональному и эффективному использованию энергоресурсов, бережному отношению к окружающей среде, а также выявлению и распространению передового опыта учреждений образования по организации энергосбережения.



гиона. Коллектив гимназии, учитывая теснейшие связи в реализации всех Целей устойчивого развития между собой, выделил приоритетным направлением цели энергосберегающей тематики.

Первым шагом в создании системы информационно-пропагандистской работы с учащимися по вопросам энергосбережения стала организация в рамках республиканского инновационного проекта «Внедрение модели организации деятельности учреждения образования как Школы рационального энергоресурсопотребления» (2014–2016 гг.) общегуманитарного, образовательного, многоаспектного, динамичного пространства. Оно стало механизмом непрерывного наращивания компетенций, способов освоения содержания образования и приобретения опыта энергосберегающего, экологически ответственного, экономически оправданного поведения учащихся. Проект осуществлялся при поддержке Министерства образования Республики Беларусь.

Инновационная деятельность гимназии показала, что эффективным механизмом может стать система социального партнерства различных учреждений образования и неформальных инициатив для достижения единой цели. Примером послужила деятельность в Мстиславском районе партнерской сети учреждений образования, объединенных идеями образования в интересах устойчивого развития, состоящей из 9 государственных учреждений образования и одной неформальной

образовательной инициативы. На протяжении нескольких лет предпринимались конкретные шаги для развития и систематизации деятельности Партнерской сети, связанные с решением информационно-образовательных задач.

Первым шагом на пути к созданию региональной системы информационно-пропагандистской работы стало формирование на базе гимназии г. Мстиславля Ресурсного центра рационального энергоресурсопотребления Партнерской сети. Следующим шагом для распространения уже наработанного опыта на региональном и межрегиональном уровнях стала организация деятельности областного Ресурсного инновационного центра по организации информационно-пропагандистской работы в сфере рационального энергоресурсопотребления учащихся.

В 2021 году областной ресурсный инновационный центр трансформировался в единую инновационную платформу на базе гимназии – «Виртуальный центр реализации целей устойчивого развития». Цель проекта: презентация модели ресурсного инновационного центра реализации ЦУР по совершенствованию информационно-пропагандистской деятельности учреждений образования в вопросах рационального использования энергетических ресурсов и использования сетевых технологий для расширения масштаба применения созданных образовательных практик.

Основными формами деятельности Центра стали интерактивные образовательные проекты двух основных направлений: образовательного, как необходимого фундамента любых практических действий, и практического, в виде методологических примеров практических действий.

Наиболее масштабные, актуальные и методически инновационные образовательные проекты Центра: «Академия ЦУР», «Марафон ЦУР «ЭкоМы Мстиславль», турнир знатоков ЭКОлогии и ЭКОномии «2 ЭКО», проект «Школа молодых «Сохраним энергию», интернет-фестиваль «ЭкоМы» Мстиславль, проект «Соглашение мэров Мстиславль», экологический праздник «Мы за чистую энергию!» и другие. О некоторых из них расскажем далее.

До конца года в учреждениях образования областей и г. Минска пройдут отборочные региональные этапы конкурса с подведением итогов в январе–феврале 2024 года. Заключительный этап XVII республиканского конкурса «Энергомарафон» состоится в марте 2024 года в Гомельской области. Приглашаем детей и школьные коллективы принять активное участие в конкурсе, а также раскрыть свой творческий и интеллектуальный потенциал.

Для вдохновения будущим участникам мы расскажем о победителе прошлого года конкурса «Энергомарафон» в номинации «Система образовательного процесса и информационно-пропагандистской работы в сфере энергосбережения в учреждении образования» – гимназии г. Мстиславля. На протяжении последних 10 лет учреждение в своем развитии основывается на внедрении современных инновационных технологий в образовании. Перспективное планирование работы здесь неразрывно связано как с мировой концепцией устойчивого развития, сохранения ресурсов для будущих поколений, так и со стратегическими планами развития Мстиславского ре-

QR-коды всех доступных сайтов и приложений, предоставленные гимназией г. Мстиславля, которые помогут развивать направление энергосбережения в школах, мы оставим здесь.



## Мульти-идейный проект

«Академия ЦУР» является отдельным региональным интерактивным образовательным проектом Центра гимназии г. Мстиславля и отдела по образованию Мстиславского райисполкома. Он направлен на повышение уровня знаний педагогов, школьников и их родителей по вопросам реализации ЦУР. Практическая реализация проекта была начата в январе 2022 года и рассчитана на 3 года. Сайт «Академии ЦУР» представляет собой интерактивный методический ресурс для проведения классных мероприятий или самостоятельного освоения материала педагогами, детьми и их родителями.

Как наиболее крупный интерактивный проект и пример использования инновационного менеджмента для масштабирования деятельности Центра и ее результатов можно представить «Марафон ЦУР «ЭкоМы Мстиславль».

Первым опытом создания детьми на уроках информатики мультимедийных продуктов и их публикации в Интернете был проект «Школа молодых «Сохраним энергию». Работы «За чистую планету», «Мы ЗА будущее!», «Энергосбережение и Я» – не только информационные ресурсы, но и отражение активной позиции их авторов по вопросам энергоресурсосбережения.

Интернет-фестиваль «ЭкоМы» Мстиславль представлял собой впервые опробованную форму интерактивной деятельности, в которой на одной Интернет-платформе предлагалось собрать цифровые ресурсы – авторские материалы, связанные с энергосбережением, экологией, устойчивым развитием региона, соз-

данные учащимися и педагогами различных учреждений образования Мстиславского района.

Турнир знатоков ЭКОлогии и ЭКОномии «2 ЭКО» – это серия интерактивных турниров для стимулирования образовательной деятельности учащихся в области устойчивого развития региона. Турниры проходили по трем тематическим направлениям (экология, экономия ресурсов и энергосбережение) в двух возрастных категориях (1–4 классы и 5–8 классы).

В 2017 году город Мстиславль присоединился к «Соглашению мэров по климату и энергии» – международной инициативе местных органов власти, которые взяли на себя добровольные обязательства по снижению выбросов парниковых газов на территории своих городов или районов. Представители Центра вошли в состав инициативной группы Мстиславского райисполкома по реализации мероприятий в рамках «Соглашения Мэров».

В гимназии г. Мстиславля создана творческая группа из педагогов, активно занимающихся созданием и внедрением авторских образовательных материалов, посвященных энерго- и ресурсосбережению. Материалы творческой группы размещены на сайте гимназии в разделе «Методическая копилка» Центра рационального энергосбережения.

Активно используются и традиционные формы внеурочной деятельности: классные и информационные часы, конкурсы, выставки работ учащихся («Будет ли тепло в нашем доме зимой?», «Нетрадиционные источники энергии», «Сила ветра на службе у человека», «Энергосберегай», «В мире удивительного: виртуальное путешествие на самую большую

ТЭС Беларуси», «Ресурсосбережение глазами нового поколения», экскурсии на объекты энергетики и экологии).

Активным информационным проводником идей экологичной жизни и энергосбережения в средствах массовой информации стал проект «Межшкольное телевидение» («MTVM»), созданный в начале 2019 года учителями и учащимися ГУО «Гимназия г. Мстиславля».

## Результативность

Опыт работы педагогов гимназии г. Мстиславля по энергосбережению регулярно представлялся на республиканском конкурсе «Энергомарафон».

На заключительном этапе конкурса «Энергомарафон-2015» деятельность Центра была представлена в проекте «Школа рационального энергоресурсопребления» и удостоена Диплома III степени и денежного сертификата. В результате финансового гранда в гимназии были установлены энергосберегающие и диодные лампы.

Примером системности и успешности инновационных решений, применяемых в рамках Центра, может служить проект «Интеллектуальная мастерская устойчивых перемен – центр практик информационно-пропагандистской работы в сфере энергосбережения», который согласно решению жюри стал победителем заключительного этапа республиканского конкурса «Энергомарафон-2018» и удостоен Диплома I степени и денежного сертификата. В результате финансовой поддержки в гимназии были установлены энергосберегающие окна и двери, а также оборудована современная осветительная сеть.

На областном этапе конкурса «Энергомарафон-2020» проект «Марафон целей устойчивого развития «ЭкоМы Мстиславль», рассматривающий деятельность Центра был награжден Дипломом II степени.

Спустя 2 года кропотливой и плодотворной работы Центра на республиканском этапе конкурса «Энергомарафон-2022» проект «Центр реализации целей устойчивого развития – системный ресурс информационно-образовательной деятельности в сфере энергосбережения» награжден Дипломом I степени с представлением денежного гранда. ■

**С.А. Кольцов, учитель информатики ГУО «Гимназия г. Мстиславля»**  
**Н.Т. Ивченко, редактор журнала «Энергоэффективность»**

## Энергетики Витебщины работают в соответствии с графиками

Витебская энергосистема – крупнейшая из областных и вторая после Минской. По объемам выработки электроэнергии она занимает лидирующее положение в республике. За прошедший год более 30 % всей электроэнергии в стране произведено на Витебщине. О подготовке энергосистемы самого северного региона Беларуси к ОЗП 2023/2024 годов – далее.



Энергоснабжение населения и промышленных предприятий в Витебске, Орше, Полоцке, Новополоцке и Новолукомле обеспечивают ГРЭС, ТЭЦ и котельные, которые оснащены самым современным оборудованием, позволяющим безопасно и надежно выполнять главную функцию – поставлять свет и тепло потребителям.

Для того, чтобы отопительный период 2023/2024 годов прошел без чрезвычайных ситуаций, в домах жителей Витебщины было тепло и уютно, в РУП «Витебскэнерго» активно ведутся работы по подготовке энергосистемы к предстоящему осенне-зимнему периоду. Создана оперативная группа по координации предпринятых подготовительных работ, обеспечению рациональных режимов теплоснабжения потребителей и экономного использования топливно-энергетических ресурсов, а также специальные комиссии по провер-

### Справочно

В Витебской области около 95 % бытовых потребителей уже перешли на электронные приборы учета электроэнергии. Поэтапно они включаются в систему «АСКУЭ-быт», которая ежемесячно в автоматическом режиме обеспечивает съем показаний счетчиков. В регионе системой охвачено более 57 % абонентов. Полную автоматизацию расчетов за электроэнергию планируется завершить к концу 2025 года.

ке готовности филиалов предприятия к работе в осенне-зимний период. Разработаны организационно-технические мероприятия по обеспечению надежного и бесперебойного энергоснабжения предприятий народного хозяйства и населения области.

Своевременная подготовка энергообъектов к отопительному периоду позволит обеспечить надежную работу оборудования в зимние холода. В рамках ремонтной кампании уже выполнена инспекция оборудования на блоке парогазовой установки Лукомльской ГРЭС, капитальные и средние ремонты завершены на 17 единицах теплотехнического оборудования, в том числе 5-ти энергетических котлах, 4-х турбинах, 8-и водогрейных и паровых котлах.

В настоящее время выполняется комплексный ремонт на 17 подстанциях напряжением 35–110 кВ, на пяти – ремонтные работы закончены. В соответствии с графиком в филиалах электросетей идут текущие ремонты оборудования подстанций 35–330 кВ, проводятся работы по реконструкции сетей, замене устаревшего оборудования на современное.

Специалисты проверяют средства противоаварийной и режимной автоматики, технологического и диспетчерского управления, исправность машин и механизмов, резервные источники электрической энергии и др.

На особом контроле находятся работы на тепловых сетях Витебска, Новополоцка, Полоцка, Орши и Барани. За 8 месяцев заменено 11,356 км (96,7 %) тепловых сетей в однотрубном исполнении. Широко применяется практика укладки предизолированных труб, которые, благодаря своим качествам, минимизируют потери тепла и значительно увеличивают сроки эксплуатации тепловой сети. Проведено 31 гидравлическое испытание, 10 эксплуатационных. Выявлено и устранено 216 дефектов. При реконструкции смонтировано 21,9 км тепловых сетей, или 87,6 %, введено в эксплуатацию 5,3 км.

По филиалам и подразделениям РУП «Витебскэнерго» подлежат регистрации 53 паспорта готовности потребителей тепловой энергии и 14 паспортов готовности теплоисточников. На 1 сентября зарегистрировано 50 паспортов готовности потребителей тепловой энергии и 14 паспортов готовности на теплоисточники.

**Витебское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР**

## Готовность к ОЗП РУП «Могилевэнерго»

Подготовка к устойчивой и надежной работе всех систем теплоснабжения и теплотребления в предстоящий отопительный период – ежегодная задача энергоснабжающих организаций и потребителей. Могилевским облисполкомом был разработан график мониторингов регионов областной комиссией по координации проведения подготовительных и ремонтных работ, создания необходимых запасов топлива на осенне-зимний период 2023/2024 годов. Рабочими группами за период с июня по август 2023 года было проведено 34 мониторинга. В составе групп принимали участие специалисты Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР. В материале – о ходе подготовки к ОЗП объектов РУП «Могилевэнерго».



Оперативной группой предприятия координируется проведение подготовительных и ремонтных работ, рассматриваются вопросы ремонта оборудования электростанций, котельных, тепловых и электрических сетей, обеспечения рациональных режимов теплоснабжения потребителей и экономного использования топлива и энергии. Данные вопросы обсуждаются на селекторных совещаниях и заседаниях Штаба по рассмотрению вопросов подготовки к ОЗП 2023/2024 годов Министерства энергетики Республики Беларусь.

В настоящее время готовность всех объектов РУП «Могилевэнерго» к ОЗП 2023/2024 годов составляет 100 %, проблемных вопросов по подготовке нет.

В рабочем порядке производится замена, реконструкция и ремонт тепловых сетей в рамках следующих проектов:



- «Реконструкция теплосети от УТ-1 (ВВ1-4) до УТ-7 (ТК7-4) ул. Круулина, с увеличением пропускной способности трубопроводов и строительством нового участка для теплоснабжения квартала многоквартирной жилой застройки в районе ул. Круулина в г. Могилеве». 2 очередь строительства. Реконструировано 1,78 км;

- «Реконструкция участка тепловой сети Магистралы № 17 (от котельной № 1) от ТК 7-17 по ул. Кирова до ЦТП-61 по ул. Крупской, 61А в г. Могилеве», общая протяженность – 0,202 км. Смонтировано 100 %;

- «Реконструкция тепловой сети от ТК 35-4 до ТК 38-4 по ул. Ленинской и от ТК 38-4 до ТК 40-4 по ул. Советской в г. Костюковичи», общая протяженность – 0,506 км. Смонтировано 100 %;

- «Реконструкция тепловой сети от ТК3-3 до ТК4-3 по ул. Ленинская в г. Костюковичи», общая протяженность – 0,368 км. Смонтировано 100 %;

- «Реконструкция участка тепловой сети Магистралы № 9 (МТЭЦ-2) от ТК 71-9 до ЦТП-4 к по пр-ту Витебский в г. Могилеве, общая протяженность – 0,336 км. Смонтировано 100 %.

В данное время РУП «Могилевэнерго» приводятся в надлежащее состояние полосы леса, прилегающих к просекам высоковольтных линий, создаются запасы топлива, выполняются ремонты и мероприятия по повышению надежности основного оборудования, тепловых, электрических сетей и др. На начало сентября РУП «Могилевэнерго» получено 100 % паспортов готовности (32 потребителей и 18 теплоисточников).

**И.В. Старовойтова,**  
главный специалист сектора  
нормирования (теплоисточники)  
ИЭО Могилевского областного  
управления по надзору  
за рациональным  
использованием ТЭР

## Подготовка к отопительному периоду в Гомельской области

Гомельским областным управлением по надзору за рациональным использованием ТЭР проведены контрольные мероприятия в части выполнения энергоснабжающими организациями и потребителями тепловой энергии работ по подготовке к отопительному периоду, соблюдения режимов работы теплоисточников и тепловых сетей и требований законодательства в сфере рационального использования топливно-энергетических ресурсов.

Проведено 33 мониторинга и 5 выборочных проверок. В ходе проверок и мониторингов обследован 171 объект, в том числе: 36 теплоисточников, 25 мест хранения местных видов топлива, 68 многоквартирных жилых домов, 67 иных зданий и сооружений, 2,2 км тепловых сетей.

В ходе проверок и мониторингов контролировалось состояние систем автоматического регулирования потребления тепловой энергии (в том числе оснащенность многоквартирных жилых домов с числом квартир 8 и более), состояние тепловой изоляции трубопроводов и оборудования, ограждающих конструкций жилых домов, оснащение запорной арматурой отопительных приборов в местах общего пользования и другие вопросы в строгом соответствии с требованиями технических нормативно-правовых актов.

При посещении комбинированных котельных изучалось выполнение требований законодательства по обеспечению горячего водоснабжения потребителей в межотопительный период от котельных, в которых имеется соответствующее оборудование, использующих исключительно местные топливно-энергетические ресурсы.

Также внимание в ходе мониторингов уделялось местам хранения местных ТЭР на теплоисточниках, использующих их в качестве топлива. Фактов отсутствия навесов для хранения дров не установлено. Техническое состояние мест хранения топлива удовлетворительное. Вместе с тем отмечены отдельные факты хранения топлива вне навесов. Работа по контролю за эффективностью использования твердого топлива будет продолжена.

Проведен мониторинг выполнения работ по оптимизации режимов,



а также состава основного и вспомогательного оборудования в котельных школы деревни Стодоличи и Лельчицкой центральной районной больницы, КПУП «Лельком» г. Лельчицы, имеющих повышенный расход топлива и электрической энергии на отпущенную тепловую энергию (Приложение 6 к Постановлению Совета Министров Республики Беларусь «О подготовке к работе в осенне-зимний период 2023/2024 года» от 19 июня 2023 года № 392).

По результатам мероприятий выдано 5 предписаний и 31 рекомендация на устранение нарушений законодательства. Следует отметить, что решения о проведении мониторингов и проверок субъектов хозяйствования принимались на основании имеющейся информации о возможных нарушениях законодательства, что подтверждается результативностью мониторингов, которая составила 94 % (при 33 мониторингах выдана 31 рекомендация). Результативность проверок составила 100 %.

Для оперативного реагирования при выявлении нарушений налажено взаимодействие с инспекцией филиала Госэнергонадзора по Гомельской области. Сотрудники управления при необходимости участвовали в заседаниях комиссий по координации проведения предзимних подготовительных работ, о фактах выявленных нарушений информировались руководители райисполкомов и Гомельского горисполкома.

Итогом проведенной работы стало своевременное подписание паспортов готовности теплоисточников и потребителей области к работе в осенне-зимний период.

**Е.В. Титовец,** зам. начальника  
Гомельского областного управления  
по надзору за рациональным  
использованием ТЭР

## В Брестской области паспорта готовности оформили на большей части теплоисточников системы ЖКХ

В Брестской области в преддверии осенне-зимнего периода оформлена большая часть паспортов готовности на теплоисточники жилищно-коммунального хозяйства.

Коммунальные службы начали подготовку к сезону холодов практически с начала мая. По решению Брестского облисполкома все теплоисточники и жилищный фонд должны получить паспорта готовности до 1 сентября.

К отопительному периоду перед специалистами стояли задачи подготовить 610 котельных, капитально отремонтировать 10 котлов, заменить

12 устаревших котлов на энергоэффективные. Профилактический ремонт был запланирован на 247 центральных тепловых пунктах. Предприятия ЖКХ запланировали заготовить около 215 тыс. м<sup>3</sup> древесного топлива и 5,5 тыс. т торфобрикетов.

Что касается жилищного фонда, то к осенне-зимнему периоду готовят 8557 домов, в том числе 5361 с центральным отоплением. На начало сентября готовность по жилфонду составляла уже 87 %. Помимо этого, коммунальщики занимаются заменой сетей водоснабжения (из 30,7 км переложено 22 км) и канализации (из 17 км обновлено 9,5 км). Тепловых сетей в межсезонье нужно заменить почти 51 км. На 36 км протяженности работы уже выполнены.

В Брестской области на подготовку к отопительному сезону из бюджета



выделили около 15 млн рублей (основные средства – из областного бюджета), еще 10–12 млн рублей собственных средств направили предприятия ЖКХ. ■

**Брестское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР**

## Вести из регионов

# Подготовка к проведению режимно-наладочных испытаний по совместному сжиганию щепы и пеллет на Пинской ТЭЦ

В соответствии с поручением ГПО «Белэнерго» в филиале «Пинские тепловые сети» РУП «Брестэнерго» начата подготовка к проведению режимно-наладочных испытаний (РНИ) по определению возможного процентного компонентного соотношения видов топлива (щепы и пеллеты) для безопасного и эффективного их сжигания.

Режимно-наладочные испытания планируется провести в период отопительного сезона 2023–2024 годов на котле Пинской ТЭЦ, входящей в состав филиала «Пинские тепловые сети» РУП «Брестэнерго», работающем на местных видах топлива (МВТ). На Пинской ТЭЦ установлено два котла Е-10-3,9-440 ОИ с топочным устройством типа «шурящая планка», для сжигания древесных отходов влажностью до 60 % и зольностью до 5 %. Производительность котла – 10 т/ч перегретого пара, с параметрами: давление пара – 3,9 МПа, температура пара – 440°C.

В настоящий момент специалистами предприятия проводятся маркетинговые исследования по выбору специализированной организации для проведения испытаний, а также определяются возможные поставщики пеллет, стоимость и показатели качества данного вида топлива. ■

**В.Л. Никитин, заместитель начальника Брестского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР**

Испытания энергоисточника



# Социальная сфера и энергосбережение

Минским областным управлением по надзору за рациональным использованием ТЭР проведен экспресс-энергоаудит на предмет выявления резервов экономии ТЭР в ГУДО «Эколого-биологический центр детей и молодежи Солигорского района».

Учреждение расположено в помещениях Средней школы №4 г. Солигорска. Источником теплоснабжения является ТЭС ОАО «Беларуськалий», работающая на природном газе и обеспечивающая покрытие тепловых нагрузок на нужды отопления и горячего водоснабжения.

Обследование показало, что в учреждении имеются резервы экономии ТЭР: термомодернизация ограждающих конструкций зданий (стены,



кровля), установка теплоотражающих экранов за радиаторами, кранов регулировочных на отопительные приборы. Также получение экономии ТЭР можно достичь путем внедрения энергоэффективных осветительных устройств и оборудования столовой.

Реализация вышеуказанных мероприятий по энергосбережению позволит получить экономический эффект, который составит 24,9 % от обобщенных энергозатрат учреждения за 2022 год. ■

**В.Д. Иванов, главный специалист сектора инспекционного надзора ИЭО Минского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР**

## Адреса энергосбережения

# Модернизация котельной с использованием пеллетных котлов

В июне 2023 года в ГУПП «Березовское ЖКХ» завершены работы по объекту «Модернизация котельной по ул. Первомайская, 2 в г. Береза с установкой твердотопливных котлов на нужды горячего водоснабжения в межотопительный период». Данное мероприятие реализовано в рамках Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы.

**П**роектные и монтажные работы на объекте выполнены специалистами и работниками ГУПП «Березовское ЖКХ». Всего на модернизацию котельной затрачено 221 619 рублей, из них 180 000 рублей – средства областного бюджета, 41 619 – собственные средства предприятия.

В рамках проведения модернизации в котельной дополнительно установлены два новых энергоэффективных пеллетных котла TIS HARD DUO PELLET 250 общей мощностью 500 кВт, которые будут полностью обеспечивать нужды горячего водоснабжения. В переходный период при работе котельной в режиме «проталивания» данное оборудование частично обеспечит тепловую нагрузку отопления.

В котельной установлены новые пластинчатые теплообменники, эффективное насосное оборудование. Основным потребителем тепловой энергии является жилищный фонд и социальные объекты г. Береза. Работа котлов осуществляется в автоматическом режиме. Налажено дистан-



ционное управление оборудованием с использованием АРМ диспетчера.

В результате внедрения данного энергосберегающего мероприятия планируется замещение природного газа местными видами топлива в объеме 83,5 тыс. м<sup>3</sup> в год.

Использование оборудования, работающего на пеллетах, позволяет эксплуатировать котельную в автоматическом режиме без постоянного присутствия обслуживающего персонала, что обеспечивает предприятию дополнительную экономию денежных средств.

В Березовском районе Брестской области активно ведется работа по



расширению использования топливных гранул. В ГУПП «Березовское ЖКХ» в настоящее время в 10 котельных функционирует 16 котлоагрегатов, использующих в качестве топлива пеллеты, суммарной мощностью 2,3 МВт. ■

**В.С. Шумак, главный специалист сектора инспекционного надзора ИЭО Брестского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР**

# Хранить неэффективно, переработать!

С каждым годом образуется все больше твердых коммунальных отходов (ТКО). Необходимость решения экологических проблем вызвана опасностью накопления больших объемов ТКО. Для сокращения количества полигонов и объемов захоронения мусор целесообразно направлять на переработку. В Могилевской области сделано для этого уже немало: созданы условия и инфраструктура для сбора, вывоза и размещения отходов в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями и стандартами. В городе Могилеве функционирует мусороперерабатывающий завод (МПЗ), десяток линий по сортировке отходов. Населением, совместно с государством, поддерживается высокий уровень санитарного состояния населенных пунктов. Продолжается внедрение раздельного сбора ТКО.



## Новый МПЗ

На пике актуальности задача – минимизировать вредное воздействие ТКО на здоровье человека, окружающую среду и рационально использовать ресурсы путем предотвращения образования отходов и максимально возможного извлечения содержащихся в них вторичных материальных ресурсов (ВМР). А значит, наращивать производственные мощности по сортировке и переработке ТКО.

Именно для осуществления этих целей в д. Вишневка Бобруйского района в декабре 2023 года планируют запустить в работу мусороперерабатывающий завод. Строительство регионального объекта по сортировке и использованию твердых коммунальных отходов в настоящее время завершено более чем на 80%. Открытие нового завода решит проблемы сортировки мусора в близлежащих районах, обеспечит переработчиков вторичного сырья большими объемами ВМР с более высоким качеством, также будет создано свыше 160 новых рабочих мест.

Завод предназначен для приема и полуавтоматической сортировки смешанных твердых коммунальных отходов, в результате чего будет достигнуто существенное уменьшение

объема отходов, поступающих на захоронение. Также применение автоматизированных агрегатов позволит увеличить процент отбора целевых фракций ВМР и минимизирует непосредственный контакт персонала с отходами. Непосредственной ручной сортировке по сортам и видам подлежит только часть вторичных материальных ресурсов, отобранная механическим способом с помощью технологического оборудования.

В результате переработки и сортировки ТКО могут быть получены:

- вторичные материальные ресурсы: макулатура, стеклобой, пластиковая тара, полиэтиленовая упаковка, цветные и черные металлы;
- сортированные остатки ТКО: «хвосты», прошедшие сепарацию и отбор ценных ресурсов, с последующей передачей его конечному потребителю для производства альтернативного топлива – RDF-топлива;
- органическая часть отходов, вывозимая на полигон.

Отсортированные отходы деревообработки, лесопиления, древесные отходы мебели подлежат измельчению и последующему сжиганию в котлах энергоцентра завода. Предусматривается также переработка пластика, отбираемого при сортировке, во флекску и гранулу.

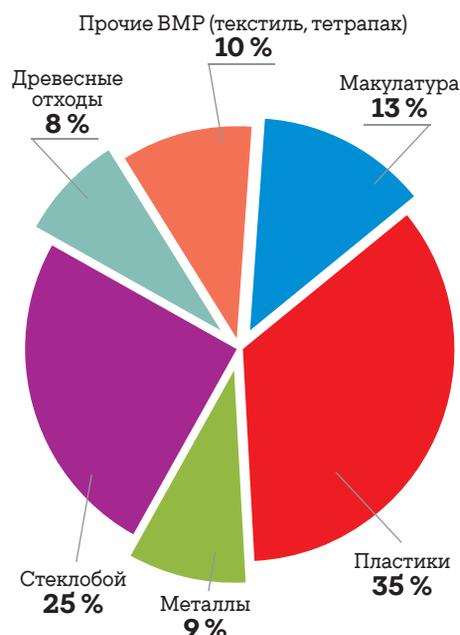
## Объемы переработки и конечные продукты

Объем переработки ТКО из близлежащих районов (город Бобруйск, Бобруйский, Осиповичский, Глусский, Кировский и Кличевский районы) по проектным нагрузкам составит 100 тыс. т в год, при этом до 14% из них – вторичные материальные ресурсы или рециклинг (переработка).

Годовой отбор вторсырья на 100 тыс. т в год смешанных ТКО принят, исходя из опыта эксплуатации МПЗ в Беларуси и показателей эффективности аналогов оборудования, заявленных производителями (диаграмма 1).

Диаграмма 1.

Структура извлекаемых ВМР



Ориентировочно 45% объема переработки ТКО составят органические отходы (компостирование), 41% из этого объема – сортированные остатки ТКО «хвосты» после извлечения ВМР (потенциальное сырье для производства пре-RDF топлива).

Именно из пре-RDF-топлива, путем его измельчения, сепарации, удаления загрязняющих элементов и сушки в дальнейшем будет изготавливаться RDF-топливо для использования при производстве цемента на ОАО «Кричевцементошифер». В настоящее время мероприятие по созданию мощностей по использованию RDF-топлива в Могилевской области проходит прединвестиционную ста-

дию (разработка предпроектной документации) строительства технологической линии подачи RDF-топлива для сжигания в технологическом процессе производства портландцемента в ОАО «Кричевцементшифер».

«Начинка» Бобруйского МПЗ очень технологична и отвечает всем современным требованиям: предусмотрена линия автоматической сортировки отходов с инфракрасными фотосепараторами, которые позволяют улавливать бутылочное стекло по цвету, электромагнитный сепаратор

черных металлов. Устанавливаемое новое оборудование позволит более тщательно выделять вторсырье из поступающих отходов. Например, баллистический сепаратор для разделения отходов на фракции, который обеспечит возможность разделения бумаги и пластика, автоматические пакетированные прессы. Все оборудование контролируется и управляется с помощью автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП), позволяя операторам дистанционно управлять всей систе-

мой сортировки и гарантировать высокий уровень реагирования.

В перспективе развития обращения с твердыми коммунальными отходами – увеличение уровня переработки, совершенствование инфраструктуры и энергетическое использование ТКО в виде RDF-топлива, а также для выработки тепловой и электрической энергии. ■

**Могилевское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР**

## Молочно-товарный энергоэффективный комплекс СК «Логойский»

В деревне Липки Логойского района Минской области недавно открыли молочно-товарный комплекс СК «Логойский» РУП «Белоруснефть-Минскоблнефтепродукт». При его строительстве был применен ряд энергоэффективных решений.

Согласно принятой схеме, теплоснабжение потребителей осуществляется автономными источниками тепла – тремя мини-котельными, которые работают в автоматическом режиме без постоянного обслуживающего персонала. Данное решение позволило избежать строительства теплотрасс и потерь тепла в них, сэкономить электроэнергию на перекачке теплоносителя.

Собственные встроенные мини-котельные предусмотрены для следующих сооружений:

- доильно-молочный блок на одну установку типа «Елочка 2х20» с быстрым выходом;
- коровник на 230 сухостойных коров с родильным отделением и доильным блоком;
- АБК с санпропускником и крытым дезбарьером.

В каждой мини-котельной установлены настенные электрические отопительные котлы. В качестве до-



полнительного источника теплоснабжения для приготовления горячей воды для системы горячего водоснабжения (ГВС) были установлены солнечные коллекторы, обеспечивающие нагрузку ГВС в межотопительный период. В случае недостаточного солнечного излучения и падения температуры теплоносителя в аккумулялирующей баке предусмотрено включение котлов.

Общая экономия импортного природного газа по трем мини-котельным составляет 53,45 т ут (46,7 тыс. м<sup>3</sup>) в год. ■

**Минское областное управление по надзору за рациональным использованием ТЭР**

### Справочно

На молочно-товарном комплексе СК «Логойский» предусматриваются:

- непрерывность и ритмичность технологического процесса; поточность производственных процессов;
- организация производственного процесса путем формирования однородных групп животных;
- организация кормления поголовья животных согласно технологическим группам;
- поение взрослого поголовья животных из групповых полиуретановых термопоилок (без опрокидывания) с электроподогревом, поение молодняка из чашечных поилок с электроподогревом;
- навозоудаление при помощи энергоэффективных скреперных навозоуборочных систем, работающих в автоматическом режиме, в коровниках для боксового содержания поголовья животных;
- применение механизации и частичной автоматизации технологического процесса;
- применение современного оборудования для мгновенного охлаждения молока с системой рекуперации тепла, позволяющего исключить энергетически затратный метод емкостного охлаждения молока в танках-охладителях молока и получить теплую воду для технологических нужд, сократив тем самым затраты тепла на подогрев воды;
- применение технологии холодного содержания поголовья животных с использованием утепленных боксов для отдыха животных и измельченной соломенной подстилки, позволяющей исключить затраты тепловой энергии на обогрев помещений для содержания животных.

# Системный подход в улучшении энергоэффективности, энергобезопасности и энергопотребления

В настоящее время обеспечение энергоэффективности и энергосбережения является актуальной задачей, которая приобретает глобальный характер. С учетом этого, а также в целях экономии потребления энергоресурсов, повышения организационной культуры и демонстрации социальной ответственности на ООО «ПО «Энергокомплект» в 2020 году было принято решение о внедрении системы энергетического менеджмента, соответствующего требованиям международного стандарта ISO 50001 в области сертификации: «Проектирование, разработка и производство изолированных проводов, кабелей и изделий из проволоки». О пути введения системы на предприятии расскажем далее.



**Р**азработка системы энергетического менеджмента началась с создания рабочей группы и формирования плана организационных мероприятий. План по разработке и внедрению системы включал 3 основных блока:

- вовлечение персонала в процесс энергосбережения;
- разработка нормативной базы, регулирующей энергоменеджмент;
- аналитический этап.

На первом этапе руководством принята Энергетическая политика, проведено обучение специалистов предприятия требованиям международного стандарта ISO 50001, подготовлены внутренние аудиторы.

При разработке нормативной базы ряд требований международного стандарта ISO 50001, которые

являются общими для всех систем менеджмента, включены в действующие стандарты организации интегрированной системы менеджмента. Для реализации требований разделов ISO 50001 «Планирование и управление», «Мониторинг, измерения, анализ и оценка энергетической результативности и СЭНМ» разработаны стандарты организации «Управление энергоснабжением,

энергопотреблением, энергосбережением и энергетическим оборудованием», «Идентификация и оценка энергетических потребителей».

Аналитический этап внедрения включал в себя анализ структуры и модели энергопотребления, определение оборудования и процессов, существенно влияющих на использование энергии, базовых уровней и показателей эффективности использования энергии, приоритетов и возможностей для повышения энергетической эффективности.

С момента внедрения системы энергетического менеджмента путем выполнения плана мероприятий и целевого показателя по энергосбережению за 2021 год полученная

экономия составила 208,9 т у.т, а годовой экономической эффект составил 100 346 бел. руб. За 2022 год полученная экономия составила 222 т у.т, а экономический эффект – 121 076 бел. руб.

Существенной выгодой от внедрения системы энергетического менеджмента является постоянное снижение энергоемкости (использование энергии на единицу произведенной продукции). Так, в 2021 году данный показатель для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на среднее и высокое напряжение составлял 645,9 кВт·ч/т, показатель для кабелей и проводов составлял 189,2 кВт·ч/т; за 2022 год – 620 кВт·ч/т и 178,1 кВт·ч/т соответственно.

Таким образом, правильно выстроенная система энергетического менеджмента представляет собой постоянно действующий инструмент, позволяющий прогнозировать, моделировать энергопотребление предприятия, своевременно выявлять отклонения от прогноза и причины этих отклонений, оперативно проводить корректирующие действия.

Наличие сертификата соответствия системы энергетического ме-



неджмента международному стандарту ISO 50001:2018 позволило подтвердить соответствие требованиям международного сообщества в области энергосбережения, значительно повысить конкурентоспособность организации и лояльность потенциальных и существующих клиентов и, как следствие, выйти на новые рынки сбыта. ■

**И.А. Добыш, заведующий группой технического обеспечения Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР**  
**И.О. Жукова, менеджер по качеству ООО «ПО «Энергокомплект»**



УНП 300528652

**Белорусский производитель  
кабельной продукции**

**210036, г. Витебск  
Московский пр-т, 94Б**

**Лидер  
отрасли**

**vikab.by**

**+375 (212) 48-01-12  
+375 (212) 48-01-17**

**ЭНЕРГО  
КОМПЛЕКТ**

# Департамент по энергоэффективности вносит вклад в охрану озонового слоя Земли

17 октября 2023 года в рамках деловой программы XXVII «Белорусского энергетического и экологического форума» специалисты Департамента по энергоэффективности проведут семинар «Возможности применения природных хладагентов в целях энергосбережения и повышения эффективности холодильных установок». Программа семинара разрабатывалась в рамках подготовки к празднованию Международного дня охраны озонового слоя (отмечается ежегодно ООН 16 сентября).

Основные цели семинара:

- обсуждение тенденций развития холодильной отрасли в мире и Беларуси с учетом выполнения международных обязательств по охране озонового слоя, выводу из потребления озоноразрушающих веществ;
- вопросы тепло- и холодоснабжения в республике с учетом необходимости повышения энергоэффективности и охраны окружающей среды;
- целесообразность внесения соответствующих изменений в Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий, утвержденные Департаментом

по энергоэффективности Госстандарта 11 ноября 2020 года, в том числе в раздел 21 «Технико-экономическое обоснование замены аммиачных холодильных агрегатов на автономные фреоновые холодильные агрегаты (сплит-системы);

- выработка рекомендаций по совершенствованию тепло- и холодоснабжения в Республике Беларусь с учетом необходимости повышения энергоэффективности и охраны окружающей среды.

В целях выполнения необходимых обоснований энергетической эффективности при проведении мероприятий по переводу холодильных систем на использование природных хладагентов необходима разработка соответствующей методологии расчета, что на ближайшую перспективу будет способствовать выполнению Плана мероприятий по реализации Кигалийской поправки, утвержденного Заместителем Премьер-министра Республики Беларусь Петром Пархомчиком 11 ноября 2022 года № 07/214-209/403.

Ежегодно в Беларуси экономится порядка 1 млн т ут. энергоресурсов за счет выполняемых мероприятий по энерго-

сбережению и внедрения возобновляемых источников энергии, что является неотъемлемым вкладом в глобальное предотвращение изменения климата. За последние 17 лет (с 2006 по 2023 годы) эффект от реализации мероприятий государственных программ «Энергосбережение» составил 31 млн т CO<sub>2</sub>.

Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» с включением в него термина «низкоуглеродной экономики», как экономики, основанной на принципах энергоэффективности, сокращения выбросов парниковых газов и увеличения их абсорбции поглотителями, заложена прочная основа для внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий на благо устойчивого развития страны. ■

**Департамент по энергоэффективности приглашает желающих принять участие в семинаре.**

**Л.Л. Полещук, заместитель директора  
В.Н. Шевченко, заместитель  
начальника отдела научно-технической политики  
и внешнеэкономических связей  
Департамента  
по энергоэффективности**

## Стандарты IEC в области цифровых двойников

Цифровая трансформация общества обусловлена влиянием нескольких технологий. Одной из наиболее широко используемых в различных отраслях – от умного производства и городов до энергетики – является технология цифровых двойников. В секторе энергетики цифровые двойники – это виртуальные представления ресурсов физических сетей в реальном времени. С их помощью коммунальные компании могут расширить планирование и требования, улучшить эффективность эксплуатации и обучение персонала. Цифровые двойники также могут применяться для мониторинга и сокращения выбросов углекислого газа в процессе проектирования для достижения экологических целей.

Международная электротехническая комиссия (IEC) разрабатывает стандарты в области цифровых двойников в широком спектре отраслей. Совместный с Международной организацией по стандартизации (ISO) подкомитет ISO/IEC JTC 1/SC 41 разрабатывает несколько ключевых документов

в этой сфере, два из которых планируются к публикации в конце 2023 – начале 2024 годов:

ISO/IEC TR 30172 «Цифровые двойники. Случаи использования»;

ISO/IEC 30173 «Цифровые двойники. Концепции и терминология».

Так, ISO/IEC TR 30172 будет представлять собой перечень примеров использования цифровых двойников в таких областях, как транспорт, энергетика, умные города и здания, умные дома, умное производство, управление бизнесом, системы здравоохранения и прочее.

ISO/IEC 30173 развивает концепции, фокусируясь на приложениях, экосистемах, процессах жизненного цикла и классификации цифровых двойников, а также определяет круг заинтересованных сторон.

Подкомитет ISO/IEC JTC 1/SC 41 также сформировал совместную рабочую группу с системным комитетом IEC «Умная энергетика» (SyC Smart Energy) для разработки стандартов в области цифровых двойников для интеллектуальных сетей.

В сериях стандартов IEC 61850 «Сети и системы связи для автоматизации электростанций общего пользования» и IEC 61970 «Интерфейс прикладных программ системы управления энергопотреблением (EMS-API)» устанавливаются стандартизированные средства связи и соответствующая семантика машинного уровня для поддержки взаимодействия цифровых двойников.

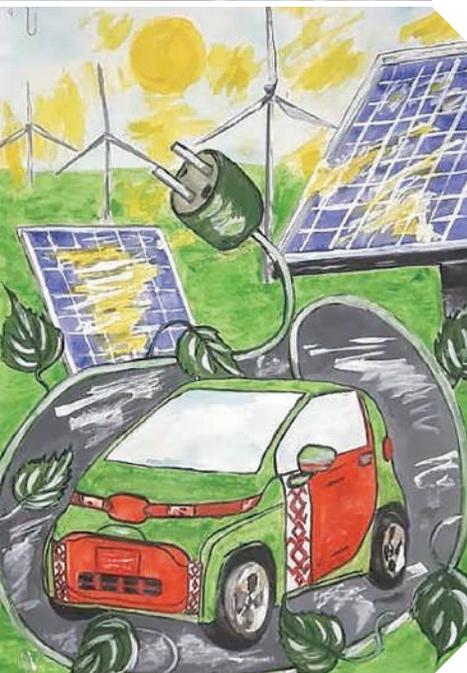
Технология цифровых двойников позволяет производителям не только прогнозировать воздействие производственных процессов на окружающую среду до их внедрения, но и определять количество вырабатываемого CO<sub>2</sub>.

Новый международный стандарт IEC 63278 «Оболочка управления ресурсами (AAS) для применения в промышленности. Часть 1. Структура оболочки управления ресурсами», который должен быть опубликован в 2023 году, определяет требования к цифровым двойникам, используемым в качестве оболочки управления ресурсами в промышленности. ■

belgiss.by



**Департамент по энергоэффективности  
Государственного комитета  
по стандартизации Республики Беларусь  
объявляет о проведении  
в 2023/2024 учебном году  
XVII Республиканского  
конкурса «Энергомарафон»!**



- Энергомарафон – это прекрасная возможность для ребят проявить себя, раскрыть таланты и способности, победить свои страхи и комплексы.
- Конкурс мотивирует к творчеству и исследованиям, развивает воображение, дает новые важные знания и навыки, а для некоторых, возможно, помогает определиться с будущей профессией.
- Ежегодно он становится настоящим событием для тысяч ребят, дарит незабываемые эмоции и впечатления.
- Энергомарафон дарит чувство причастности к большому и важному делу – продвижению идеи энергосбережения и бережного отношения к ресурсам, внесению своего значимого вклада в создание энергоэффективной страны, в будущее планеты.



До конца года в учреждениях образования областей и г. Минска пройдут отборочные региональные этапы конкурса с подведением итогов в январе-феврале 2024 года.

Заключительный этап XVII республиканского конкурса «Энергомарафон» состоится в марте 2024 года в Гомельской области.

**Приглашаем детей и школьные коллективы принять активное участие в конкурсе, раскрыть свой творческий и интеллектуальный потенциал!**



**XXVII БЕЛОРУССКИЙ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ и  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ**

[energyexpo.by](http://energyexpo.by)

# ENERGY EXPO

ЭНЕРГЕТИКА  
ЭКОЛОГИЯ  
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ  
ЭЛЕКТРО

green  
industry

ИННОВАЦИОННЫЕ  
ПРОМЫШЛЕННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

**etrans**

САЛОН  
ИННОВАЦИОННОГО  
ТРАНСПОРТА

**17-20.10.2023**

Минск, пр. Победителей, 20/2