

Департамент по энергоэффективности Государственного  
комитета по стандартизации Республики Беларусь



декабрь 2020

# ЭНЕРГГО

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ

ЭНЕРГИЯ ВАШЕГО  
ПРОИЗВОДСТВА

**FILTER**

ЭНЕРГИЯ ВОДА РЕШЕНИЯ

**ПОЗДРАВЛЯЕМ С ДНЁМ ЭНЕРГЕТИКА!**

**С НАСТУПАЮЩИМ НОВЫМ ГОДОМ  
И РОЖДЕСТВОМ!**

К утверждению Государственной  
программы «Энергосбережение»  
на 2021–2025 годы

стр. 4

Городское  
планирование:  
опыт Полоцка

стр. 7

Цифровые решения FILTER  
по системам автоматизации  
и удаленному доступу

стр. 16

Киберугрозы  
и их геополитические  
аспекты

стр. 18

# Европа становится крупнейшим центром производства литий-ионных аккумуляторов

Немецкий эксперт Роланд Зенн (Roland Zenn) опубликовал картинку, на которой обозначены действующие и строящиеся фабрики литий-ионных аккумуляторов в Европе. Эти мощности, по его словам, будут способны обеспечивать батареями 7 млн электромобилей в год.

Другой эксперт, Деннис Копляр (Dennis Korþjar) подсчитал, что указанные заводы будут способны выпускать 430 ГВт·ч аккумуляторов в год, что позволит оснащать ими 4–8,5 млн электромобилей.

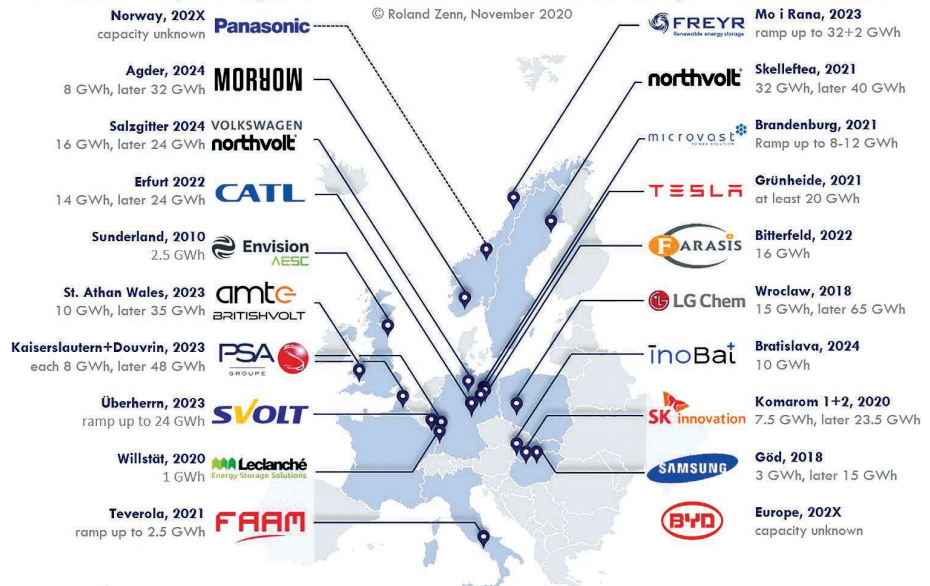
Напомню для сравнения, в конце 2019 года размер мирового парка электромобилей составлял 7,9 млн, а годовые глобальные продажи в прошлом году – 2,3 млн.

Следует подчеркнуть, в данной европейской статистике, разумеется, не учтены планы Tesla, которые на днях обозначил Илон Маск. Речь идет об увеличении мощностей берлинского завода по выпуску аккумуляторов до 250 ГВт·ч.

То есть можно прогнозировать, что во второй половине 2020-х годов европейские мощности по выпуску аккумуляторов будут на уровне 500–800 ГВт·ч.

В 2019 году Benchmark Minerals прогнозировала, что к 2023 году глобальные мощ-

**Dawn of European Gigafactories: Announced Lithium Ion Battery Cell Production Sites**



ности фабрик по выпуску литий-ионных батарей достигнут почти 1000 ГВт·ч, а к 2028 году – почти 1600 ГВт·ч. На этом фоне европейские планы выглядят более чем весомо. С одной стороны, Европа давно называла

организацию производства аккумуляторов стратегической задачей. С другой стороны, трудно было предположить, что европейцы возьмутся за ее решение столь рьяно. ■

Владимир Сидорович, repen.ru

## ■ Энергосмесь

# В ЕЭК настороженно восприняли инициативу Евросоюза «Зеленая сделка»

В Евразийской экономической комиссии с настороженностью относятся к инициативе Евросоюза, получившей название «Зеленая сделка», опасаясь ее негативного влияния на мировую торговлю и введения нерыночных ограничений против Евразийского экономического союза. Об этом сказал в выступлении член Коллегии (министр) по торговле ЕЭК Андрей Слепнев на заседании Международного совета по сотрудничеству и инвестициям (МССИ) «Зеленой сделки» на перспективы торгово-экономического и инвестиционного сотрудничества ЕС с Россией и ЕАЭС.

Европейская «Зеленая сделка» – план достижения нулевого суммарного выброса парниковых газов и нулевого суммарного загрязнения окружающей среды путем перехода от ис-

пользования ископаемых к возобновляемым источникам энергии и сырья в странах Евросоюза к 2050 году. Цель мероприятий – борьба с глобальным потеплением и загрязнением окружающей среды. Документ принят Европейской комиссией 11 декабря 2019 года.

Как отметил Андрей Слепнев, при невозможности установить полномасштабное сотрудничество с Евросоюзом ЕАЭС приступил к выстраиванию постоянного технического диалога между ЕЭК и Европейской комиссией. Имеется в виду направленность диалога на вопросы регулирования торговли, максимально приближенные к проблемам бизнеса. Уже обсуждались вопросы технического и таможенного регулирования, правил происхождения товаров, единого рынка лекарственных средств, а также торговые меры, направленные на борьбу с эпидемиологиче-

ским кризисом. «В декабре планируем провести еще одну консультационную встречу, одним из вопросов которой станет европейская «Зеленая сделка», – проинформировал министр ЕЭК.

Он заметил, что ЕАЭС с пониманием относится к стремлению Евросоюза выступить лидером в продвижении инициатив, направленных на решение общих мировых проблем, таких как изменение климата и глобальное потепление, переход к новому технологическому укладу и ресурсосберегающей, циркулярной экономике. «В то же время хотелось бы, чтобы не вводились нерыночные ограничения на деятельность компаний нашего союза. Разрыв сложившихся производственных и сбытовых цепочек не выгоден ни нам, ни ЕС. Он в конечном итоге не приблизит, а лишь отдалит реализацию задач климатической политики», – уверен Андрей Слепнев.

В связи с этим министр ЕЭК напомнил, что все государства – члены ЕАЭС являются участниками Парижского соглашения по климату и взяли на себя соответствующие обязательства. При этом в странах союза высокую долю рынка уже занимают зеленые виды энергетики, в том числе атомная и гидроэнергетика, а природный газ – один из самых экологических источников.

«На сегодняшний день к так называемому углеродному сбору возникает много вопросов у государств – членов ЕАЭС. Прежде всего нас интересует, какие отрасли будут затронуты этим сбором и в какой форме он будет применяться. От этого зависит и квалификация этой меры в соответствии с соглашениями ВТО, и наша позиция в отношении этой меры», – заявил Андрей Слепнев. ■

БЕЛТА





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

№12 (278) декабрь 2020 г.

#### Учредители:

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

#### Редакция:

Начальник отдела	Ю.В. Шилова
Редактор	Д.А. Станюта
Дизайн и верстка	В.Н. Герасименко
Реклама и подписка	А.В. Филипович

#### Редакционный совет:

**Л.В. Шенец**, к.т.н., директор Департамента  
энергетики Евразийской экономической комис-  
сии, главный редактор, председатель редакци-  
онного совета

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

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

**А.В. Вавилов**, д.т.н., профессор, иностранный  
член РААСН, зав. кафедрой «Строительные  
и дорожные машины» БНТУ

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

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

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

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

**В.М. Овчинников**, к.т.н., профессор,  
руководитель НИЦ «Экологическая  
безопасность

и энергосбережение на транспорте» БелГУТа  
**В.М. Полохович**, к.т.н., директор Департамента  
по ядерной энергетике Минэнерго

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

#### Издатель:

РУП «Белинвестэнергосбережение»

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

Тел./факс: (017) 350-56-91

E-mail: [uvc2003@mail.ru](mailto:uvc2003@mail.ru)

Цена свободная.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной ком-  
иссии Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. № 84  
журнал «Энергоэффективность» включен в Перечень на-  
учных изданий Республики Беларусь.

Журнал зарегистрирован Министерством информации Ре-  
спублики Беларусь. Свид. № 515 от 16.06.2009 г. Публику-  
емые материалы отражают мнение их авторов. Редакция  
не несет ответственности за содержание рекламных мате-  
риалов. Перепечатка информации  
допускается только по согласованию с редакцией.

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография»

Адрес: 230025 г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4  
Лиц. № 02330/39 от 25.02.2009 г.

Формат 62х94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная.  
Подписано в печать 16.12.2020. Заказ 5167. Тираж 1037 экз.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### Электротранспорт

Европа становится крупнейшим  
центром производства литий-ионных  
аккумуляторов

*Владимир Сидорович, repen.ru*

**1** Готовится программа по развитию  
электротранспорта на 2021—2025 годы

### Поздравления с Днем энергетика и Новым годом

**2** М.П. Малащенко

**3** Л.В. Шенец

### Стратегии

**4** Новая госпрограмма  
«Энергосбережение» ставит задачи  
на ближайшее пятилетие

*Департамент  
по энергоэффективности*

### Энергосмесь

**6** Пиково-резервные мощности  
начали строить на минской ТЭЦ-5  
*и другие новости*

### Интервью

**7** Инновации в управлении  
и стратегическом развитии: опыт  
Полоцка – Интервью с первым  
зампредседателя Полоцкого  
райисполкома С.Д. Лейченко

*Д.А. Станюта*

### Научные публикации

**11** Энергетические и экономические  
аспекты применения тепловых  
насосов для жилищно-

коммунального хозяйства

Республики Беларусь

*В.О. Китиков, Ю.А. Башко, А.С. Козорез*

**18** Киберугрозы в контексте  
низкоуглеродной трансформации  
мировой энергетики и их  
геополитические аспекты

*О.А. Кучинский*

**21** Локальный обогрев рабочих зон  
электрическими ИК-излучателями

*А.П. Ахрамович, Г.М. Дмитриев,  
Ш.М. Худайбердиев,  
ГП «ИЭ НАН Беларуси»*

**24** Потенциал энергосбережения  
предприятий промышленной  
переработки молока на примере  
ОАО «Беллакт»

*В.Н. Романюк, А.А. Бобич, РУП «БЕЛТЭИ»,  
А.А. Богдан, БНТУ*

### Энергоэффективное оборудование

**16** Энергия. Вода. Цифровые решения  
FILTER по системам автоматизации  
и удаленному доступу  
к промышленным процессам

*Надежда Петреева, Ирина Баук,  
Федор Марчук, Евгений Демьяненко,  
СЗАО «Филтер»*

### Вести из регионов

**32** Новая котельная на щепе позволит  
экономить около 2 тысяч т у.т. в год

*Д. Станюта*

Солнечная электростанция  
как практическое пособие  
для школьников

*С.М. Заграбанец*

### Электротранспорт

## Готовится программа по развитию электротранспорта на 2021–2025 годы

27 ноября премьер-министр Роман  
Головченко рассказал об особенно-  
стях проекта программы по развитию  
электротранспорта на 2021–2025 годы  
при посещении ОАО «Управляющая  
компания холдинга «Белкоммунмаш».

Проект государственной программы  
по развитию электротранспорта на 2021–  
2025 годы должен быть завершён до 1 ян-  
варя 2021 года.

По словам главы правительства, од-  
ним из ключевых направлений програм-  
мы социально-экономического развития  
страны на будущую пятилетку является  
электроиндустрия и электротранспорт.

«По ряду этих направлений разра-  
ботчики где-то упустили взаимосвя-  
зи, поэтому мы подробно обсуждали,  
как правильно связать между собой все  
компоненты для того, чтобы была четкая,  
стройная, понятная система», – отметил  
премьер-министр.

Благодаря такой системе, напри-  
мер, разработчики инфраструктуры  
могли бы знать, сколько будет куплено  
электротранспорта для нужд городов.  
А уже энергетики знали бы, сколько  
необходимо создать дополнительной  
мощности. ■

БЕЛТА

### УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

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

**T./ф.:** (017) 350-56-91. **E-mail:** [uvc2003@mail.ru](mailto:uvc2003@mail.ru)

### УВАЖАЕМЫЕ РЕКЛАМОДАТЕЛИ!

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

# Дорогие друзья!



Примите самые теплые поздравления с Днем энергетика, который для большинства из вас является профессиональным праздником, а также с новогодними праздниками.

Уходящий год подводит итог выполнению Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы. В республике за прошедшее пятилетие было сэкономлено более 5 млн тонн условного топлива энергетических ресурсов, доля собственных энергоресурсов в валовом потреблении топливно-энергетических ресурсов доведена до 16,5%, а доля возобновляемых источников энергии превысила намеченный на конец пятилетия 6-процентный рубеж. Эти достижения – результат активного участия органов государственной власти, представителей всех отраслей экономики, прежде всего ЖКХ, промышленности, а также бизнеса.

Важным резервом энергосбережения остается жилищный сектор. Прорывным механизмом, предоставивший возможность жильцам провести тепловую модернизацию жилого дома, получив рассрочку оплаты до 10 лет и до 50% безвозмездной субсидии от государства, стал Указ № 327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов». За год действия указа проведены десятки собраний, на которых многие жильцы многоквартирных домов приняли решение о финансовом участии в повышении энергоэффективности жилого фонда.

На пути к устойчивому, климатически безопасному будущему энергосбережение и повышение энергоэффективности являются важной частью мировых стратегий диверсификации энергоносителей, перехода к углеродной нейтральности, роста «зеленой» энергетики и укрепления энергетической безопасности, предотвращения выбросов парниковых газов и выполнения Цели 7 Повестки-2030 в области устойчивого развития «Обеспечение доступа к недорогой, надежной, устойчивой и современной энергии для всех».

Международные финансовые институты реализуют с Республикой Беларусь как надежным, ответственным и стабильным партнером проекты по повышению энергоэффективности и увеличению использования местных топливно-энергетических ресурсов и выражают заинтересованность по увеличению финансирования в данной сфере.

Беларусь строит амбициозные планы в сфере энергосбережения, повышения энергоэффективности, развития использования возобновляемых источников энергии. Расширение использования местных видов топлива, в том числе ВИЭ по-прежнему будет находиться в фокусе внимания правительства. За счет древесного и торфяного топлива в системе ЖКХ к 2021 году будет производиться более 50% теплоэнергии. С запуском БелАЭС большое внимание также будет уделяться строительству электрифицированного жилья и расширению использования электрической энергии на транспорте и в производстве.

Энергосбережение и эффективное использование энергоресурсов должны помочь отечественным производственным предприятиям снизить себестоимость продукции, оптимизировать затраты и реализовать существенный потенциал, открывающий новые возможности для повышения конкурентоспособности и долгосрочного развития. Уверен, что глубина знаний, самоотдача в работе, профессионализм и командный дух позволят вам реализовать уникальные идеи, взять новые рубежи профессионального роста и внести достойный вклад в социально-экономическое развитие республики.

В эти предновогодние дни искренне желаю вам, вашим родным и близким крепкого здоровья, постоянного успеха, счастья и благополучия!

**Заместитель Председателя  
Госстандарта –  
директор Департамента  
по энергоэффективности  
М.П. Малашенко**



# Уважаемые читатели!

В экономиках государств – членов Евразийского экономического союза энергетика играет особую роль. Она была, есть и будет одной из основных отраслей народного хозяйства. А эффективное использование топливно-энергетических ресурсов – главный фактор, обеспечивающий повышение энергетической безопасности государств – членов Союза.

Республика Беларусь относится к странам, не имеющим в достаточном количестве собственных топливно-энергетических ресурсов, поэтому рациональное, эффективное использование ресурсов стало одним из приоритетов государственной политики.

На протяжении четверти века на системной основе проводится работа по снижению энергоемкости валового внутреннего продукта, повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, вовлечению в топливно-энергетический баланс местных видов топлива и возобновляемых источников энергии.

Беларусь занимает лидирующие позиции на постсоветском пространстве по многим направлениям энергоэффективности. Энергосберегающая политика республики широко узнаваема и является хорошим примером для государств – членов Евразийского экономического союза.

За всем этим стоит коллектив единомышленников, специалистов в области энергосбережения и энергоэффективности. Уверен, что ваш профессионализм, упорство и преданность делу, которому вы служите, и в дальнейшем позволят значительными темпами продвигаться по пути энергосбережения и повышения энергоэффективности, что обеспечит укрепление энергетической и экономической безопасности Республики Беларусь.

Поздравляю вас с профессиональным праздником – Днем энергетика и наступающим Новым годом! Желаю вам в 2021 году новых профессиональных достижений, творческого долголетия, мира и благополучия!

**Директор Департамента энергетики  
Евразийской экономической комиссии,  
главный редактор журнала  
«Энергоэффективность» Л.В. Шенец**





# НОВАЯ ГОСПРОГРАММА «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ» СТАВИТ ЗАДАЧИ НА БЛИЖАЙШЕЕ ПЯТИЛЕТИЕ

К принятию постановления Совета Министров Республики Беларусь  
«Об утверждении Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы»



Витебская ГЭС

Проект постановления Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы» разработан в соответствии с поручением Совета Министров Республики Беларусь от 11 сентября 2020 г. № 11/105-633/9469р, планом подготовки проектов Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021 год и на период до 2023 года и республиканского бюджета на 2021 год (поручение Совета Министров Республики Беларусь от 10 июня 2020 г. № 11/225-679,225-630,225-637/6429р) и со статьей 19 Закона Республики Беларусь от 8 января 2015 г. «Об энергосбережении».

Эффективное и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов является одной из важнейших задач по повышению энергетической безопасности, стоящей перед всеми секторами национальной экономики, как на текущую пятилетку, так и на период 2021–2025 годов. Рост цен на энергоносители, усиление

конкуренции на мировых рынках промышленной продукции ставят вопросы энергосбережения еще более остро.

Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы разработана с учетом цели социально-экономического развития страны по снижению зависимости экономики от углеводородов

и повышению энергоэффективности и направлена на повышение эффективности производственной сферы и укрепление энергетической безопасности Республики Беларусь.

Стратегическими задачами в сфере энергосбережения являются:

- снижение зависимости Республики Беларусь от импортируемых энергоресурсов за счет максимально возможного вовлечения в топливно-энергетический баланс страны собственных топливно-энергетических ресурсов, включая возобновляемые источники энергии;

- сдерживание роста валового потребления ТЭР при экономическом развитии страны и сближение энергоемкости валового внутреннего продукта Республики Беларусь по паритету покупательной способности со среднемировым значением этого показателя.



В настоящее время заканчивается реализация Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы. За четырехлетний период реализации Госпрограммы проделана значительная работа по повышению эффективности использования ТЭР и вовлечению в топливный баланс местных ТЭР, в том числе ВИЭ.

По данным Международного энергетического агентства в 2018 году энергоемкость ВВП Беларуси составила 0,15 т нефтяного эквивалента на 1 тыс. долл. США ВВП по паритету покупательной способности в ценах 2015 года и снижена более чем в 2 раза по отношению к 2000 году.

Энергоемкость ВВП Республики Беларусь по отношению к уровню энергоемкости ВВП развитых стран со сходными климатическими условиями улучшилась по сравнению с Канадой (0,18 т нефтяного эквивалента на 1 тыс. долл. США ВВП по паритету покупательной способности в ценах 2015 года) и приблизилась к аналогичному показателю Финляндии (0,14 т нефтяного эквивалента на 1 тыс. долл. США ВВП по паритету покупательной способности в ценах 2015 года). Среди промышленно развитых стран-соседей СНГ энергоемкость ВВП Беларуси ниже на 30 процентов по отношению к аналогичному показателю Российской Федерации и на 60 процентов – Украины.

Объем экономии ТЭР за счет реализации мероприятий по энергосбережению в целом по республике за 2016–2019 годы составил 4,1 млн т у.т., что эквивалентно экономии потребления импортируемого топлива в объеме порядка 3,5 млрд кубических метров.

Основной объем экономии ТЭР был получен за счет внедрения в производство современных энергоэффективных и повышения эффективности действующих технологий, оборудования и материалов (27 процентов от общей экономии). Мероприятия по вовлечению в топливно-энергетический баланс страны таких возобновляемых источников энергии, как энергия воды, ветра, солнца, а также отходов собственного производства позволили сэкономить более 400 тыс. т у.т., или 10,5 процентов от общей экономии ТЭР в стране.

Доля местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР достигла 16,5 процента и увеличилась на 2,3 процента к уровню 2015 года; доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР достигла 7,1 процента и увеличилась на 1,5 процента к уровню 2015 года. Наряду с такими традиционными для нашей страны местными видами ТЭР, как древесное топливо и торф значительного роста достигли такие нетрадиционные возобновляемые источники энергии, как биогаз (5-кратное увеличение потребления к уровню 2010 года), ветро-, гидро- и солнечная энергия (15-кратное увеличение выработки электрической энергии к уровню 2010 года).

Благодаря планомерно проводимой работе по рациональному использованию ТЭР на предприятиях республики обеспечено снижение энергозатрат на единицу выпускаемой продукции. Снизились удельные расходы топлива к уровню 2015 года на такую энергоемкую продукцию, как минеральные удобрения, стекло, картон, тракторы, ткани. При этом по отдельным видам продукции снижение энергоемкости составило более 20 процентов: химические волокна и нити, автотошины, смолы синтетические, пластмассы.

В целях повышения энергетической безопасности и энергетической независимости в рамках реализации комплекса мероприятий Госпрограммы в период 2016–2019 годов были введены в эксплуатацию:

- 106 энергоисточников на местных ТЭР суммарной установленной электрической мощностью 2,69 МВт, тепловой – 340,24 МВт, в том числе 2 мини-ТЭЦ на местных видах топлива суммарной установленной электрической мощностью 2,69 МВт, тепловой – 24,5 МВт;

- 17 фотоэлектрических станций суммарной электрической мощностью 141,8 МВт;

- 4 гидроэлектростанции суммарной установленной мощностью около 61,8 МВт;

- 36 ветроэнергетических установок суммарной установленной мощностью 56,9 МВт.

- 14 биогазовых комплексов суммарной установленной электрической мощностью 13,6 МВт.

В рамках реализации Госпрограммы проводилась активная работа по пропаганде рационального использования ТЭР.

По итогам пятилетия ожидается выполнение установленного Государственной программой на уровне 5,0 млн т у.т. задания по объему экономии ТЭР, а также всех установленных Госпрограммой на уровне республики целевых показателей.

Ожидаемые результаты работы в сфере энергосбережения позволят смягчить, но не устранить трудности по обеспечению энергоносителями. В складывающейся экономической ситуации необходимо активизировать работу по реализации государственной политики по повышению энергетической эффективности социально-экономического комплекса, предусматривающую жесткую экономию ТЭР, снижение затрат на единицу производимой продукции, в том числе тепловой и электрической энергии.

Основными мерами по повышению энергоэффективности и энергетической самостоятельности страны являются реализация комплекса мероприятий по энергосбережению, в том числе в рамках международных проектов, мероприятий по увеличению потребления электрической энергии во всех отраслях национальной экономики, строительство энергоисточников на местных видах топлива, в том числе ВИЭ, внедрение системы энергоменеджмента и ежегодное снижение удельных расходов ТЭР на производство продукции (работ, услуг), включая производство тепловой и электрической энергии.

Реализация новой Государственной программы «Энергосбережение» позволит обеспечить в 2021–2025 годах взаимовязанную деятельность по энергосбережению республиканских органов государственного управления, иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, облисполкомов и Минского горисполкома.

Снижение энергоемкости валового внутреннего продукта и увеличение потребления местных топливно-энергетических ресурсов были определены в качестве важнейших задач в сфере энергосбережения Директивой Президента Республики Беларусь «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства», в том числе на 2016–2020 годы. Основные цели постановления об утверждении новой госпрограммы соответствуют целям, установленным Президентом Республики Беларусь:

- сдерживание роста валового потребления топливно-энергетических ресурсов при экономическом развитии страны;

- дальнейшее увеличение использования местных топливно-энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии.

Реализация новой Государственной программы «Энергосбережение» позволит обеспечить в 2021–2025 годах взаимовязанную деятельность по энергосбережению республиканских органов государственного управления, иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, облисполкомов и Минского горисполкома.



Биогазовая установка Минскэнерго

Исходя из поставленных целей, определены следующие задачи:

- обеспечить объем экономии ТЭР от реализации энергосберегающих мероприятий;
- увеличить потребление местных ТЭР, в том числе возобновляемых источников энергии.

Сводным целевым показателем Государственной программы является снижение энергоемкости валового внутреннего продукта к 2026 году не менее чем на 7 процентов к уровню 2020 года при темпах роста ВВП в период 2021–2025 годов 121,5 процента.

Подпрограммами предусматриваются следующие целевые показатели в целом по республике:

- объем экономии ТЭР за период 2021–2025 годов – 2,5–3,0 млн т у.т.;
- обеспечение к 2026 году доли местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР не менее 16,1 процента;
- увеличение к 2026 году доли ВИЭ в валовом потреблении ТЭР до 8 процентов.

Указанные цели и задачи Государственной программы способствуют достижению Республикой Беларусь Целей устойчивого развития, содержащихся в резолюции Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 года №70/1 «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», в том числе цели 7 «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех» в части развития ВИЭ и снижения энергоемкости ВВП.

Для достижения целевых показателей программы разработаны подпрограммы «Повышение энергоэффективности» и «Развитие использования местных топливно-энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии».

Подпрограммы содержат целевые показатели республиканским органам государственного управления, иным государственным организациям, подчиненным

Правительству Республики Беларусь, облисполкомам и Минскому горисполкому – заказчикам программы.

Для выполнения этих показателей ежегодно в установленном порядке формируются

планы деятельности заказчиков на соответствующий финансовый год по выполнению целевых показателей, планы мероприятий по энергосбережению организаций, в рамках которых выполняются мероприятия, направленные на достижение экономии топливно-энергетических ресурсов, увеличение использования местных топливно-энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии, мероприятия, связанные с международным сотрудничеством и привлечением инвестиций, совершенствованием информационного обеспечения, обучения и пропаганды энергосбережения.

Государственная программа носит межотраслевой характер, реализация общего комплекса ее мероприятий осуществляется посредством взаимоувязанной деятельности

по энергосбережению республиканских органов государственного управления, иных государственных организаций, облисполкомов (Минского горисполкома) и выполняется в рамках финансового обеспечения Государственной программы, других государственных программ в соответствующих сферах деятельности, расходов для осуществления основной деятельности организаций, финансируемых из бюджета.

В качестве источников финансирования общего комплекса мероприятий государственной программы предусматриваются средства республиканского и (или) местных бюджетов (в том числе предусмотренные на финансирование государственной программы), собственные средства организаций, кредитные ресурсы банков Республики Беларусь, ОАО «Банк развития Республики Беларусь», иные источники, не запрещенные законодательством (в том числе средства внебюджетных инвестиционных фондов, международных финансовых организаций, гранты, иностранные инвестиции).

Для реализации комплекса энергоэффективных мероприятий, направленных на достижение сводных целевых и целевых показателей Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, потребуются финансирование в сумме свыше 4 млрд рублей. Объемы финансирования из республиканского и местных бюджетов на очередной финансовый год подлежат уточнению после утверждения этих бюджетов. ■

Департамент по энергоэффективности  
Госстандарта,  
фото vitebsk.energo.by, minskenergo.by

Цели и задачи Государственной программы способствуют достижению Целей устойчивого развития Республики Беларусь

Энергосмесь

## Пиково-резервные мощности начали строить на минской ТЭЦ-5

На ТЭЦ-5 в Минске начато создание пиково-резервных энергетических источников на базе газотурбинных установок Siemens.

«Строительство новых пиково-резервных мощностей ведется в рамках реализации проекта по интеграции Белорусской АЭС в энергосистему страны. Пиково-резервные энергоисточники служат для сглаживания пиков потребления электроэнергии и быстрого запуска в случае аварийного отключения энергоисточников для бесперебойного обеспечения потребителей

электроэнергией», – пояснили в пресс-службе ГПО «Белэнерго».

Резервные источники выполнены на базе быстродействующих газотурбинных установок, которые могут выдать номинальную мощность в сеть через 15 минут после холодного старта.

Сейчас начато строительство первой очереди пиково-резервных энергоисточников. Всего будет построено шесть газотурбинных установок суммарной мощностью 300 МВт. ■

БЕЛТА

«Иста Митеринг Сервис» • 220034, г. Минск, ул. 3. Бядули, 12  
тел.: (017)271-3311, 224-6849, 224-6858; факс: (017)224-0569  
e-mail: minsk@ista.by • http://www.ista.by  
отдел расчетов: (017)224-5667 (-68) • e-mail: billing@ista.by



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

УНП 100338436



# ИННОВАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ И СТРАТЕГИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ: ОПЫТ ПОЛОЦКА

Полоцк – не только колыбель белорусской истории, культурная сокровищница нации, но и город, который стал первопроходцем целого ряда самых современных инициатив и проектов, прямо или косвенно касающихся вопросов энергосбережения. В уходящем году город был выбран первым в стране полигоном для испытаний мобильного приложения, воплощающего в себе принципы smart city. Запуск мобильного приложения «Мой город» стал поводом для нашей беседы с первым заместителем председателя Полоцкого районного исполкома С.Д. ЛЕЙЧЕНКО.

*Сергей Дмитриевич, приложение «Мой Полоцк» – это совместная инициатива Минсвязи, РУП «Белтелеком» и Полоцкого райисполкома. Возможно, в будущем она охватит и множество других городов. Как продвигается работа над приложением, какие преимущества для горожан оно предоставит?*

– Полоцку не привыкать быть первым! Многие пилотные инициативы начинались на полоцкой земле. И легко было тем, кто шел по нашим стопам, по проторенной дорожке. А мы методом проб и ошибок нарабатывали бесценный опыт.

«Мой Полоцк» – это подарок для наших горожан, первое белорусское приложение, которое объединило в себе все городские сервисы – в нем можно ознакомиться с афишей культурных и спортивных мероприятий, записаться на прием в государственные учреждения или задать вопрос администрации района, узнать режим работы кафе и ресторанов, заказать доставку еды, оперативно сообщить об аварийной ситуации, посмотреть расписание автобусов и многое другое. Онлайн-запись, заказ столика, оплата билетов или доставка товаров – все актуальные сервисы теперь доступны в одном приложении. Кроме этого, здесь можно узнавать о новостях, событиях, акциях. Его уникальность заключается в его концепции: множество возможностей – одно приложение. При его создании мы в первую очередь руководствовались интересами и потребностями горожан. «Мой Полоцк» решает множество задач – от записи на прием к врачу до поиска идеи для проведения досуга – и все в один клик.

Особенность приложения – географическая привязка. Типовой набор модулей гибко адаптируется под нужды и запросы местных жителей. То есть для определенного региона создается своего рода цифровая экосистема, в которой аккумулируют-

ся востребованные сервисы и услуги. Ресурс удалось сделать максимально информационным и насыщенным, но при этом простым и удобным. Интуитивно понятный интерфейс смогут освоить даже начинающие пользователи.

Мы надеемся, что приложение станет популярным мобильным помощником и в скором времени появится в мобильных устройствах каждого жителя района.

*Концепция «умного города» нашла отражение в комплексных планах ускоренного развития, которые реализуют 11 городов Беларуси. Как в Полоцком районе внедряются эти «умные» инициативы?*

– Комплексный план ускоренного развития Полоцкого района на период до 2020 года предусматривает раздел «Умный город», но источники финансирования по нему еще не определены.

Однако уже сделано много шагов в данном направлении.

Так, реализован проект по внедрению на территории города «умного» освещения – это крупнейший инфраструктурный проект «ГорСвет: энергоэффективная модернизация уличного освещения». В 2019 году он был завершен. Финальную конференцию проекта освещал также и журнал «Энергоэффективность». По проекту Полоцк получил 1,3 миллиона евро финансирования на создание системы управления городским освещением, замену 1904 светильников уличного освещения на самоуправляемые светодиодные, установку автономных светильников, а также модернизацию декоративной подсветки зданий.

За истекший период нам удалось добиться следующих результатов: фактический анализ потребления электроэнергии на уличное освещение по реконструированным улицам в 2020 году относительно



аналогичного периода 2018 года показывает, что расход потребляемой электроэнергии снизился с 1 млн 205 тыс. кВт·ч до 1 млн 112 тыс. кВт·ч (порядка 14%). При этом общее количество демонтированных светильников значительно ниже количества светильников, установленных на реконструированных участках линий освещения (демонтировано 1179 шт.).

Также отмечу нашу работу по организации «умного» дорожного движения в регионе. Начало было положено еще в 2017 году, был реализован проект «От энергоэффективности к городской мобильности: введение подхода по участию населения в разработке плана устойчивой городской мобильности для города Полоцка». В рамках проекта было выполнено обширное исследование системы транспортной коммуникации, обновлена комплексная транспортная схема города и разработана городская схема велосодвижения. ▶



Также предусматривалась реализация показательного проекта, в случае с Полоцком – это строительство велодорожки. Вместе с тем, нужно отметить, что строительство новой велодорожки – это весьма затратное и не всегда технически реализуемое мероприятие. Изучив передовой опыт зарубежных стран, а также опыт города Минска, было решено перераспределить имеющееся пространство города между участниками движения. Обустройство велодорожки решили сделать путем выделения части тротуара и проезжей части нанесением разметки и установкой дорожных знаков. Маршрут будущей велодорожки определили сами горожане путем онлайн-голосования. Выполнив работы, Полоцк снова стал первым. Мы первые в Беларуси приняли решение выделить для велодвижения одну из полос проезжей части на центральном проспекте города, отделив ее от основной дороги ограждающими конструкциями.

Сегодня мы решили сразу несколько задач: мы обеспечили велолюбителей своей территорией, не понесли затрат на разработку проекта, а обошлись утвержденными схемами организации дорожного движения, сократили до минимума затраты на велодорожку. Таким образом, за 40 тысяч евро мы организовали велосипедную зону общей протяженностью порядка 15 км, что соизмеримо с 200 метрами вновь построенной велодорожки.

Повышалась и сознательность граждан в вопросе сокращения выбросов CO<sub>2</sub> путем отказа от использования личного транспорта. И мы совместно с Новополоцком стали вместе строить «зеленый город»! Я говорю о еще одном инфраструктурном проекте «Беларусь: Поддержка зеленого градостроительства в малых и средних городах Беларуси», который финансируется из средств



### Наша справка

Население города Полоцка – 83 тысячи человек, Полоцко-го района – 20 тысяч человек (по данным переписи населения).

Глобального экологического фонда и Программы развития ООН и реализуется в партнерстве с Минприроды.

Полоцк первым присоединился к проекту «Зеленые города». За прошедший период в городе внедрена первая в Беларуси выделенная полоса для общественного транспорта протяженностью 3 км. Также в Полоцке обновляются велосипедные полосы: улучшено покрытие, ликвидированы барьеры. Обновлена разметка, а где-то была изменена ее траектория. Выполнено нанесение специальной зеленой разметки, срок службы которой в четыре раза дольше, чем обычной. Внедрен алгоритм «зеленая волна», установлены первые скоординированные по спутнику светофорные контроллеры, что увеличивает скорость транспортного со-

общения, сокращает количество разгонов и торможений и в свою очередь приводит к снижению выбросов CO<sub>2</sub>.

Уже установлены пять современных останочных пунктов.

В системы дорожного движения города внедрены кольцевые перекрестки малого радиуса, которые были построены в рамках существующих перекрестков, без их расширения. Это также первый подобный опыт в Беларуси. С заботой о пешеходах уже функционируют островки безопасности на проезжей части, созданные из переработанной резины. Установлены первые в Беларуси подушки скорости, или «берлинские подушки». Они заменяют традиционных «лежащих полицейских» и не снижают скорость общественного транспорта, что также реализовано впервые в Беларуси. Возле здания Природно-экологического музея на улице Скорины проведены мероприятия по обеспечению безопасности детей на пешеходном переходе возле школы, обустроены два полуостровка для предотвращения парковки.

Следующий этап – аудиогид и мобильное приложение для велосипедистов и пешеходов в Полоцке. Местные экскурсоводы и велосипедисты помогли с составлением маршрута, теперь идет работа над составлением гида с фото и видео. Запустить его планируем весной.

Таким образом, уже сделано много, но мы не останавливаемся. На следующем этапе рассматриваем внедрение системы «умных» счетчиков, автоматика которых передаст цифры в системы расчета платежей энергосбыта, водоканала, «Полоцкгаза». «Умное ЖКХ» будет шагом к повышению ответственности потребителей через повышение прозрачности.





**Какие обязательства в плане энергосбережения лежат на Полоцком райисполкоме в рамках Плана устойчивого энергетического развития и плана по выполнению показателей энергосбережения? И как эти обязательства выполняются?**

– Целью Плана устойчивого энергетического развития для Полоцка на период до 2020 года является сокращение выбросов CO<sub>2</sub> на 20% на душу населения к 2020 году. Эта цель будет достигнута путем реализации мер по снижению энергопотребления и стимулированию использования возобновляемых источников энергии на территории города.

К процессу разработки Плана устойчивого энергетического развития мы подошли очень серьезно. Была создана рабочая группа, которая включала в себя лучших специалистов предприятий и организаций города в области энергетики и экологии, экономики и сферы жилищно-коммунального хозяйства.

В итоговом варианте документ включил в себя ряд мероприятий национальных, региональных и районной программ в области энергоэффективности и экологии, а также инновационных направлений, пока новых для Беларуси. Впервые в стратегических планах было предусмотрено такое новое понятие, как городская мобильность; впервые в документ, который направлен на снижение потребления энергетических ресурсов и вредного воздействия на окружающую среду, были включены такие мероприятия, как обустройство велодорожек или работа с населением.

Как показала практика, План устойчивого энергетического развития является не только стратегической программой по энергосбережению, но и своеобразной инвестиционной и инновационной программой развития региона.

Ежегодно в рамках реализации плана деятельности по энергосбережению за счет модернизации и замены оборудования на энергоэффективное мы обеспечиваем экономию не менее 5 тыс. тонн условного топлива.

Так, в 2020 году осуществлена замена порядка 4 тысяч метров погонных тепловых сетей на предизолированные трубы, в 2019 году с целью увеличения доли использования местных видов топлива реконструирована котельная «Боровуха-3» с заменой газовых котлов на котел, работающий на местных видах топлива, с механизированной загрузкой. Кроме того, реализованы мероприятия по термореновации зданий системы здравоохранения, образования, сферы культуры, жилых домов.

Все вышеперечисленные мероприятия финансировались за счет средств бюджетов разного уровня, предусмотренных

на финансирование программ по энергосбережению, на капитальный ремонт жилого фонда, на содержание объектов социальной сферы.

Кроме этого, ведется активная работа с населением, направленная на повышение осведомленности граждан для продвижения энергоэффективных моделей поведения.

С сентября 2018 года Полоцким районным исполнительным комитетом при экспертной поддержке проекта ГЭФ-ПРООН-Минприроды «Беларусь: Поддержка зеленого градостроительства малых и средних городов Республики Беларусь» ведется разработка плана действий по устойчивому энергетическому развитию и адаптации к изменениям климата (далее – ПДУЭРК) на период до 2030 года.

ПДУЭРК разрабатывается с учетом реализации взятых городом обязательств по сокращению своих выбросов CO<sub>2</sub> на 30% к 2030 году посредством мер в области устойчивого транспорта и мобильности, землепользования, модернизации общественных и частных зданий, строительства возобновляемых источников энергии и распределенной энергогенерации, продвижения «зеленых» государственных закупок и повышения осведомленности граждан.

ПДУЭРК описывает набор конкретных мер, которые мы намереваемся реализовать для достижения принятых обязательств. Принимая и реализуя ПДУЭРК, мы активно работаем над сокращением выбросов парниковых газов, повышением энергоэффективности, адаптации к изменению климата, что в итоге улучшит качество жизни жителей района. Данный документ также предусматривает мероприятия по адаптации к изменению климата до 2030 года.

**Облегчает ли наличие районного плана действий по устойчивому энергетическому развитию и адаптации к изменениям климата процессы экономического и энергетического планирования?**

– Думаю, да. В настоящее время Полоцкий райисполком в соответствии с поручением главы государства ведет разработку Комплекса мер по развитию Полоцкого района на период до 2025 года. Комплекс мер проходит согласование со всеми причастными министерствами и республиканскими органами и будет утвержден постановлением Совета Министров.

Одной из главных целей разработки комплекса мер является создание благоприятных, комфортных и безопасных условий проживания граждан. Например, в число мероприятий по развитию энергетической, социальной и транспортной инфраструктуры нашего города входит строительство (реконструкция) распределительных сетей 0,4–10 кВ, строительство и капитальный ремонт мостов, обновление парка подвижного состава для осуществления пассажирских перевозок; ввод жилых домов после капитального ремонта; строительство волоконно-оптических линий связи с применением технологии пассивных оптических сетей (GPON) и другие.

Также комплекс мер включает в себя обеспечение населения качественной питьевой водой, повышение качества очистки сточных вод, строительство 12 станций обезжелезивания в населенных пунктах Полоцкого района, реконструкцию очистных сооружений.

Комплекс охватывает также снижение объемов накопления опасных отходов производства, сохранение биологического и ландшафтного разнообразия, озеленение городских территорий. ▶



**Работа по Соглашению мэров подразумевает общие действия представителей властей, общественных организаций и населения. Как и чем помогаете вам ваши коллеги, население?**

– Администрация района работает в тесной взаимосвязи с представителями гражданского общества, в том числе с населением.

Постоянным партнером по работе с проектами Полоцкого райисполкома является Местный фонд «Интеракция». Именно благодаря такому партнерству Полоцк внедряет все больше инноваций в организацию управления и стратегического развития. Именно благодаря совместной работе Полоцкого райисполкома и «Интеракции» в городе организована широкомасштабная работа с населением и бизнесом.

В рамках инициативы «Соглашение мэров» при поддержке Европейского Союза, Глобального экологического фонда и Программы развития ООН нами успешно реализованы крупные инфраструктурные проекты. О некоторых из них я уже упоминал выше, но думаю, опыт Полоцка будет интересно читать.

Так, в 2017 году был реализован проект «От энергоэффективности к городской мобильности: введение подхода по участию населения в разработке плана устойчивой городской мобильности для города Полоцка». Инновационность этого проекта заключалась не только в теме, но и в подходе к реализации: впервые жители города, которые сформировали общественную рабочую группу, приняли участие в процессе разработки городского стратегического документа, а не только в процессе его публичных обсуждений.

В рамках проекта было выполнено обширное исследование системы транспортной коммуникации, обновлена комплексная транспортная схема города и разработана городская схема велодвижения. Кроме того, был предложен ряд мер, который должен будет привести к отказу от личного автотранспорта в пользу общественного и экологически дружелюбного.

Маршрут будущей велодорожки определили сами горожане путем онлайн-голосования. Мы первые в Беларуси приняли решение выделить для велодвижения одну из полос проезжей части на центральном проспекте города, отделив ее от основной дороги ограждающими конструкциями.

С момента реализации в Полоцке проектом по городской мобильности традиционным стало проведение в городе Европейской недели мобильности. В 2017 году меропри-

ятия недели привлекли около 2000 жителей к участию в велопробеге и велопикнике, в конкурсе на самую мобильную организацию и учебное заведение.

Кстати, уже третий год подряд к участию в неделе мобильности с удовольствием присоединяются собственники веломагазинов, крупных торговых центров, объектов общественного питания.

Наши школьники участвуют в международной акции ЗУММ по сохранению климата. В 2015 году «зеленые шажки» учеников одной из школ Полоцка были показаны на Климатическом саммите ООН в Париже, а в 2016 году – на саммите ООН в Марокко.

В рамках проекта «ГорСвет: энергоэффективная модернизация уличного освещения» Полоцк получил 1,3 миллиона евро финансирования на создание системы управления городским освещением, замену 1904 светильников уличного освещения на самоуправляемые светодиодные, установку автономных светильников, а также модернизацию декоративной подсветки зданий.

В настоящее время активно реализуется инфраструктурный проект «Беларусь: Поддержка зеленого градостроительства в малых и средних городах Беларуси». О нем подробно я говорил выше.

Также отмечу, что с 2010 года Полоцк ежегодно принимает участие в Европейской неделе устойчивой энергии: традиционно в июне в Полоцком районе проводятся дни энергоэффективности, которые превращаются в целые недели различных конкурсов, фестивалей, опросов, акций, семинаров, форумов, круглых столов, привлекая к идеям энергосбережения все возрастные группы населения.

Признанием нашего опыта работы в рамках

Соглашения мэров стало председательство в Клубе городов – подписантов Соглашения мэров в Республике Беларусь в 2019 году. В первом заседании клуба приняли участие более 40 представителей белорусских городов-подписантов. Участие в Клубе помогает городам обмениваться передовыми практиками по устойчивому энергетическому развитию и климату, разрабатывать и реализовывать совместные проекты в данных сферах, сообщать и искать возможности привлечения грантов, инвестиций и кредитных ресурсов.

Вся эта масштабная работа ведется для того, чтобы повысить уровень образованности на местах и приобщить население к совместному решению не только общегородских проблем, но и глобальных вопросов изменения климата и энергосбережения.

**Вы хорошо знакомы с опытом других стран в вопросах энергосбережения. Отличаются ли психология и энергосберегающее поведение людей, и чем вы можете объяснить такие различия?**

– Да, нужно отметить тот факт, что поведение и психология людей разных стран в этом вопросе разнятся.

Мы все еще получаем относительно недорогие энергоресурсы (газ, электричество, тепловую энергию, бензин), что мешает выработке привычек экономить. Мы любим, когда в квартирах много искусственного света, мы моем посуду с открытым краном, переживаем, если зимой в квартирах менее 22 градусов тепла.

Европейцы нацелены на большую экономичность: зонирование освещения, использование настольных ламп даже на работе. В доме с индивидуальным отоплением нагревают всего пару жилых комнат: свитер и теплые носки – обычное дело для европейцев.

И дело тут именно в тарифах. Все, что дорого обходится, приходится экономить. Мы пока немного разбалованы в этом смысле. У европейцев есть материальный стимул: любая инновация, позволяющая экономить, окупается в десятки раз быстрее.

Возьмем технологии строительства. У нас в многоквартирных жилых домах только относительно недавно начали устанавливать системы внутриквартирного регулирования отопления. А в старых домах внедрять такие системы крайне сложно.

Но нельзя не отметить ставшую уже устойчиво повсеместной тенденцию перехода молодого поколения к рациональным моделям потребления ресурсов. Наши поколения миллениалов и зумеров уже гораздо более энергоэффективные и экологичные. Немалую роль в этом сыграла работа по информированию населения. Надо сказать, что в этом мы неплохи, хотя можем быть и активнее.

И в целом наша страна стала на путь устойчивого развития и рационального потребления, экологическим вопросам сейчас уделяется все более пристальное внимание. Все инициативы и стартапы в сфере энергетической эффективности поддерживаются на самом высоком уровне.

Имея такой фундамент, Полоцку просто необходимо и дальше быть флагманом в вопросах энергосбережения и делиться своим многолетним опытом работы с городами и районами страны.

**Большое спасибо за беседу, и пусть все инициативы в сфере энергосбережения сделают родной город удобнее и экологичнее. ■**

Интервью взял Д. Станюта,  
фото А. Марцинкевича,  
euprojects.by

Наши поколения миллениалов и зумеров уже гораздо более энергоэффективные и экологичные. Немалую роль в этом сыграла работа по информированию населения.



В.О. Китиков,  
д.т.н., проф.

Ю.А. Башко

А.С. Козорез,  
ОАО «Завод Промбурвод»,  
г. Минск

ГНУ «Институт жилищно-коммунального хозяйства  
Национальной академии наук Беларуси»

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УДК 621.577

## Аннотация

В статье приведен краткий анализ эффективности использования топливно-энергетических ресурсов при теплоснабжении жилого фонда и объектов ЖКХ применением различных источников тепловой энергии (земля (грунт), вода, воздух), представлен опыт применения в республике тепловых насосов с низкопотенциальными источниками тепла для отопления одиночных зданий и горячего водоснабжения, отражены энергетические и экономические аспекты применения тепловых насосов для целей тепло- и водоснабжения в условиях ЖКХ Республики Беларусь.

## Annotation

V. Kitikov, Y. Bashko, State Scientific Institution "Institute of Housing and Communal Services of the National Academy of Sciences of Belarus"  
A. Kozorez, OJSC "Plant Promburvod", Minsk

## ENERGY AND ECONOMIC ASPECTS OF HEAT PUMPS USING FOR HOUSING AND COMMUNAL SERVICES OF THE REPUBLIC OF BELARUS

The article provides a brief analysis of the efficiency of using fuel and energy resources in the heat supply of housing and utilities using various types of geothermal systems, depending on the heat sources used (land (soil), water, air), presents the experience of using heat pumps in the Republic with all low-potential heat sources for heating single buildings and hot water supply, reflects the energy and economic aspects of using heat pumps for heat and water supply in the housing and utilities sector of the Republic of Belarus.

## Введение

В Беларуси более 37% от общего количества вырабатываемой тепловой энергии потребляет жилищный фонд для нужд отопления и горячего водоснабжения. В настоящее время энергетическим источником для производства тепла, занимающим лидирующие позиции в общем объеме потребления, являются углеводороды, поставляемые из-за рубежа.

В ближайшей перспективе планируется снижение объемов потребления углеводородного топлива в жилом секторе и ЖКХ для целей отопления и горячего водоснабжения в связи с вводом Белорусской АЭС. С этой целью строительная отрасль страны ориентирована на возведение домов с электроотоплением и электронагревом воды. В Беларуси в 2020 году было запланировано построить около 135 тыс. кв. м жилья, где для отопления и горячего водо-

снабжения используется электрическая энергия. К 2025 году, согласно программным документам, предусматривается снижение зависимости ЖКХ от импорта топливно-энергетических ресурсов и обеспечение надежного теплоснабжения потребителей за счет модернизации котельных с их переводом на использование местных видов топлива, а также за счет использования электроэнергии для отопления и горячего водоснабжения [1, 2].

Реализация этих планов уже приносит результат. Так, если за 12 месяцев 2019 года на электрообогрев зданий израсходовано 13 млн кВт·ч, то за январь – май 2020-го – 36 млн кВт·ч, почти в три раза больше. Следует отметить, что при этом пиковые нагрузки на электрические сети также увеличились, а энергообеспечивающие организации удовлетворили далеко не все заявки на увеличение пропускной способности

электрических сетей (для подогрева воды и отопления требуется более высокая пропускная способность сетей) [3].

Повысить эффективность использования топливно-энергетических ресурсов, снизить их расход на отопление и горячее водоснабжение объектов ЖКХ позволит использование геотермальных систем, которые работают по принципу отбора тепла природных ресурсов – накопителей (грунт, подземные и наземные воды, серые стоки, воздух и др.). Эффективность их работы гораздо выше, чем у традиционных котлов (в том числе твердотопливных): каждый затраченный киловатт-час электроэнергии позволяет получить от 3 кВт·ч и более тепловой энергии.

Мировой опыт показывает, что тепловые насосы – это не только энергоэффективное оборудование, но и multifunctional системы создания

микроклимата и жизнеобеспечения зданий, их применение в сфере ЖКХ является одним из перспективных способов повышения энергоэффективности и уровня комфорта индивидуальных и многоквартирных жилых домов, производственных зданий и сооружений, особенно одиночных, удаленных от коммуникаций, а также выравнивания пиковых нагрузок на энергосистему.

В связи с этим исследование эффективности и опыта применения тепловых насосов для целей тепло- и водоснабжения для ЖКХ Республики Беларусь является актуальным вопросом.

## Основная часть

Применение тепловых насосов является инновационным направлением для ЖКХ Республики Беларусь. В настоящее время особый интерес к этой теме появляется у предпри- ▶

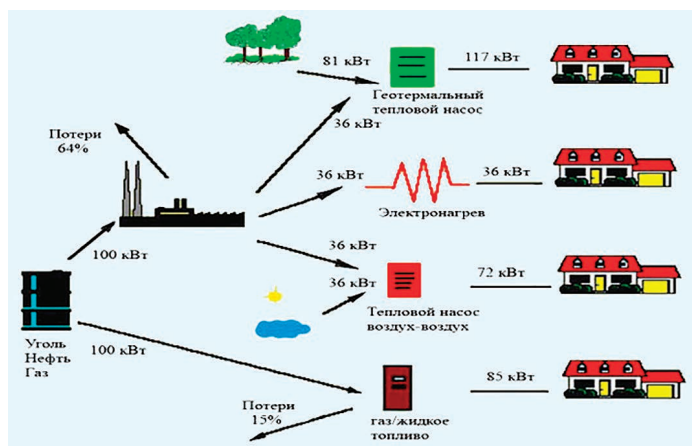


Рис. 1. Варианты эффективного использования топливно-энергетических ресурсов при теплоснабжении объектов ЖКХ с применением геотермальных систем

ятий жилищно-коммунального хозяйства при модернизации систем отопления и горячего водоснабжения, производственных сооружений в целях обеспечения технологического процесса, административных зданий агрогородков, индивидуальных жилых домов.

Использование в условиях республики возобновляемых экологически чистых, низкоуглеродных источников тепловой энергии наряду с углеводородными энергоносителями дает возможность снижения стоимости услуг на отопление и горячее водоснабжение в жилищно-коммунальном секторе при обеспечении не менее надежного теплоснабжения потребителей за счет сокращения потребления традиционных энергоресурсов.

Некоторые варианты эффективного использования геотермальных систем для объектов ЖКХ представлены на рисунке 1. Применение геотермальных систем позволяет компенсировать технологические потери тепловой энергии при использовании углеводородов и местных видов топлива для целей теплоснабжения. Источником тепла для первичного контура теплового насоса может служить воздух, грунт, вода, технологические выбросы (воздух, вода, сточные воды и проч.)

Тепловой насос, используя 1 кВт·ч электроэнергии, производит от 3 до 5 кВт·ч тепловой энергии. Чем больше коэффициент преобразования энергии,

тем выше эффективность теплового насоса.

Принципиальная схема работы системы отопления одиночного здания с применением теплового насоса представлена на рисунке 2.

Тепловой насос имеет основные составляющие: испаритель, компрессор и конденсатор.

Рассмотрим принцип работы системы отопления здания посредством теплового насоса:

- во внешнем теплообменнике (трубы, спирали, радиаторы), находящемся в источнике тепла (грунт, вода, воздух), теплоноситель нагревается до температуры окружающей его среды (источника тепла);

- теплоноситель попадает в испаритель, внутри которого находится хладагент, закипающий при температуре, близкой к 0 °С;

- закипая, хладагент переходит в газообразную форму и попадает в компрессор, здесь он сжимается, за счет чего повы-

шаются его давление и температура;

- горячий хладагент подается в конденсатор, где передает тепло воде, циркулирующей в системе отопления, или воздуху помещения;

- далее хладагент, проходя расширительный клапан, возвращается в испаритель. Этот цикл повторяется непрерывно, обеспечивая отопление помещения.

В мировой практике наиболее широкое распространение для целей тепло- и водоснабжения получили три типа тепловых насосов в зависимости от используемых низкопотенциальных источников тепла: тепловая энергия земли – геотермальный («рассол-вода»), энергия воды – гидротермальный («вода-вода») и энергия воздуха – аэротермальный («воздух-вода») [4].

В настоящее время для ЖКХ Республики Беларусь успешно реализован ряд проектов, направленных на повышение энергоэффективности систем теплоснабжения одиночных зданий, с применением тепловых насосов с рассматриваемыми источниками тепла для целей тепло- и водоснабжения.

Опыт показывает, что эффективность процесса теплоснабжения зданий с применением тепловых насосов зависит от стабильности и постоянства функционирования низкопотенциального источника тепла.

Системы теплоснабжения одиночных зданий с применением тепловых насосов упрощают требования к системам вентиляции помещения и увеличивают уровень пожарной безопасно-

сти. Все системы тепловых насосов функционируют с использованием замкнутых контуров, требуют минимальных эксплуатационных затрат и не требуют обязательного присутствия обслуживающего персонала, т.к. могут оснащаться системой удаленного доступа и управления, которая позволяет контролировать работу и оперативно изменять настройки теплового насоса с помощью мобильного телефона или компьютера [5].

Каждый из типов тепловых насосов обладает собственными величинами капитальных затрат на его приобретение, проведение проектных и строительно-монтажных работ. Особенно существенны различия вложений в системы отбора тепла в зависимости от используемого источника, а также эксплуатационных затрат на техническое обслуживание, текущий ремонт, энергообеспечение технологического процесса.

Геотермальный тепловой насос с грунтовым (наиболее стабильным, постоянно функционирующим) источником тепла является наиболее эффективным в создании комфортного микроклимата и горячего водоснабжения зданий, что находит широкое применение при строительстве новых зданий и сооружений. Такая система теплоснабжения подразумевает использование вертикальных или горизонтальных грунтовых теплообменников («зондов»), которые представляют собой систему соединенных между собой труб, установленных в вертикальных стволах (рисунок 3) или расположенных на большой площади и закольцованных общим контуром.

Система труб внешнего грунтового теплообменника заполняется теплоносителем (жидким «рассолом»), в дальнейшем процесс теплоснабжения осуществляется в соответствии с принципиальной схемой, представленной на рисунке 2.

Следует отметить, что реализация проекта с геотермальным тепловым насосом кроме вложений непосредственно в систему теплоснабжения с те-

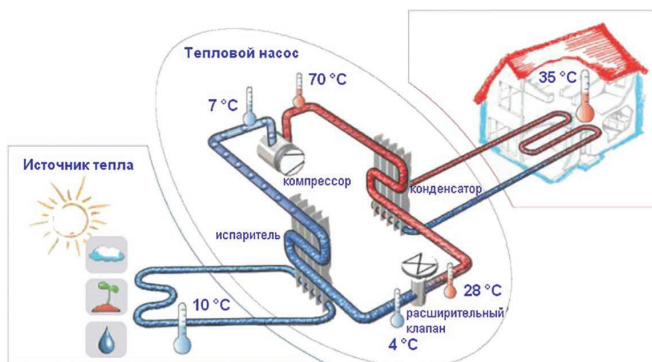
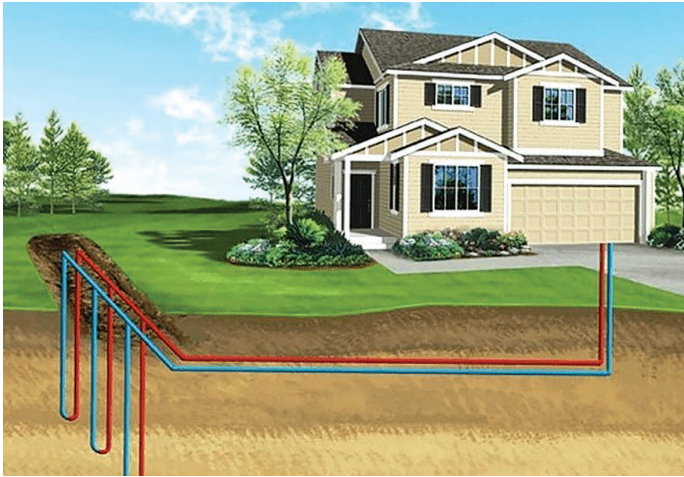


Рис. 2. Принципиальная схема работы системы отопления одиночного здания с использованием теплового насоса





**Рис.3.** Принципиальная схема грунтового теплообменника системы отопления одиночного здания [6]



**Рис.4.** Вид на грунтовый теплообменник в ходе выполнения строительно-монтажных работ

пловым насосом требует значительной величины капитальных затрат (близкой к стоимости самой системы теплоснабжения), привлечения специализированных предприятий, высококвалифицированных специалистов и применения специализированной техники для проведения буровых и строительно-монтажных работ при сооружении грунтового теплообменника (рисунок 4).

В республике имеется опыт применения систем теплоснабжения одиночных зданий с использованием геотермальных тепловых насосов.

Так, отопление и горячее водоснабжение столовой в ОАО «Завод Промбурвод» осуществляется посредством теплового насоса, функционирующего на принципе отбора тепловой энергии от грунта [7]. Система тепло- и водоснабжения построена на базе высокоэффективного теплового насоса типа «рассол-вода» с отбором тепла от грун-

тового теплообменника. Вид на оборудование системы теплоснабжения посредством геотермального теплового насоса представлен на рисунке 5.

За время эксплуатации более 7 лет тепловой насос, используя около 2,4 кВт·ч электроэнергии, стабильно и эффективно выполняет технологический процесс, производя порядка 11 кВт·ч тепловой энергии вне зависимости от температуры окружающей среды. Он отбирает от грунта тепло при помощи внешнего теплообменника, накапливает его и при повторном теплообмене отдает в систему отопления, выдавая температуру теплоносителя около 55оС [8]. При этом коэффициент преобразования составляет примерно 4,0–4,5, что подтверждает эффективность теплового насоса.

Опыт эксплуатации показывает, что в зимний период при стабильной температуре воздуха окружающей среды



**Рис.5.** Вид на оборудование системы теплоснабжения посредством геотермального теплового насоса

до минус 10оС тепловой насос отапливал не только обеденный зал столовой площадью 100 кв. м, но и полностью помещение столовой.

При соответствии температуры в помещениях нормативным требованиям в отопительный период, среднемесячный расход электроэнергии тепловым насосом составляет около 2000 кВт·ч, или порядка 0,6 т.у.т., а затраты на обогрев – порядка 300 бел. руб. (в ценах на 01.01.2020.). В тоже время при централизованном отоплении на это помещение тратили 16,7 Гкал, или 2,9 т.у.т. Затраты на обогрев при централизованном отоплении составляли примерно 1500 бел. руб. (в ценах на 01.01.2020.).

С наступлением летнего сезона после отключения отопления столовой тепловой насос работает на получение горячей воды для столовой и бытовых нужд [9].

Затраты на изготовление и монтаж теплового насоса со-

ставили порядка 40 тыс. бел. руб. (в ценах на 01.01.2020.). Окупаемость данного проекта составила порядка 4 лет [9].

Практика применения геотермальных тепловых насосов показывает, что существенным недостатком таких систем является потеря герметичности грунтового теплообменника в процессе эксплуатации, которая приводит к значительной величине финансовых вложений на проведение ремонтно-восстановительных работ, либо при упрощенных способах восстановления – к снижению энергоэффективности насоса.

В условиях водно-канализационного хозяйства республики успешно реализованы проекты по теплоснабжению с применением тепловых насосов на объектах, использующих в технологическом процессе низкотемпературные источники тепла – на станциях сточных вод и обезжелезивания воды, при этом не требуются значительные капиталовложения, сложные и затратные строительно-монтажные работы.

Так, в КУП «Молодечноводоканал» используется тепловой насос, функционирующий на принципе отбора тепловой энергии от сточных вод [10].

Его система тепло- и водоснабжения построена на базе высокоэффективного теплового насоса типа «рассол-вода», аналога рассмотренного выше, но с отбором тепла посредством спирального теплообменника первого контура.

В водоприемнике сточных вод канализационной насосной станции смонтирован спиральный теплообменник (рисунок 6). ▶



**Рис.6.** Вид на спиральный теплообменник и оборудование системы теплоснабжения посредством теплового насоса типа «рассол-вода»



**Рис. 7.** Вид на оборудование водоочистки и системы теплоснабжения посредством гидротермального теплового насоса

Расчет и изготовление теплообменника к теплому насосу в виде трубчатого змеевика в условиях производства республики дало возможность снижения стоимости оборудования более чем на 40%.

Кроме того, применение в качестве теплообменника первого контура данной конструкции позволило отказаться от буровых работ и снизить стоимость оборудования с монтажом примерно до 16 тыс. бел. руб. (в ценах на 01.01.2020.).

Опыт применения теплового насоса показывает, что используя около 2,4 кВт·ч электроэнергии, он стабильно и эффективно выполняет технологический процесс и производит порядка 11 кВт·ч тепловой энергии вне зависимости от температуры окружающей среды, коэффициент преобразования составляет примерно 4,0–4,5.

Следует отметить, что при соответствии по тепловым характеристикам рассмотренному выше аналогу, стоимость оборудования в два раза ниже.

Практика показывает, что для целей отопления средний расход тепловой энергии в существующей системе составляет примерно 180 кВт·ч в сутки, а тепловой насос при этом расходует порядка 55 кВт·ч электрической энергии в сутки. Экономия в денежном выражении за отопительный сезон составляет порядка 6 тыс. бел. руб. (в ценах на 01.01.2020.), что говорит о возможной окупаемости инвестиций менее чем за три

года без учета горячего водоснабжения.

В случае наличия воды появляется более «бюджетный» вариант – это гидротермальный тепловой насос («вода-вода»). Устройство данного теплового насоса схоже с геотермальным. Очень хорошим местом применения гидротермальных тепловых насосов могут быть станции обезжелезивания на водозаборах предприятий, городов и поселков.

Так, на станции обезжелезивания города Верхнедвинска, филиал «Новополоцводоканал» КУП «Витебсководоканал», где площадь помещения составляет 221,5 кв. м, применен гидротермальный тепловой насос (рисунок 7) тепловой мощностью 19 кВт с водяным источником тепла, отбираемого после очистки воды.

Опыт применения теплового насоса показывает, что ис-

пользуя около 4,1 кВт·ч электроэнергии, он производит порядка 19 кВт·ч тепловой энергии вне зависимости от температуры окружающей среды, коэффициент преобразования может достигать 4,5.

В данном случае не требуется изготовление зонда первого контура, а вместо него тепловой насос подключен к подающему водопроводу. Стоимость данного теплового насоса составила немного более 14 тыс. бел. руб. (в ценах на 01.01.2020.) вместе с монтажными и пусконаладочными работами.

Наиболее широко используемыми для теплоснабжения индивидуальных домов, а также в системах отопления и кондиционирования объектов, для создания стабильного микроклимата без резкого перепада температур являются аэротермальные тепловые насосы, которые захватывают тепло из воздуха. Воздух как источник тепла менее эффективен, в отличие от грунта и воды, но такая система обогрева не требует больших затрат при монтаже и вводе в эксплуатацию. Опыт эксплуатации показывает, что при правильно выполненной установке возврат инвестиций будет быстрым. Этот период варьируется от 3 до 5 лет.

Основным недостатком таких систем является снижение производительности теплового насоса при изменении температуры воздуха окружающей среды в широком диапазоне от положительных до отрицательных значений. Установлено что, из-

менение температуры наружного воздуха с 7°C до минус 10°C приводит к снижению производительности теплового насоса в 1,5–2 раза [11].

Принцип работы аэротермального теплового насоса («воздух/вода») довольно прост: один или несколько наружных блоков захватывают энергию из холодного воздуха. Энергия, извлеченная из этого воздуха, нагревает жидкий теплоноситель. После нагрева теплоноситель будет нагревать воду из системы, которая поставляет в низкотемпературные приборы отопления (фанкойлы или системы теплых полов). В дополнение к обеспечению горячего водоснабжения высокотемпературные модели насосов обеспечивают отопление для существующей сети высокотемпературных радиаторов отопления.

В качестве примера применения аэротермального теплового насоса можно привести Церковь Святого Михаила в Сыновичах (рисунок 8), которая является объектом Государственного списка историко-культурных ценностей Республики Беларусь. Историческая ценность храма не позволяет подключить его к центральному отоплению.

В данном случае используемый тепловой насос, потребляя около 5,52 кВт·ч электроэнергии, стабильно и эффективно выполняет технологический процесс, производя порядка 18 кВт·ч тепловой энергии с коэффициентом преобразования порядка 3,2, что подтверждает



**Рис. 8.** Вид на здание и оборудование системы теплоснабжения посредством аэротермального теплового насоса



его эффективность в сравнении с теплоснабжением одиночных зданий посредством традиционных электродкотлов.

Стоимость оборудования вместе с пусконаладочными работами составила около 14 тыс. бел. руб. (в ценах на 01.01.2020.). При этом эксплуатационные затраты в виде оплаты за электроэнергию снизились в четыре раза.

Опыт эксплуатации в республике тепловых насосов показывает, что стоимость «воздушных» тепловых насосов ниже, так как нет необходимости в проведении дорогостоящих работ, связанных с бурением и выполнением затратных строительно-монтажных работ при сооружении теплообменников первого контура. Однако эксплуатационные расходы в этом случае немного выше, а вот «грунтовой» и «водяной» насосы по эксплуатационным затратам более эффективны, обладают более высоким коэффициентом преобразования.

Преимуществом применения тепловых насосов в системах отопления и горячего водоснабжения зданий является возможность обеспечения комфортного микроклимата в помещениях за счет предоставления «пассивного» холода в летний период.

## Выводы

Использование тепловых насосов с различными источниками тепла в Республике Беларусь подтверждает эффективность их применения для целей теплоснабжения зданий, т.к. потребляя 1 кВт·ч электроэнергии, можно производить более 3 кВт·ч тепловой энергии, что в 3 и более раз эффективнее производства тепловой энергии посредством традиционных электродкотлов.

Практический опыт модернизации системы теплоснабжения на примере одиночного здания столовой с применением геотермального теплового насоса типа «рассол-вода» с отбором тепла от грунта показывает, что за счет стабильности и постоянства функционирования низкопотенциального источника тепла при оптимальных параметрах

его работы оборудование обеспечивает производство тепловой энергии с коэффициентом преобразования 4,0 и более, но при этом требуется значительная величина капитальных затрат на создание системы грунтового теплообменника (близкая по величине к стоимости оборудования теплового насоса), что ведет к увеличению стоимости оборудования.

Опыт применения в условиях КУП «Молодечноводоканал» аналогичного по характеристикам теплового насоса типа «рассол-вода», функционирующего на принципе отбора тепловой энергии от сточных вод, а также эксплуатации в условиях филиала «Новополоцкводоканал» КУП «Витебскводоканал» гидротермального теплового насоса типа «вода-вода» с отбором тепловой энергии от воды после ее очистки на станции обезжелезивания города Верхнедвинска подтверждает эффективность производства тепловой энергии насосами данного типа с коэффициентом преобразования более 4,0.

Как показывает практика, применение тепловых насосов на объектах водно-канализационного хозяйства, использующих в технологическом процессе низкотемпературные источники тепла, позволяет снизить капитальные вложения на создание теплообменника первого контура и стоимость оборудования такого типа более чем в 2 раза в сравнении с оборудованием геотермальных тепловых насосов с отбором тепла от грунта.

Опыт проведения модернизации системы теплоснабжения применением аэротермального теплового насоса типа «воздух-вода» показывает, что инвестиции на поставку и ввод в эксплуатацию оборудования данного типа могут быть сопоставимы с оборудованием гидротермальных тепловых насосов с отбором тепла от воды, но при этом аэротермальные тепловые насосы обладают коэффициентом преобразования порядка 3,0 и более.

Однако данный вид оборудования получил наиболее широкое применение для теплоснабжения индивидуальных домов и одиночных зданий благодаря

легкой доступности постоянно-го источника низкотемпературного тепла – воздуха и низким капитальным вложениям на выполнение монтажных и пусконаладочных работ.

Опыт подконтрольной эксплуатации оборудования в условиях предприятий жилищно-коммунального хозяйства показывает, что срок окупаемости инвестиций, вложенных в инновационные технологии теплоснабжения с применением тепловых насосов с рассмотренными источниками тепла, не превышает пяти лет.

Полученный опыт может быть широко распространен в сфере жилищно-коммунального хозяйства при модернизации систем отопления и горячего водоснабжения одиночно стоящих зданий, производственных зданий и сооружений, административных зданий агрогородков, индивидуальных жилых домов.

Широкое внедрение тепловых насосов с рассмотренными источниками тепла дает возможность снижения потребления электроэнергии для целей тепло- и водоснабжения в отопительный период.

## Литература

1. Директива № 7 от 4 марта 2019 г. «О совершенствовании и развитии жилищно-коммунального хозяйства страны» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://president.gov.by/ru/official\\_documents\\_ru/view/direktiva-7-ot-4-marta-2019-g-20629/](http://president.gov.by/ru/official_documents_ru/view/direktiva-7-ot-4-marta-2019-g-20629/). – Дата доступа: 09.09.2020.

2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29 декабря 2017 г. № 1037 «О Концепции совершенствования и развития жилищно-коммунального хозяйства до 2025 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://kodeksy-by.com/norm\\_akt/source/1037-29.12.2017.htm](https://kodeksy-by.com/norm_akt/source/1037-29.12.2017.htm). – Дата доступа: 07.08.2020.

3. В Беларуси скачок потребления электроэнергии на отопление и подогрев воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://officelife-media.turbopages.org/officelife-media/s/news/18223-in-belarus-the-jump>

in-the-consumption-of-electricity-for-heating-and-preheating-vodil/ – Дата доступа: 07.12.2020.

4. Трубаев, П.А. Тепловые насосы [Текст]: Учеб. пособие / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко, – Белгород: Изд-во БГТУ им. Шухова, 2009. – 142 с.

5. Дистанционное управление тепловым насосом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://promburvod.com/273-distancionnoe-upravlenie-teplovym-nasosom.html>. – Дата доступа: 07.08.2020.

6. Под Минском построили первый в Беларуси геотермальный дом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blizko.by/notes/pod-minskom-postroili-pervyy-v-belarusi-geotermalnyy-dom>. – Дата доступа: 11.11.2020.

7. Начата эксплуатация теплового насоса собственного производства на отоплении столовой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://promburvod.com/79-operation-of-the-thermal-pump-of-own-production-on-dining-room-heating-is-begun.html>. – Дата доступа: 09.09.2019.

8. Первый опыт эксплуатации теплового насоса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://promburvod.com/168-first-operating-experience-of-the-thermal-pump.html>. – Дата доступа: 12.09.2019.

9. Эффективность эксплуатации теплового насоса собственного производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://promburvod.com/novosti.html>. – Дата доступа: 12.09.2019.

10. Барановский И. В. Эффективность применения тепловых насосов для отопления и горячего водоснабжения в условиях Республики Беларусь / Барановский И.В., Башко Ю.А., Козорез А.С., Лихтар С.А. // ВОДА. ГАЗ. ТЕПЛО 2020: материалы международной научно-технической конференции, 8–10 октября 2020 года. / Научное издание. – Минск: БНТУ, 2020. – С. 40–43.

11. Расчет тепловых насосов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lucheeotoplenie.ru/raschet-otopleniya/raschet-teplovyyh-nasosov.html>. – Дата доступа: 01.12.2020. ■

Статья поступила в редакцию 9.12.2020

**Надежда Петреева,**  
руководитель  
отдела продаж  
оборудования,  
запасных  
частей и услуг  
СЗАО «Филтер»



**Ирина Баук,**  
руководитель  
сервисного  
центра  
СЗАО «Филтер»



**Федор Марчук,**  
ведущий инженер  
отдела продаж  
оборудования,  
запасных частей и услуг  
СЗАО «Филтер».  
Системы  
водоподготовки  
и водоочистки



**Евгений Демьяненко,**  
инженер отдела  
продаж оборудования,  
запасных частей и услуг  
СЗАО «Филтер».  
Приборы и системы  
для анализа воды  
и водных сред



# ЭНЕРГИЯ. ВОДА. ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ FILTER ПО СИСТЕМАМ АВТОМАТИЗАЦИИ И УДАЛЕННОМУ ДОСТУПУ К ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРОЦЕССАМ

Группа компаний FILTER предлагает высококачественное оборудование для промышленных предприятий, котельных, ТЭЦ и водоочистных сооружений: котлы и котельное оборудование, парогенераторы, горелки, газопоршневые двигатели, оборудование для водоподготовки, реагенты, пароконденсатную арматуру, аналитические системы, лабораторное оборудование, а также компоненты и системы автоматизации для различных промышленных процессов.

Наша миссия – экономить ресурсы клиента, обеспечивая оптимальную стоимость проекта за весь жизненный цикл.

Основной тренд этого года, который, по исследованиям, набирает все большие обороты – переход на удаленную работу.

Пандемия показала, что основные сферы жизни можно перевести в on-line: обучение, покупки, совещания, переговоры. Прогнозируется, что в ближайшее время будут пользоваться высоким спросом мобильные клиники и лаборатории, телемедицина и консультирование пациентов через интернет.

В то же время работа оборудования, которое отвечает за жизнеобеспечение производств, общественных зданий и сооружений, зачастую зависит от человеческого фактора. Но будущее уже наступило. И в этом будущем системы автоматизации приходят на помощь человечеству. А в отдельных случаях становятся на наше место. Пандемия лишь стала толчком.

## Ваша энергия. Ваши данные. В ваших руках

С 2005 года компанией FILTER в Республике Беларусь было реализовано более чем 200 МВт проектов строительства собственной энергогенерации на базе газопоршневых двигателей INNIO Jenbacher. Имея многолетний опыт в области производства двигателей и их эксплуатации, накопленный благодаря более чем 15 500 подклю-

ченным устройствам, производитель INNIO Jenbacher разработал решение myPlant, которое позволяет получать нужную информацию в нужное время для всего промышленного объекта или для газового двигателя в частности через любое доступное мобильное устройство.

Подключение к системе myPlant позволяет не только реализовать безопасное дистанционное управление вашей станцией, но и получить высокоточный анализ производительности, рентабельности газового двигателя.

Подарив цифровую жизнь вашему газовому двигателю, вы получаете:

- минимизацию издержек на обслуживание;
- повышение эффективности использования оборудования;
- оперативность оказания помощи;
- снижение количества простоев.

## 3 варианта для соответствия вашим потребностям

Были созданы три разные программы подключения, чтобы вы могли найти именно то, что вам нужно. Если вам нужен базовый контроль или высокоточный анализ производительности и предиктивная аналитика, мы можем предложить вам подходящую программу.



### BASIC (БЕСПЛАТНО)

- Текущее рабочее состояние
- Управление только аварийными сигналами
- Доступ ко всей документации двигателя
- Мобильное приложение
- Ежедневные журналы технического состояния

### Повышенная производительность/высокие показатели

- Рекомендации по техническому обслуживанию
- Сопровождение клиентов
- Предсказание срока службы свечей зажигания
- Мониторинг выбросов двигателя
- Снижение затрат на техническое обслуживание

### CARE

- Текущее рабочее состояние
- Управление аварийными сигналами и уведомлениями
- Доступ ко всей документации двигателя
- Мобильное приложение

- Ежедневные журналы технического состояния
- Отслеживание статистических и текущих данных
- Удаленный доступ к блоку управления двигателем
- Управление флотом двигателей
- Уведомления о состоянии двигателя (СМС/электронная почта)

### Повышенная производительность/высокие показатели

- Рекомендации по техническому обслуживанию
- Сопровождение клиентов
- Диагностическое техническое обслуживание свечей зажигания, масла и фильтров
- Контроль качества масла и охлаждающей жидкости
- Мониторинг выбросов флота двигателей

### Усиленная аналитика

### PROFESSIONAL

- Текущее рабочее состояние
- Управление аварийными сигналами и уведомлениями



- Доступ ко всей документации двигателя
- Мобильное приложение
- Ежедневные журналы технического состояния
- Отслеживание статистических и текущих данных
- Удаленный доступ к блоку управления двигателем
- Управление флотом двигателей
- Уведомления о состоянии двигателя (СМС/электронная почта)

### Повышенная производительность/ высокие показатели

- Рекомендации по техническому обслуживанию
- Сопровождение клиентов
- Диагностическое техническое обслуживание свечей зажигания, масла и фильтра
- Контроль качества масла и охлаждающей жидкости
- Мониторинг выбросов флота двигателей

### Искусственный интеллект и предиктивная аналитика

- Операторский аналитический пакет
- Показатели производительности за прошедшие периоды
- Мониторинг, определяемый пользователем
- По запросу: доступ к данным myPlant через сервис API (интерфейс прикладного программирования)

**EUROWATER**  
PURE WATER TREATMENT

Если мы говорим о повышении надежности производства, обязательно должны вспомнить про подготовку воды! Во многих случаях именно вода требуемого качества является первичным сырьем или основным энергоносителем. Сбои водоподготовки – это остановка производства, брак продукции, риск остановки энергосистемы предприятия и т.д. Вариантов множество, и все они негативные.

Современные системы управления и автоматизации позволяют иметь надежное и удобное управление, сбор информации, архивирование и визуализацию. Но существующие реалии требуют повышать не только надежность работы, но и время реагирования, чтобы не стать заложником эпидемиологической, внешнеполитической или экономической ситуации вокруг нас.

Самый лучший вариант для этого – удаленный доступ к системе управления и автоматизации. На предпри-

ятиях, где работа водоподготовки организована в автоматическом режиме на программируемом контроллере, практически всегда предусмотрена такая возможность. Если нет – мы готовы это реализовать.

Процессы в любой энергетической системе должны тщательно отслеживаться во избежание любых влияний на стабильную работу.

Для оптимальной эксплуатации, к примеру, пароводяного тракта на предприятиях энергетики весьма важным является контроль и мониторинг следовых количеств загрязняющих веществ в технологических водах. Это значит, что методы и средства анализа, на которые основаны решения, должны быть точными, надежными и информативными.

Для минимизации времени технологического простоя котлов необходим постоянный контроль процесса коррозии и мониторинг эффективности котла. Контроль и мониторинг качества воды на всем протяжении парового и водного трактов заключается как в измерении содержания газов в растворенном состоянии, растворенных веществ, ионов, pH и электропроводности, так и в мониторинге отдельных загрязнителей.

Все технологически важные параметры могут и должны контролироваться онлайн на постоянной основе при помощи аналитических систем, состоящих из контроллеров и датчиков или анализаторов для необходимых параметров.

Так как датчики и анализаторы Hach являются цифровыми, то в таком случае, на примере контроллера Sc1000, к одному модулю датчиков может быть подключено до 8 датчиков и/или анализаторов одновременно. А группа модулей с датчиками может быть связана между собой, чтобы, подключившись к одному модулю, иметь информацию обо всех параметрах в данной группе.

С подключением и настройкой контроллера нет никаких сложностей. Любой цифровой датчик просто подключается к модулю датчиков контроллера, и он готов к работе (plug & play).

Современные аналитические системы обладают системами предупредительной самодиагностики.

На экране современных контроллеров мгновенно отображаются удобные для восприятия индикаторы ка-



чества измерений и технического обслуживания приборов.

Все данные по всем подключенным параметрам будут собираться 24/7.

Контроллер имеет возможность вывода информации по любым современным протоколам передачи данных, таких как Profibus или Modbus TCP/IP для полной интеграции в сеть устройств, поддерживающих TCP/IP-сокеты и взаимодействия со SCADA, PLC или другой сетью.

На примере контроллера Sc1000 есть возможность использования стандартного кабеля Ethernet, а также беспроводного подключения с помощью GSM/GPRS для удаленного наблюдения за контролируемыми параметрами.



Компания Hach как признанный эксперт в отрасли аналитических систем для вод и водных растворов может предложить полный спектр анализаторов для основных критических параметров качества, таких как растворенный кислород, гидразин (карбогидразид), pH/электропроводимость, растворенный натрий, кремниевая кислота, фосфаты, и др.

### Сервис

Стремление перейти на «удаленку» оправдано не только для производственных предприятий, но и для тех, кто оборудование обслуживает. И здесь очень важна оперативность. Сейчас выигрывает тот, кто имеет возможность быстро разобраться в сбое и устранить его. Другими словами, заказчику надо быть уверенным, что помощь окажут максимально быстро.

Что мы получим? Во-первых, возможность видеть в режиме реального

времени ситуацию на объекте. Ведь визуализацию процессов можно вывести даже на смартфон. При возникновении какого-то сбоя – среагировать немедленно и начать устранение. Во-вторых, сервисный специалист, даже находясь на самоизоляции либо работая удаленно, в кратчайший срок может оценить ситуацию, определить состояние системы, а в некоторых случаях – вернуть оборудование в рабочее состояние.

Зачем терять время на ожидание, если можно начать решать вопросы удаленно с момента их возникновения!

### Наш опыт и референции

За 25-летний период деятельности группа компаний FILTER накопила большой опыт в реализации проектов в области промышленной энергетики:

- ТЭЦ на основе газовых турбин – суммарная мощность 30 МВт;
- ТЭЦ на основе паровых турбин – суммарная мощность 40 МВт;
- ТЭЦ на основе газовых двигателей – суммарная мощность 220 МВт;
- Жаротрубные котельные – 220 объектов суммарной мощностью 1100 МВт;
- Котлы на биомассе – суммарная мощность 33 МВт;
- Биомассовая ТЭЦ с технологией псевдооживленного слоя – суммарная мощность 18 МВт;
- Гелиоколлекторная тепловая станция – 6 МВт;
- Водоподготовка для котельных – более 250 объектов с общей производительностью 1000 м³/ч;
- Питьевая вода – 350 объектов с общим расходом 6100 м³/ч;
- Обслуживание – 310 клиентов с контрактами на полное сервисное обслуживание. ■

По вопросам автоматизации производственных процессов обращайтесь:

**FILTER** | ЭНЕРГИЯ ВАШЕГО  
ЭНЕРГИЯ ВОДА РЕШЕНИЯ | ПРОИЗВОДСТВА

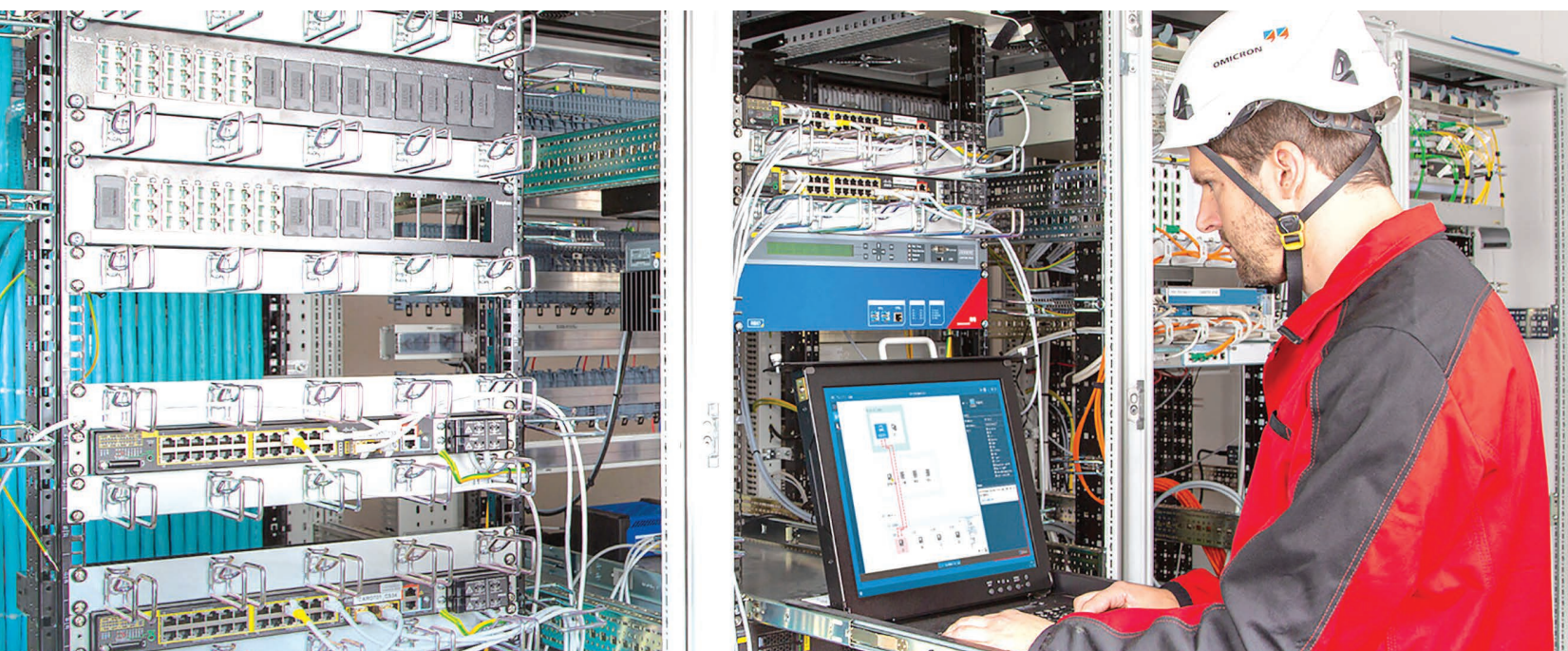
Компания «Филтер»,  
Минский район,  
пересечение Логойского тракта  
и МКАД, административное  
здание «Аквабел»,  
офис 501, 502  
Тел.: +375 17 357-39-63  
Факс: +375 17 357-93-64  
Моб.: +375 29 677-53-73

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

О.А. Кучинский,  
Академия управления при Президенте Республики Беларусь

# КИБЕРУГРОЗЫ В КОНТЕКСТЕ НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ИХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

УДК 327:620.9



## Аннотация

В статье рассматривается проблема киберугроз в энергетическом секторе, которая приобрела особую важность в контексте низкоуглеродной трансформации мировой энергетики. Масштабное внедрение возобновляемых источников энергии, интегрированных в энергосистему при помощи интеллектуальных сетей, требует повышенного внимания к безопасности информационной инфраструктуры. Киберугрозы в энергетическом секторе обладают конфликтным потенциалом, который выходит далеко за рамки развития отрасли или отдельной страны. В силу этого анализ данной проблематики включен в проблемное поле нового направления энергетической геополитики – геополитики энергетической трансформации. В статье также анализируются различные виды кибератак на энергетическую инфраструктуру, приводятся наиболее известные случаи в энергетическом секторе в ряде стран мира: Иран (Stuxnet), Саудовская Аравия (Shamoon/DistTrack), Украина (BlackEnergy).

**Ключевые слова:** киберугрозы, энергетическая инфраструктура, возобновляемые источники энергии, энергетическая трансформация, геополитика

Kuchinsky O.A.

## CYBER THREATS IN THE CONTEXT OF LOW-CARBON ENERGY TRANSFORMATION AND THEIR GEOPOLITICAL ASPECTS

### Annotation

The article studies the problem of cyber threats in the energy sector, which is of particular importance in the context of the low-carbon transformation of the global energy. Large-scale implementation of renewable energy sources integrated into the power system using smart grids requires increased attention to the security of information infrastructure. Cyber threats in energy sector have potential for conflict that goes far beyond the development of an industry or a single country. Hence, the analysis of this issue is included in the problem field of a new direction of energy geopolitics – the geopolitics of energy transformation. The article also analyzes various types of cyber-attacks on energy infrastructure, cites the most famous cases in the energy sector in several countries of the world: Iran (Stuxnet), Saudi Arabia (Shamoon/ DistTrack), Ukraine (BlackEnergy).

**Keywords:** cyber threats, energy infrastructure, renewable energy sources, energy transformation, geopolitics



## Введение

Мировая энергетика находится в постоянном развитии, обусловленном как внутренними, технологическими факторами, так и внешними по отношению к энергетической отрасли – экономическими, экологическими, социальными, культурными, а также (гео)политическими. По мнению авторов экспертно-аналитического доклада «Цифровой переход в электроэнергетике России», облик электроэнергетики ближайшего будущего определяют следующие технологические и рыночные тренды: удешевление новых технологий для использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ); глубокая децентрализация производства электроэнергии; распространение технологий и практики энергосбережения; распространение цифровых сетей и интеллектуальных систем управления; изменение модели поведения потребителей и появление просьюмеров; распространение новых финансовых технологий [1].

Указанные тренды целесообразно рассматривать в более широком контексте «энергетической трансформации» («энергетического перехода») – процесса долговременных структурных изменений мировой энергетики, связанных с постепенным замещением ископаемых видов топлива (нефти, природного газа и угля) ВИЭ. Данный переход не сводится исключительно к замене одних источников энергии другими, его ключевыми элементами, по мнению Международного агентства по возобновляемой энергии IRENA, являются энергетическая эффективность, возобновляемые источники энергии, а также повышение потребления электроэнергии [2].

## Основная часть

Энергетический сектор традиционно относится к объектам критической инфраструктуры, от бесперебойной работы которой зависит устойчивое функционирование государства. Экономические последствия аварий в энергосистеме могут быть очень значительными. Так, например, в совместном исследовании компании Lloyds и Кембриджского университета отмечается, что гипотетическая авария в США, вызванная кибератакой и затрагивающая 50 электростанций и 15 штатов, может обойтись в сумму от 243 млрд до 1 трлн долл. США [3].

Применительно к энергетике наиболее часто объектом кибератак становятся системы промышленного управления (ICS) и диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA). К. Василеу выделяет следующие виды атак на энергетическую инфраструктуру [4]:

- вредоносное программное обеспечение (ПО, англ. *malware*) – файлы или программы, предназначенные для нанесения вреда устройствам или сетям (вирусы, «черви», «тройские кони», шпионское ПО и программы-вымогатели (англ. *ransomware*));

- распределенные атаки типа «отказ в обслуживании» (англ. *distributed denial of service, DDoS*) – атаки на системы генерации и передачи энергии, которые делают услуги или ресурсы недоступными в результате перегрузки их количеством запросов большим, чем они могут обработать;

- социальная инженерия, или фишинг (англ. *social engineering*) – методы, основанные на психологических особенностях личности и закономерностях человеческого мышления, обычно применяемые для несанкционированного доступа к сетям для кражи данных или кибершпионажа. Часто атаки имеют вид электронных писем, поступающих из авторитетных источников, которые манипулируют пользователями с целью раскрытия конфиденциальной информации;

- развитая устойчивая угроза (англ. *advanced persistent threat, APT*), синоним – целевая/таргетированная кибератака – атака с целью хищения защищенной информации из информационной системы конкретной компании, организации или государственной структуры, которая отличается комплексным характером используемых методов, большой продолжительностью, длительным и ресурсозатратным процессом подготовки.

Наиболее известные случаи кибератак в энергетическом секторе связаны с использованием вредоносного программного обеспечения Stuxnet (2010 г.), Shamoon/DistTrack (2012 г.) и BlackEnergy (2015 г.).

По мнению журналистов американской газеты «Нью-Йорк таймс», вирус Stuxnet является разработкой спецслужб Израиля и США, направленной против ядерной программы Ирана. Вирус нарушил работу почти 1000 центрифуг для обогащения уранового топлива в Нетензе. Примечательно, что иранские ядерные объекты были изолированы от сети Интернет, а заражение предположительно произошло через инфицированный USB-диск [5].

Вирус Shamoon, также известный как DistTrack, был впервые использован в 2012 г. против нефтяных компаний Agatco (Саудовская Аравия) и RasGas (Катар). Вирус уничтожил данные на более 30 тыс. компьютеров Agatco, в результате чего компания потратила две недели на восстановление их работоспособности [6]. Поскольку вирус не затронул компьютеры, обеспечивавшие процессы бурения скважин и нефтепереработки, последствия кибератаки оказались ограниченными административными подразделениями компании.

В результате действия вируса BlackEnergy, поразившем в 2015 г. «Прикарпатьеоблэнерго» (г. Ивано-Франковск, Украина), были отключены 30 подстанций, более 230 тыс. человек оказались без электроэнергии на период от одного до 6 часов. Вирусная атака стала возможной ввиду наличия уязвимости в используемых на предприятии системах SCADA [7]. В дальнейшем атаки на украинские

энергообъекты продолжились при помощи вредоносного ПО GreyEnergy.

Следует отметить, что указанные выше инциденты являются лишь вершиной айсберга в море киберугроз, которым подвергается энергетическая инфраструктура в настоящее время. Так, по данным газеты «Энергетика и промышленность России» (2019), «Россети» – одна из крупнейших российских электроэнергетических компаний – ежегодно блокирует порядка 9 млн попыток хакерского проникновения в корпоративный периметр. Ежегодно компания тратит около 2 млрд руб. на защиту от кибератак – около 10% от всех расходов на процессы цифровизации и автоматизации. Только за 2019 г. 18% российских энергокомпаний приступили к разработке проектов по реализации мер защиты критической информационной инфраструктуры [8].

Кибератакам могут подвергаться и объекты возобновляемой энергетики. Так, в июле 2020 г. министерством энергетики США была выпущена «Дорожная карта для кибербезопасности в области ветровой энергетики». Основные выводы, сделанные авторами данного документа, сводятся к следующему [9]:

- Применительно к ветроэнергетическим системам требуется изменение всей парадигмы кибербезопасности, поскольку ветроустановки становятся все более важной составляющей «умных сетей» (англ. *smart grids*), предполагающих наличие двухстороннего информационного обмена, должным образом защищенного от внешнего вмешательства;

- кибератаки могут дестабилизировать работу ветроэнергетических систем, а также физически повредить ветротурбины, что подтверждается как теоретическими исследованиями, так и анализом реальной практики;

- критически важны научные исследования и разработки в области кибербезопасности ветроэнергетических объектов;

- необходима дальнейшая разработка стандартов ветроэнергетики, связанных с кибербезопасностью. Ветроэнергетическая промышленность в значительной степени зависит от стандартов, разработанных для других энергетических систем и технологий. При этом стандартов кибербезопасности, специфичных для ветровой энергетики, в настоящее время не существует.

С учетом отмеченных выше процессов развития ВИЭ, цифровизации и децентрализации энергетики можно предположить, что по мере трансформации мировой энергетики в направлении низкоуглеродных технологий острота проблемы безопасности критической энергетической инфраструктуры будет только возрастать. Не случайно в докладе IRENA, посвященном новому направлению энергетической геополитики – геополитике энергетической трансформации, отмечается, что хотя переход к ВИЭ может снизить конфликтный потенциал, связанный с доступом к углеводородным ресурсам, проблемы кибербезопасности на- ▶

ряду с доступом к критическим материалам могут привести к росту напряженности и конфликтам [2].

Например, преступные группы, террористы или службы безопасности враждебных стран могут взламывать цифровые системы, контролирующую работу электростанций и электрических сетей, в преступных целях, в том числе с целью военного или промышленного шпионажа. В наиболее экстремальных случаях киберпреступники могут попытаться совершить диверсию, превратив работу или разрушив промышленную инфраструктуру, включая энергетические установки. В этой связи очень показательным является отказ властей Австралии, Бельгии и Германии в приобретении китайской компанией State Grid акций ряда энергетических и электросетевых компаний по соображениям национальной безопасности [2].

Большинство академических авторов, исследующих геополитические аспекты возобновляемой энергетики, также отмечает важность вопросов кибербезопасности (М. О'Салливан с соавт. [10], И. Оверланд [11], Р. Вакульчук с соавт. [12]).

Так, М. О'Салливан с соавт. отмечает, что то масштабное внедрение ВИЭ может привести как к повышению уязвимости электрических сетей к киберугрозам, так и к уменьшению указанной уязвимости – в зависимости от того, в какой степени получают распространение трансграничные суперсети (англ. *super grid*). В условиях интегрированной инфраструктуры общей уровень кибербезопасности будет определяться самым слабым звеном, а кибератака на одну из стран может вызвать проблемы и в других странах. С другой стороны, распространение микросетей и систем автономного электроснабжения приведет к снижению указанной проблемы [10].

По мнению И. Оверланда, проблема киберугроз в энергетическом секторе несколько преувеличена, так как в развитых странах автоматизированные системы контроля и управления электроэнергетическими объектами функционируют уже не одно десятилетие. Кроме того, потенциально большая децентрализация энергосистем, в которых потребители будут одновременно производителями (просьюмерами) энергии, приведет к тому, что работа электрических сетей станет более устойчивой [11].

Р. Вакульчук с соавт. отмечает, что риски кибербезопасности, связанные с передачей электроэнергии, не являются специфическими для ВИЭ. Этим рискам подвержена вся инфраструктура, подключенная к сети Интернет и использующая цифровые платформы [12].

## Выводы

Очевидно, что по мере увеличения количества производителей энергии из ВИЭ, поставляющих энергию в централизованную сеть, количество «слабых звеньев» будет

пропорционально увеличиваться, так как небольшие предприятия, как правило, не обладают достаточными ресурсами для инвестиций в информационную безопасность. В этой связи очень важным представляется повышение требований по безопасности к установкам по использованию ВИЭ и сетевому оборудованию на уровне промышленных стандартов.

Несмотря на высокий потенциал белорусской IT-сферы, в Глобальном рейтинге кибербезопасности за 2018 г., подготовленном Международным союзом электросвязи, Беларусь заняла 69-е место из 175 стран [13]. Необходимость дальнейшего решения имеющихся в данной сфере проблем потребовала принятия Концепции информационной безопасности Республики Беларусь [14]. Хотя удельный вес возобновляемой энергетики в Беларуси в настоящее время не очень высок (7,1% в валовом потреблении энергоресурсов и 2,47% в производстве электроэнергии в 2019 г.) [15], проблемы кибербезопасности в энергетическом секторе, в особенности в свете ввода в эксплуатацию БелАЭС, для нашей страны являются актуальными.

## Литература

1. Цифровой переход в электроэнергетике России: экспертно-аналитический доклад [Электронный ресурс] / под общ. ред. В.Н. Княгинина и Д.В. Холкина; Центр стратегических разработок, 2017. – Режим доступа: [https://www.csr.ru/uploads/2017/09/Doklad\\_energetika-Web.pdf](https://www.csr.ru/uploads/2017/09/Doklad_energetika-Web.pdf). – Дата доступа: 15.09.2020.
2. A New World. The Geopolitics of the Energy Transformation [Electronic resource] / International Renewable Energy Agency, 2019. – Mode of access: [https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jan/Global\\_commission\\_geopolitics\\_new\\_world\\_2019.pdf](https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jan/Global_commission_geopolitics_new_world_2019.pdf). – Date of access: 21.09.2020.
3. Business Blackout – The insurance implications of a cyber attack on the US power grid [Electronic resource] / Lloyd's; Center for Risk Studies, University of Cambridge, 2015. – Mode of access: <https://www.jbs.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2020/08/crs-lloyds-business-blackout-scenario.pdf>. – Date of access: 01.09.2020.
4. Vasileiou, K.G. Cybersecurity in the energy sector. A holistic approach: diss. MSc in Energy: Strategy, Law and Economics [Electronic resource] / K.G. Vasileiou. – Piraeus, 2019. – 61 p. – Mode of access: [http://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/12412/Vasileiou\\_18012.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/12412/Vasileiou_18012.pdf?sequence=2&isAllowed=y). – Date of access: 01.12.2020.
5. СМИ: вирус на завод в Натанзе занес иранский инженер, завербованный Израилем, США и Нидерландами [Электронный ресурс] / Newsru.com. – Режим доступа: 01.12.2020. [https://www.newsru.co.il/mideast/02sep2019/stuxnet\\_009.html](https://www.newsru.co.il/mideast/02sep2019/stuxnet_009.html). – Дата доступа: 01.12.2020.

6. А. аль-Саадан: Компьютерные сети Арамсо подвергались кибератаке для останки добычи нефти в Саудовской Аравии [Электронный ресурс] / Neftegaz.ru. – Режим доступа: <https://neftgaz.ru/news/incidental/260342-aal-saadan-kompyuternye-seti-aramso-podvergalis-kiberatake-dlya-ostanovki-dobychi-nefti-v-saudovsko/>. – Дата доступа: 07.12.2020.

7. Inside the Cunning, Unprecedented Hack of Ukraine's Power Grid [Electronic resource] / Wired, 2016. – Mode of access: <https://www.wired.com/2016/03/inside-cunning-unprecedented-hack-ukraines-power-grid/>. – Date of access: 01.12.2020.

8. В зоне киберриска [Электронный ресурс] / Энергетика и промышленность России, 2019. – Режим доступа: <https://www.eprussia.ru/epr/376/1962004.htm>. – Дата доступа: 15.09.2020.

9. Roadmap for wind cybersecurity [Electronic resource] / U.S. Department of energy, 2020. – Mode of access: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2020/08/f77/wind-energy-cybersecurity-roadmap-2020v3.pdf>. – Date of access: 01.11.2020.

10. O'Sullivan. The Geopolitics of Renewable Energy: working paper [Electronic resource] / M. O'Sullivan, Indra Overland, David Sandalow / Harvard Kennedy School of Government, Norwegian Institute of International Affairs – NUPI, Columbia Center on Global Energy Policy, 2017. – Mode of access: <https://energypolicy.columbia.edu/sites/default/files/CGEPTheGeopoliticsOfRenewables.pdf>. – Date of access: 01.10.2020.

11. Overland, I. The geopolitics of renewable energy: Debunking four emerging myths / I. Overland // Energy Research & Social Science. – 2019. – Vol. 49. – P. 36–40.

12. Vakulchuk, R. Renewable energy and geopolitics: A review / R. Vakulchuk, I. Overland, D. Scholten // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2020. – Vol. 122. – 109547.

13. Global Cybersecurity Index 2018 [Electronic resource] / Telecommunication Union, 2018. – Mode of access: [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/str/D-STR-GCI.01-2018-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/str/D-STR-GCI.01-2018-PDF-E.pdf). – Date of access: 15.09.2020.

14. О Концепции информационной безопасности Республики Беларусь: постановление Совета Безопасности Республики Беларусь, 18 марта 2019 г. № 1 // Консультант Плюс: Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

15. Энергетический баланс Республики Беларусь: статистический сборник [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2020. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/484/484d69a59d489c53b25079a3c088e5c6.pdf>. – Дата доступа: 15.09.2020. ■

Статья поступила  
в редакцию 07.12.2020



**А.П. Ахрамович,**  
к.т.н., ведущий научный  
сотрудник  
лаборатории  
«Энергоэффективность»



**Г.М. Дмитриев,**  
к.т.н., начальник  
Центра коллективного  
пользования  
по энергоаудиту



**Ш.М. Худайбердиев,**  
к.т.н., старший научный  
сотрудник Центра  
коллективного пользования  
по энергоаудиту



ГП «ИЭ НАН Беларуси»

# ЛОКАЛЬНЫЙ ОБОГРЕВ РАБОЧИХ ЗОН ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ИК-ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ

## Аннотация

Предложен метод расчета рациональной схемы размещения ИК-излучателей для обогрева локальных рабочих зон, обеспечивающих требуемые температурные условия при минимальной мощности. Рассмотрен рабочий участок в цехе ГП «Конус» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» и определены параметры ИК-системы для его обогрева. Отклонение результатов расчетов и инструментально замеренных удельных потоков лучистой энергии не превысило 15%.

## Annotation

The method for calculating of the rational equipment infrared emitter placement for providing the required temperature conditions in local working zones with minimum power is proposed. The working area in the workshop of the State Enterprise «Konus» of the Scientific and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization was considered. The parameters of the infrared system were determined. The deviation of the calculation results and instrumentally measured specific fluxes of radiant energy did not exceed 15%.

## Введение

На многих предприятиях для поддержания нормируемых термовлажностных режимов предусмотрено воздушное отопление, совмещенное с вентиляцией [1, 2]. Принцип работы этой системы заключается в закачивании наружного воздуха, подогреве его в калориферах и подаче в цех для восполнения тепловых потерь здания и поддержания температуры в рабочей зоне в соответствии с санитарными и технологическими нормами [3]. Поскольку подвижность воздуха ограничена гигиеническими требованиями, то отверстия для его входа расположены на высоте более 2 метров. Горячий воздух устремляется вверх и, охладившись, опускается вблизи стен в рабочую зону. При этом имеют место большие тепловые потери и нерациональное использование тепла – температура на уровне размещения крановых балок зачастую превышает температуру в рабочей зоне.

Необходимые тепловые условия более эффективно могут быть достигнуты с помощью инфракрасного (ИК) обогрева, при котором перенос тепла гармонично сочетается с конвекцией и электромагнитными волнами. Преимущества инфракрасного обогрева заключаются в его высоких энергоэффективности и гигиенических достоинствах [4, 5]. При ИК-обогреве комфортные условия достигаются при более низкой температуре воздуха в помещении по сравнению с нормируемой для случая конвективного отопления. Поэтому в холодное время года помещения с ИК-обогревом можно аэрировать и проветривать в боль-

шем объеме без опасения переохлаждения, что способствует созданию благоприятной для человека воздушной обстановки. Снижение температуры воздуха ниже 18°C и насыщенность его кислородом значительно облегчают дыхание за счет интенсификации экзотермической реакции легких [6]. Благоприятное значение имеет и повышенная температура пола – человек не ощущает холода в ногах и чувствует себя намного комфортнее.

Внедрение на предприятиях систем ИК-обогрева позволяет уменьшить в 1,5–2,1 раза расход условного топлива, требуемого для обеспечения нормируемых температур на производственных участках, по сравнению с водяными и воздушными системами отопления. Такие системы внедрены в ОАО «ММЗ им. С.И. Вавилова – управляющая компания холдинга «БелОМО», ОАО «Интеграл – управляющая компания холдинга «Интеграл», на Минском заводе специального инструмента и оснастки, в СОАО «Гомелькабель», на Бобруйском заводе тракторных деталей и агрегатов и др.

На практике зачастую на отдельных участках в цехах необходимо создавать специальные микроклиматические условия с повышенной температурой, отличной от всего помещения. В этом случае локальный обогрев электрическими инфракрасными излучателями является наиболее эффективным способом. Наличие в производственном цеху подкрановых путей не позволяет установить большое количество инфракрасных нагревателей в верхней зоне над участком, где

необходимо создать специальные микроклиматические условия. Электрические ИК-излучатели имеют небольшой вес при достаточно большой номинальной мощности, а также узконаправленную индикатрису излучения. Это дает возможность разместить их непосредственно около рабочего участка, монтируя либо на ограждающих конструкциях, либо на специальных опорах таким образом, чтобы их излучающая поверхность находилась под углом к горизонту для концентрации лучистого потока на участке. Задача заключается в определении необходимого количества инфракрасных излучателей и их размещения.

## Основная часть

Для определения рациональной схемы расположения ИК-излучателей, создающих с минимальной мощностью требуемые температурные условия, необходимо решить следующие задачи:

- рассчитать мощность и количество ИК-излучателей;
- найти распределение удельного лучистого потока по поверхности рабочей зоны;
- определить оптимальные высоту и угол подвеса ИК-излучателей.

Рассмотрим рабочую площадку в цехе, представляющую собой прямоугольник, у которого длина  $L$  превышает ширину  $B$ . Электрические инфракрасные излучатели установлены на вертикальных опорах  $H$  по торцам площадки так, что одна из их сторон параллельна стороне прямоугольника  $L$ , а другая параллельна  $B$ . ▶

На стадии технического проектирования оценить установленную мощность излучателей можно по формуле [7]

$$N_0 = (q - \Delta q) \eta \psi F_x \quad (1)$$

и, выбрав их тип, найти и количество как

$$n = N_0 / N. \quad (2)$$

Здесь  $q$  – допустимая облученность тела человека;  $\Delta q$  – дополнительная облученность тела человека производственными источниками;  $F_x$  – площадь обогреваемого участка;  $\eta$  – коэффициент энергопотребления (отношение установленной мощности ИК-излучателей к произведению размера обогреваемой площади  $F_x$  и средней облученности человека);  $\psi$  – коэффициент ослабления лучистого потока в результате поглощения и рассеяния излучения воздухом, пылью и парами воды;  $N$  – номинальная мощность ИК-излучателя.

Рассмотрим интегральный лучистый поток, а среду, в которой он распространяется, примем диатермической. Введем декартову прямоугольную систему координат, поместив ее начало на полу посередине между основаниями опор для излучателей, а оси направим:  $z$  вертикально вверх,  $x$  и  $y$ , соответственно, вдоль продольной и торцевой сторон рабочей площадки. Решать задачу распределения лучистого потока от ИК-излучателей будем в двумерной постановке на плоскости  $xz$ . Расчетная схема дана на рисунке 1.

В силу значительного превышения длины и ширины ИК-излучателя над толщиной

Рис. 1. Расчетная схема распределения удельного лучистого потока

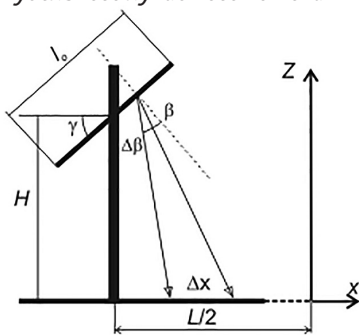
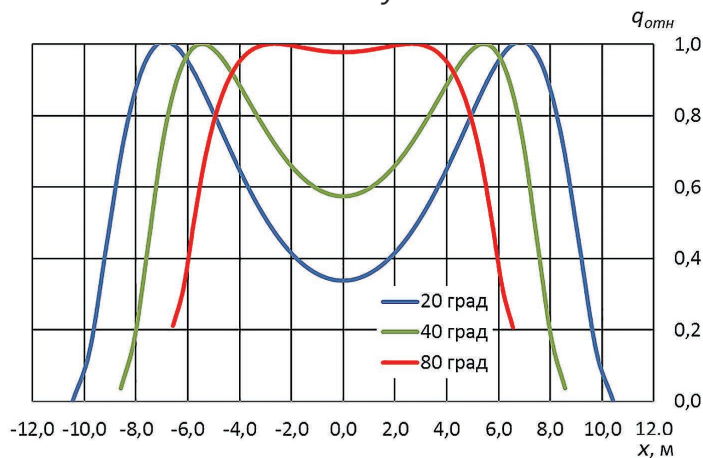


Рис. 2. Распределение относительной облученности рабочей зоны в зависимости от угла наклона ИК-излучателей



его можно рассматривать как прямоугольную излучающую поверхность с размерами  $l_0 \times b_0$ , наклоненную под углом  $\gamma$  к оси  $x$ . Считаем, что интенсивность излучения и его индикатриса одинаковы по всей излучающей поверхности. Разобьем ее на  $n$  прямоугольных полос со сторонами  $b_0$  и  $\Delta l$ , а интервал изменения угла излучения  $[\beta_1; \beta_2]$ , определяемый индикатрисой, – на  $J$  равных частей ( $\beta$  – угол между направлением потока и нормалью к излучающей поверхности). За начало луча примем середину отрезка, положение которой определяется как:

$$l_i = \frac{1}{2} [l - \Delta l (3 - 2i)]; \quad i \in [1; n]. \quad (3)$$

Тогда каждый  $i$ -й участок будет генерировать в направлении  $\beta_j$  лучистый поток:

$$I_{ij} = \frac{N}{l_0 b_0 (\beta_2 - \beta_1)} \chi(\beta_j) \Delta l \Delta \beta. \quad (4)$$

Здесь  $\chi(\beta_j)$  – безразмерная функция углового распределения удельного лучистого потока.

Точку пересечения луча с поверхностью рабочей площадки найдем на основании законов геометрической оптики. Учитывая угол наклона излучающей поверхности, получим:

$$x_{ij} = H_i \operatorname{tg}(\beta_j + \gamma); \quad H_i = H - l_i \sin(\gamma); \quad (5)$$

$$i = [1; n]; \quad j = [1; J].$$

Поскольку распространение лучистого потока происходит в конечном угле, то, попадая на площадку, он покрывает область  $B \Delta x_{ij}$ , и удельный поток будет равен:

$$q_{ij} = \frac{I_{ij}}{B \Delta x_{ij}}. \quad (6)$$

Но на эту площадку попадают лучи и от других участков излучающей поверхности. Чтобы найти общий поток, необходимо просуммировать все потоки по всем возможным направлениям. Для этого полученный дискретный набор величин  $q_{ij}$  аппроксимируется непрерывными функциями от  $l$  и  $\beta_j$ , например, с помощью сплайн-интерполяции [8].

При двухстороннем обогреве аналогичный расчет производится и для противоположных ИК-излучателей, а затем находится их взаимный вклад.

ложных ИК-излучателей, а затем находится их взаимный вклад.

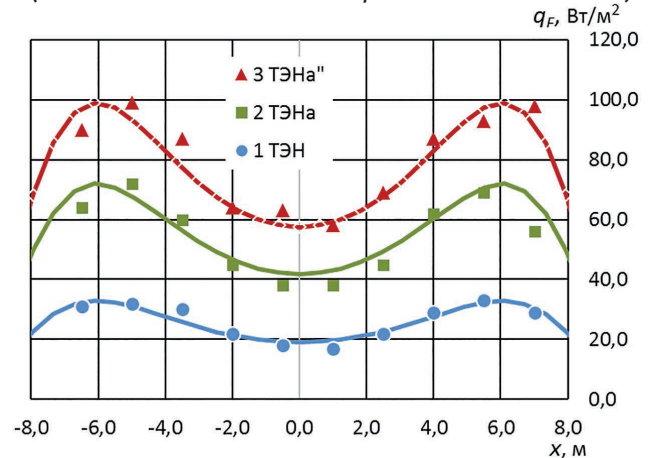
Изложенный подход был применен для расчета системы ИК-обогрева рабочей зоны длиной 16 м и шириной 3,5 м в цехе ГП «Конус» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». На этом участке производится навеска металлоконструкций на траверсы, которые затем направляются в ванны горячего цинкования. В зимнее время здесь пониженная температура в связи с особенностями технологического процесса.

Результаты расчетов показали, что для обогрева указанной зоны необходимая мощность составляет 15 кВт. В качестве инфракрасных устройств обогрева приняты 4 обогревателя ОЭИП-4,2 производства БелОМО единичной мощностью 4,2 кВт. Они устанавливаются по 2 аппарата с каждой торцевой стороны. Высота установки и угол наклона излучающей поверхности определяются расчетом. Для этого находятся распределения по облучаемой площадке удельного лучистого потока при варьировании их значений. Получено, что наиболее рационально подвешивать ИК-излучатели на высоте 4,5–5,5 м с углом наклона излучающей поверхности к горизонтали 40–60°. При выходе за эти пределы часть лучистого потока будет падать за пределы либо вне обогреваемой площадки, либо поток не будет покрывать ее полностью.

Распределение суммарной относительной облученности рабочей зоны при различных углах наклона ИК-излучателей показано на рисунке 2.

После выполнения монтажных работ были проведены измерения удельного лучистого потока в зоне расположения рабочих мест радиометром энергетической освещенности РАД-2П «ТЕНЗОР». ИК-излучатели были переоборудованы для ступенчатого регулирования их мощности. Сопоставление инструментальных замеров распределения удельного лучистого потока с расчетными значениями при включении по одному, по два и по три ТЭНа в излучателях приведено на рис. 3.

Рис. 3. Сопоставление инструментальных замеров удельного лучистого потока с расчетными значениями (сплошными линиями показаны расчетные зависимости)





Сравнение экспериментальных и расчетных данных показало их удовлетворительное совпадение; отклонение составило не более 15%, что подтверждает применимость приведенного метода оценочных расчетов инфракрасных систем обогрева локальных площадей на стадии технического проектирования.

Всего в производственном цехе предприятия «Конус» четыре такие зоны. После оснащения их инфракрасными системами экономии энергии на обогрев по сравнению с воздушной системой отопления за год составит 2447 тыс. кВт·ч, простой срок окупаемости – менее одного года.

## Выводы

Приведенный в статье способ расчета позволяет определить рациональную схему расположения ИК-излучателей и угол их наклона к обогреваемой поверхности для создания с минимальной мощностью требуемых температурных условий на выделенном локальном участке.

Применение инфракрасных излучателей на производстве показало, что энергоэффективный обогрев – далеко не единственное их

достоинство. Главное отличие инфракрасных систем от традиционных конвективных заключается в воздействии ИК-излучения на технологические процессы. В цехах с установленной ИК-системой снижается подвижность воздуха, а следовательно, и перенос пыли, возникает преграда конденсации влаги на поверхностях обрабатываемых деталей и оборудования, уменьшается градиент температуры воздуха по высоте. Кроме того, в силу своей электромагнитной природы, инфракрасное излучение оказывает влияние на характер и скорость протекания химических, массообменных и биохимических процессов. С учетом технологических преимуществ ИК-обогрева окупаемость системы еще более сократится.

## Литература

1. Сканава А.И. Конструирование и расчет систем водяного и воздушного отопления. – М.: Стройиздат, 1983. – 304 с.
2. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СН 4.02.03-2019; введ. 16.12.2019 (с отменой СНБ 4.02.01-03). – Минск: Мин-во архитектуры и строительства РБ, 2020. – 68 с.

3. Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях: СанПИН №33; утв. 30.04.2013. – Минск: Минздрав, 2013.

4. Мачкаши А., Банхиди Л. Лучистое отопление; под ред. В.Н. Богословского, Л.М. Махова. – М.: Стройиздат, 1985. – 464 с.

5. Достоинства и потенциальные возможности систем ИК-обогрева / А.П. Ахрамович, Г.М. Дмитриев, В.П. Колос, А.А. Михалевич // Энергоэффективность. – 2005. – №7. – С. 10–12.

6. Шамарин В.Н. Физиолого-гигиеническая оценка систем местного электрического лучистого обогрева в производственных условиях // Актуальные вопросы промышленного микроклимата: Сб. статей / Науч.-исслед. ин-т гигиены труда и проф. заболеваний АМН СССР. – М., 1978. – С. 76–82.

7. Богуславский Л.Д. Снижение расхода энергии при работе систем отопления и вентиляции. – М.: Стройиздат, 1985. – 336 с.

8. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. – М.: Мир, 1980. – 280 с. ■

*Статья поступила  
в редакцию 23.11.2020*

## Энергосмесь

### Котельная в Бресте частично будет вырабатывать тепло из электричества

В Бресте модернизировали Восточную районную котельную №2 и установили там электрокотел.

Введен в эксплуатацию один из 20 электрокотлов, предусмотренных программой мероприятий по интеграции БелАЭС в энергосистему страны. Их суммарная номинальная мощность – 916 МВт, в том числе на долю Брестской области приходится 140 МВт. «Электрокотельные в регионе построены и готовы использовать энергию атомной электростанции, обеспечить регулирование суточного графика нагрузок, – отметил министр энергетики Виктор Каранкевич. – Ввод электрокотлов позволит снизить потребление природного газа, уменьшить выбросы парниковых газов в атмосферу».

Восточная районная котельная №2 расположена в густонаселенной части Бреста. Она обеспечивает теплом жилой фонд, социальные и промышленные объекты. Например, наиболее крупные ее потребители Брестская центральная городская больница, предприятие «Ремпуть Белорусской железной дороги», стадион «Юность», Дворец спорта «Виктория», торговый центр «Экватор». Котельную запустили в 1971 году.

За это время энергопотребности микрорайона выросли. После модернизации тепловая мощность котельной составляет 126,2 Гкал/ч, в том числе электробойлерной установки – 25,8 Гкал/ч.

«Энергию для производства тепла электрокотел преимущественно будет использовать в ночное время. Будет обогревать 175 домов, 10 детских садов, четыре школы, лицей. Рад, что такие объекты есть в Бресте. Аналогичный построен в Южном микрорайоне. Думаю, и другие города будут развиваться в том же направлении использования электроэнергии», – сказал председатель Брестского облисполкома Анатолий Лис.

В Брестской области запланирована установка четырех электрокотлов. Два из них введены в эксплуатацию в восточной и южной частях Бреста, еще один запущен на Западной мини-ТЭЦ в Пинске. Строительство четвертого намечено на Березовской ГРЭС. Проект реализует РУП «Брестэнерго» по комплексному плану развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции. ■

БЕЛТА

### Объем реконструкции электросетей в Беларуси в следующей пятилетке вырастет почти вдвое

Объем реконструкции линий электропередач в Беларуси в 2021–2025 годах планируется увеличить практически вдвое, заявил на встрече с трудовым коллективом ОАО «ТБЗ Ляховичский» министр энергетики Виктор Каранкевич.

С учетом предстоящего ввода в промышленную эксплуатацию БелАЭС реализованы проекты по строительству и реконструкции 1700 км высоковольтных линий электропередачи, что позволяет обеспечить поставку электроэнергии со станции во все регионы страны.

«Стоит задача продолжить эту работу с целью расширения возможностей использования электроэнергии для населения и реального сектора экономики, – отметил Виктор Каранкевич. – Будущая пятилетка станет для нас пятилеткой модернизации электросетевой инфраструктуры. Планируется практически вдвое увеличить объемы реконструкции электросетей. Если сейчас мы ежегодно реконструируем порядка 1500–1700 км линий электропередач, то к 2022–2023 годам необходимо выйти на 2700 км». ■

БЕЛТА

**М.П. Малашенко,**  
заместитель Председателя  
Госстандарта – директор Департамента  
по энергоэффективности

**В.Н. Романюк,**  
проф., д.т.н.,  
гл. специалист  
РУП «БЕЛТЭИ»

**А.А. Бобич,**  
к.т.н., вед. инженер  
РУП «БЕЛТЭИ»

**А.А. Богдан,**  
магистрант  
БНТУ

# ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА НА ПРИМЕРЕ ОАО «БЕЛЛАКТ»

## Аннотация

В работе рассматривается потенциал энергосбережения в результате совершенствования энергообеспечения и энергоиспользования путем вовлечения в оборот низкотемпературных тепловых ВЭР в ОАО «Беллакт» за счет регенерации и с помощью абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосов. Заявлено, что это обеспечит ОАО «Беллакт» экономию тепловой энергии на котельной до 40% и годовое снижение импорта природного газа в страну на величину до 5,8 тыс. т у.т. Годовые затраты ОАО «Беллакт» на закупку природного газа уменьшатся на 1,7 млн USD.

Предлагается внедрение в ОАО «Беллакт», а также на других перерабатывающих предприятиях пищевой промышленности собственного комбинированного производства преобразованных энергоресурсов.

Показаны пути совершенствования энергообеспечения преобразованными энергоресурсами. Дана оценка потенциала энергосбережения путем совершенствования теплотехнологического энергоиспользования.

## Annotation

The paper examines the potential for energy savings as a result of improving energy supply and energy use by involving low-temperature thermal energy resources in OJSC Bellakt through regeneration and using absorption lithium bromide heat pumps. It is stated that this will provide OJSC Bellakt with a 40% thermal energy saving at the boiler house and an annual decrease in natural gas imports into the country by up to 5.8 thousand tons of fuel equivalent. The annual costs of OJSC Bellakt for the purchase of natural gas will decrease by USD 1.7 million.

It is proposed to introduce at OJSC Bellakt, as well as at other processing enterprises of the food industry, its own combined production of converted energy resources.

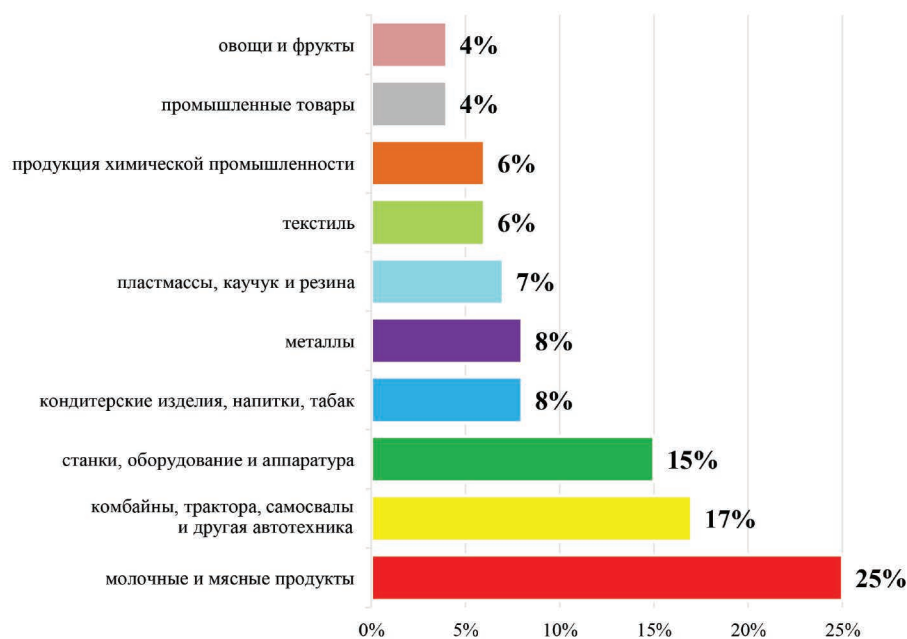
The ways of improving the energy supply with transformed energy resources are shown. An assessment of the potential for energy saving by improving heat technology energy use is given.

## Введение

Промышленное производство, в частности, переработка мясомолочного сырья, напрямую связаны с энергетической безопасностью Беларуси [1–6]. Как отметил заместитель премьер-министра республики Александр Субботин, «...производители сельскохозяйственной продукции из Беларуси будут стремиться усилить позиции на внешних рынках после преодоления кризиса и экономического спада, связанных с пандемией...» [7]. Беларуси требуется диверсифицировать экспорт, увеличивая количество стран, куда будет направляться ее продовольственная продукция, однако, по словам вице-преьера, основное место в этих планах отводится России [7]. Туда экспортируется до 50% промышленной продукции Беларуси.

Важную информацию дает анализ структуры экспорта продукции белорусских предприятий в Россию. Упомянутая структура приведена в российской «Экспресс газете» № 34 от 24.08.2020 г., см. рисунок 1. Как следует из рисунка, четверть экспортной выручки от продукции промышленного производства Беларуси в Россию приходится на продукцию мясомолочной промышленно-

**Рис. 1. Структура экспорта в Россию промышленной продукции из Беларуси за 2019 год [«Экспресс газета» №34 от 24.08.2020 г.]**



**Объем экспорта в Россию из Беларуси за 2019 год составил 12,3 млрд USD**



сти, что составляет наибольший вес в структуре валютных поступлений от экспорта в Россию. По данным российской прессы (газета «Комсомольская правда»), около 15% ассортимента молочной продукции в магазинах России – белорусского производства.

Изложенное придает особую значимость всем возможным мероприятиям, повышающим конкурентоспособность продукции концерна «Белгоспищепром» и прочих соответствующих однопрофильных предприятий вне рамок концерна. На фоне выявленной значимости производства мясомолочной продукции вызывает озабоченность то обстоятельство, что Россия бурно развивает собственное производство и за счет известных различий со стоимостью энергоресурсов в нашей стране и в России себестоимость производства продукции родственных технологий оказывается более высокой на предприятиях Беларуси.

Как показывает ситуация с санкционным воздействием стран Запада на Россию, потеря их производителями рынков является процессом необратимым, поскольку освободившиеся ниши успешно занимают производители как самой России, так и иных стран. В условиях такой жесткой конкуренции только качества продукции и бренда производителя оказывается недостаточно для сохранения и укрепления позиций, требуется снижать себестоимость. Решение этой задачи в наших условиях возможно, прежде всего, за счет уменьшения энергетической составляющей себестоимости продукции.

### Существующее положение в ОАО «Беллакт»

Как и все предприятия мясомолочной промышленности, ОАО «Беллакт» основную часть энергии потребляет в тепловой форме, рисунок 2. Представляет также интерес анализ изменений структуры приходной части энергобаланса в свете импорта природного газа в Республику Беларусь, а также в плане финансовой нагрузки на ОАО «Беллакт», рисунок 2.

Соотношение перечисленных на рисунке 2 структур балансов энергии во времени достаточно стабильно, см. рисунок 3.

Абсолютные показатели потребления энергоресурсов за последние 13 лет приведены на рисунках 4, 5.

Из приведенных данных следует, что в отношении непосредственного потребления преобразованных энергоресурсов ОАО «Беллакт» является теплотехнологическим предприятием, на котором более 83% энергоресурсов потребляется в тепловой форме, и в этой связи основные усилия по энергосбережению надо сосредоточить на снижении потребления тепловой энергии, однако, не все так однозначно. В части импорта природного газа для работы котельной предприятия (для генерации требуемых ▶

Рис. 2. Структура приходной части энергобаланса ОАО «Беллакт» за 2019 год

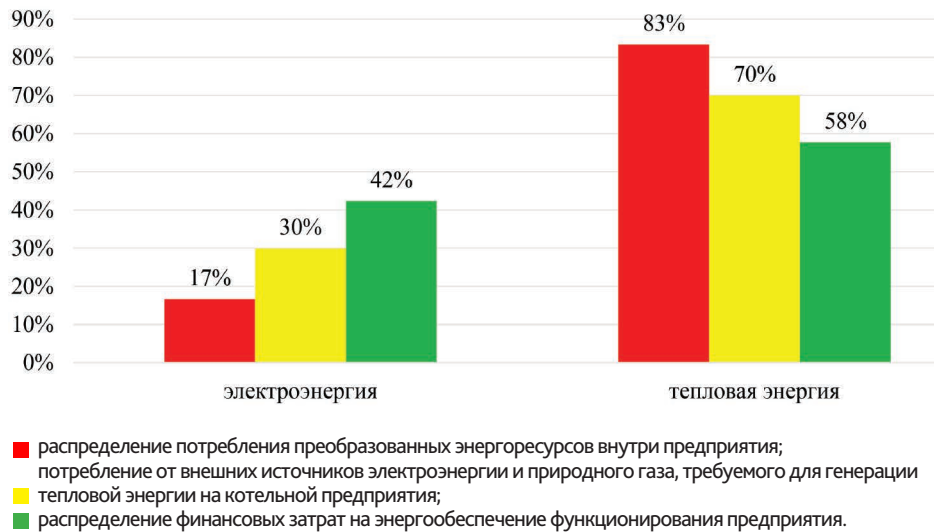


Рис. 3. Структура приходной части энергобаланса ОАО «Беллакт» по годам за последнее десятилетие

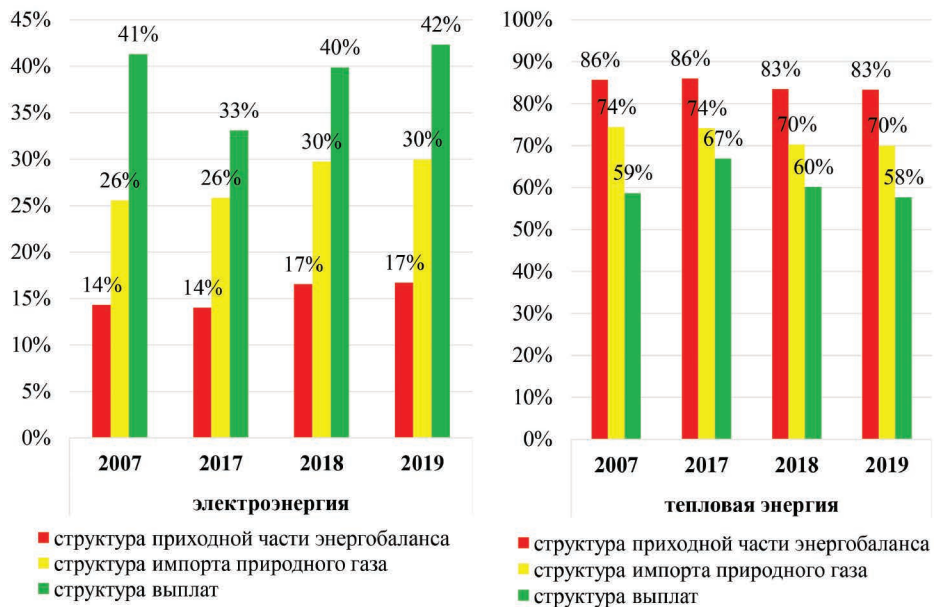
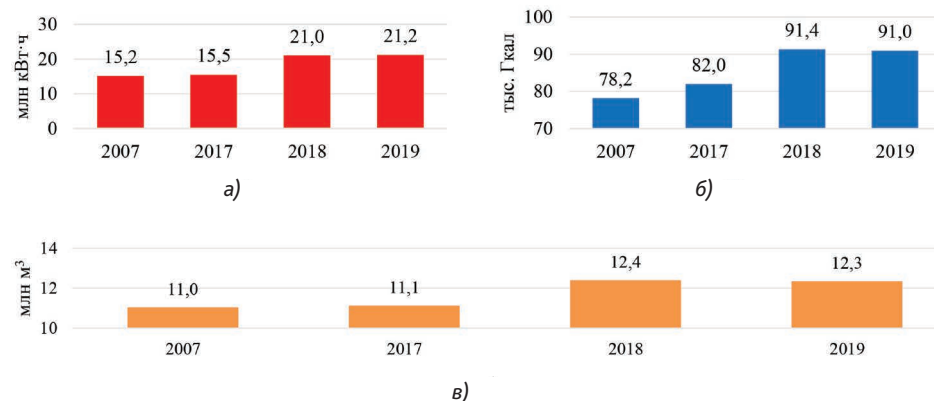
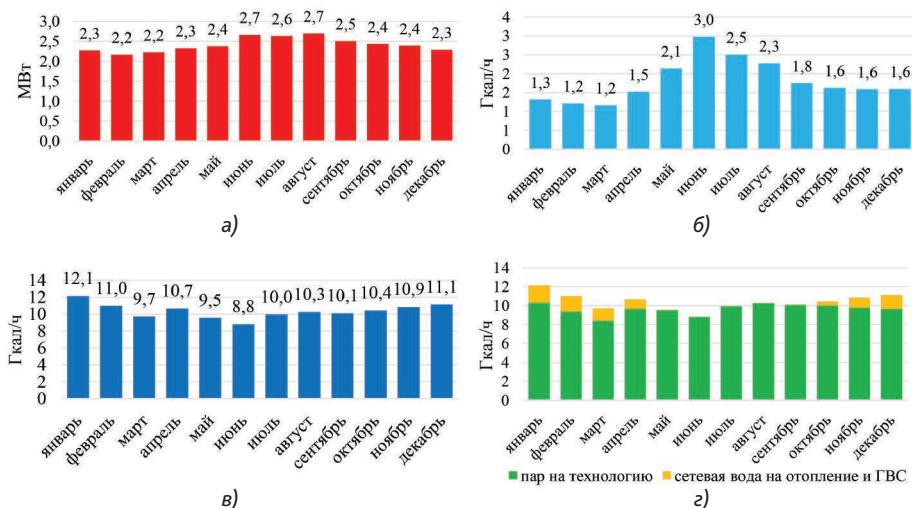


Рис. 4. Годовое потребление электроэнергии (а), тепловой энергии (б), природного газа (в) в ОАО «Беллакт» за 2007, 2017–2019 годы



**Рис. 5.** Среднемесячные мощность электропотребления (а), нагрузки потребителей холода (б), тепловой энергии (в), в том числе по видам теплоносителей (г) в ОАО «Беллакт» за 2019 год



теплоносителей использование природного газа безальтернативно) тренд развивается в сторону снижения роли тепловой энергии. Это связано с тем, что электроэнергия для ОАО «Беллакт» генерируется по менее совершенной раздельной технологии конденсационных электростанций. Наконец, предприятиям, и это бесспорно, важна стоимость приобретения энергоресурсов. Расходы же на обеспечение ОАО «Беллакт» обоими видами преобразованных энергоресурсов, в отличие от объемов их потребления, оказываются близки: на приобретение электроэнергии затрачивается ≈42%, на приобретение природного газа – ≈58%. В этой ситуации задача снижения энергетической составляющей себестоимости продукции ОАО «Беллакт» может быть решена комплексно, когда совершенствуется и упомянутое ранее энергообеспечение при переходе на когенерацию на базе собственного теплового потребления, и развитие энергопотребления путем подавления рассеяния тепловой энергии у ключевых технологических потребителей.

Основным технологическим теплоносителем в волковысском ОАО «Беллакт» является влажный пар разного давления. Общая установленная теплопроизводительность котельной 44 Гкал/ч. На котельной имеется пять паровых котлов: три котла ДЕ-16/24 и два котла ДЕ-10/24 с рабочим давлением влажного пара 2,0 МПа. В эксплуатации постоянно находятся 3 котла и 1 – в горячем резерве. Котлоагрегаты изготовлены Бийским котельным заводом и предназначены для работы на газе и мазуте. Из данных рисунка 4 следуют хорошие показатели работы котельной и их постоянное улучшение за истекший период: удельный расход условного топлива уменьшился со 161,8 в 2007 году до 155,7, 156,0 и 155,4 кг/Гкал соответственно в 2017, 2018 и 2019 годах. Доминирование теплотехнологической нагрузки определяет

равномерную нагрузку котельной в течение года, что благоприятствует достижению высоких показателей работы котельной.

Использование в технологическом процессе холода, генерируемого аммиачной парокомпрессионной холодильной машиной (ПКХМ) для охлаждения молока, воздуха в технологии сушки и кондиционирования, а также сезонное возрастание переработки молока в межотопительный период объясняют летнее увеличение потребления электроэнергии.

Очевидно, что адрес дальнейшего энергосбережения лежит, с одной стороны, непосредственно в улучшении энергоиспользования при обеспечении теплотехнологии предприятия, с другой стороны, в снижении затрат, связанном с переходом к собственному комбинированному энергообеспечению.

### Совершенствование энергообеспечения преобразованными энергоресурсами

К сожалению, предприятия пищевой промышленности в массе своей не успели внедрить собственное комбинированное производство преобразованных энергоресурсов, которое, по общему признанию, в наших условиях является наиболее эффективным решением обозначенной задачи и с энергетических, и с экономических позиций [8]. Сегодня, в условиях известной неопределенности с ситуацией в энергетике в контексте ввода Белорусской АЭС внедрение на предприятиях собственного когенерационного производства дешевых преобразованных энергопотоков заторможено. Данная ситуация чревата уменьшением конкурентоспособности продукции в связи с высокой энергетической составляющей ее себестоимости и обусловленной этим потерей объемов основной состав-

ляющей белорусского экспорта в Россию, что недопустимо. В обозримом будущем необходимо пересмотреть и изменить изложенную неблагоприятную ситуацию, относящуюся к энергообеспечению теплотехнологических предприятий.

Кроме всего изложенного, энерготехнологическая когенерация может обеспечить для страны на один мегаватт установленной электрической мощности годовое снижение потребления природного газа от 1,5 до 2 тыс. т у.т., уменьшение выбросов диоксида углерода на 3 тыс. т, с соответствующей экономической выгодой при возможной выплате за снижение объемов его выхлопа в стране и продаже квот на выброс этого газа до 20 USD за тонну, и только это может обеспечить увеличение дохода до 60 тыс. USD на 1 МВт потребляемой мощности электроэнергии в течение года. Общую мощность подобных установок на предприятиях мясомолочной промышленности можно оценить величиной ≈100 МВт. Безусловными ограничениями, с которыми необходимо считаться во всех случаях, являются:

- отсутствие выдачи электроэнергии в энергосистему, т.е. полное внутреннее электропотребление;
- полное использование теплоты комбинированной выработки при охлаждении уходящих выхлопных газов до температур в диапазоне 40–110°C;
- участие когенерационного комплекса предприятия в обеспечении графика электрических нагрузок энергосистемы в течение суток.

Передача генерации указанной величины ≈100 МВт для всех пищевых предприятий не усложнит эксплуатацию оборудования в энергосистеме, а с учетом бесперебойного вывода из генерации когенерационных установок в часы ночных провалов потребления электроэнергии в стране, обеспечит снижение остроты задач, связанных с обеспечением графика нагрузок энергосистемы.

Для ОАО «Беллакт», на основании графиков нагрузок (рисунок 5) электрическую мощность когенерационного комплекса в первом приближении можно определить на уровне 2,2–2,5 МВт. Электрический абсолютный КПД газопоршневого агрегата должен быть не менее ≈43% при коэффициенте использования топлива более ≈86%. ОАО «Беллакт» получит годовую экономию финансов до ≈1,2 млн USD при тарифе 120 USD и себестоимости собственной электроэнергии на уровне ≈50–60 USD за мегаватт-час.

Тепловая мощность когенерационного комплекса составит величину ≈2,5 МВт (≈2,1 Гкал/час), из них генерация пара составит величину на уровне ≈0,8 Гкал/час, нагрев сетевой воды с температурой 95°C – ≈1,3 Гкал/час.

В результате снижение импорта природного газа в страну может составить не менее



≈4 тыс. т у.т. в год, уменьшение выбросов диоксида углерода – ≈7 тыс. т в год.

При всей значимости для теплотехнологических предприятий пищевой промышленности снижения финансовой нагрузки от энергообеспечения производства путем перехода к собственному комбинированному производству преобразованных энергопотоков, следует понимать, что энергосбережение для мясомолочной отрасли необходимо и возможно достаточно успешно развивать путем совершенствования энергопотребления теплотехнологий. Для предприятий мясомолочного производства потенциал уменьшения потребления природного газа на этом пути значителен и может обеспечить снижение остроты проблемы снижения себестоимости их продукции. К числу таких предприятий, продукция которых востребована на рынках соседней России, относится и ОАО «Беллакт», г. Волковыск, на примере которого ниже изложена попытка рассмотрения примера дальнейшего развития энергопотребления пищевых производств.

### Совершенствование энергопотребления преобразованных энергоресурсов

Генерируемый в паровых котлах пар поступает в общий паровой коллектор, который предназначен для распределения пара по тех-

нологическим цехам предприятия, на нужды отопления и горячего водоснабжения, а также на собственные нужды котельной. Отопление предприятия осуществляется по температурному графику 95/70°C. Горячая вода на нужды ГВС подогревается до 60°C. Отопительная нагрузка в среднем зимнем режиме составляет 1,3 Гкал/ч. Относительно высокое давление влажного пара, генерируемого в котлах, необходимо для обеспечения нагрева сушильного агента (воздух) до температуры порядка 190°C. В тех случаях, где в технологических процессах требуется пар более низкого давления, на технологических паропроводах потребителей установлены редуциционно-охлаждительные устройства (РОУ), в которых происходит дросселирование пара до требуемого давления.

Влажный водяной пар давлением 1,2–1,7 МПа используется на вакуум-выпарных установках (ВВУ). Работа ВВУ связана с необходимостью рассеивания в окружающую среду через градирни тепловых потоков мощностью ≈1 МВт (0,9 Гкал/ч). Температуры оборотной воды, охлаждаемой в градирне, составляют 40/30°C.

Сушка молока осуществляется на двух сушильных линиях с расходом сушильного агента, приведенного к нормальным условиям, на одной линии 39 тыс. м³/ч, на другой – 42 тыс. м³/ч, с температурой на входе

187°C. Отработавший сушильный агент (воздух) с температурой 80–90°C выбрасывается в окружающую среду. Нетрудно оценить количество тепловой энергии, рассеиваемой с отработанным сушильным агентом, на уровне до ≈1,6 Гкал/ч в межотопительный период и до ≈2,2 Гкал/ч в отопительный период.

При работе парокомпрессионной холодильной машины (ПКХМ) в окружающую среду в зависимости от периода года через градирню рассеивается от 0,42 до 0,75 Гкал/ч тепловой энергии. Температуры оборотной воды, отводящей теплоту процесса конденсации хладагента ПКХМ, составляют – 60/45°C.

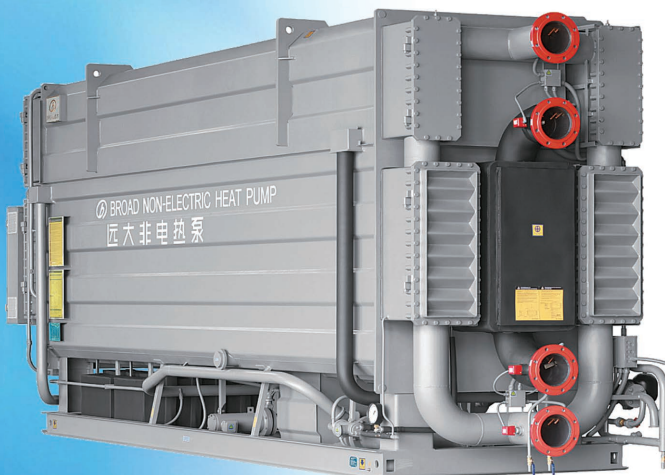
Не затрагивая технологические промышленные стоки, побочные тепловые потоки котельной и др., только перечисленные низкотемпературные тепловые ВЭР, сушилок молока и ПКХМ составляют величину 3–4 Гкал/ч. При стоимости тепловой энергии до 40–50 USD за Гкал и учитывая режим работы выпарных и сушильных установок, связанный с необходимостью санитарной обработки технологического оборудования, когда до 7 часов в сутки идет очистка и мойка, за год рассеивается тепловая энергия на сумму порядка 1,0 млн USD.

Другим источником низкотемпературных тепловых ВЭР, который нельзя сбрасывать со счетов, является сама котельная, где ох-



## АБСОРБЦИОННЫЕ БРОМИСТО-ЛИТИЕВЫЕ ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ И ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

**Самая надежная, экономичная и безопасная для окружающей среды технология нагрева и охлаждения с утилизацией сбросной теплоты, не требующая затрат электроэнергии**



- Высокая степень автоматизации и возможность мониторинга параметров работы по сети Интернет.
- Минимальное потребление электрической энергии.
- Экологическая чистота, безопасность, бесшумность и отсутствие вибрации при работе.
- Широкий спектр доступных энергоресурсов, включая вторичные (все виды сбросной теплоты): пар, горячая вода из систем охлаждения, выхлопные газы, а также природный газ, дизельное топливо.

**Для поставляемого оборудования: обследование, предварительное ТЭО, подбор, проектирование, монтаж, наладка, гарантия, сервис**



Официальный представитель и авторизованный сервисный центр компании BROAD в Беларуси

ЗАО «Сервис тепло и хладооборудования»

ул. Берута, 3Б, офис 613, Минск, 220092, Республика Беларусь

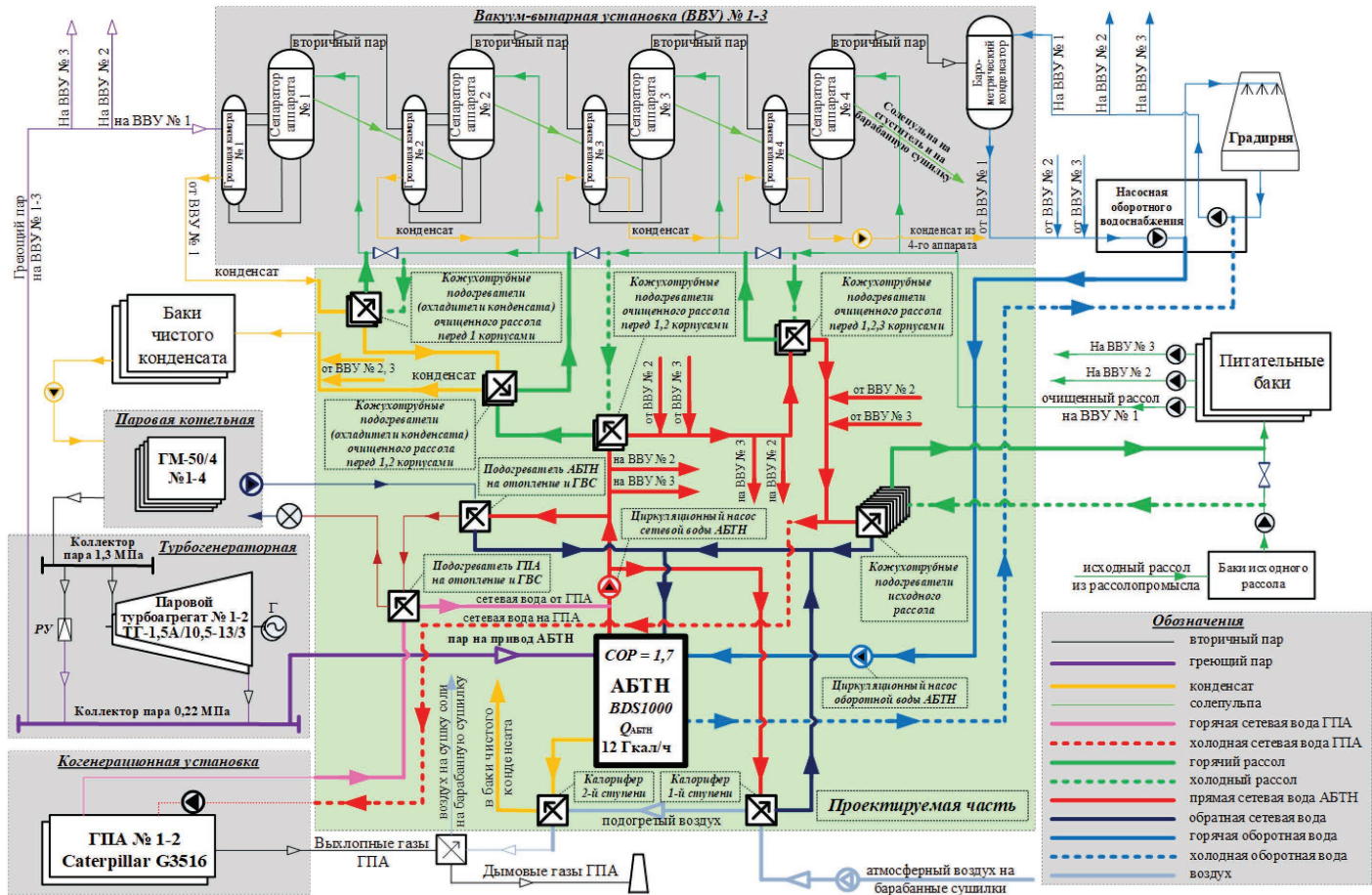
Тел. +375 (17) 318 87 19. Факс +375 (17) 318 87 84. Моб. тел. +375 (29) 129 29 49

[broad-ctx.by](http://broad-ctx.by)



УНП 191683249

Рис. 6. Усовершенствованная укрупненная принципиальная схема теплотехнологии ОАО «Мозырьсоль» [10]



лаждение дымовых газов позволяет получить снижение потребления природного газа на величину до  $\approx 15\%$ , или снижение расхода природного газа до  $\approx 1,5$  Гкал/час [9].

Из анализа технологического теплопотребления следует вывод: на предприятии в достаточном количестве имеются низкотемпературные тепловые потоки – вторичные энергетические ресурсы (ВЭР), которые возможно и необходимо использовать. В первом приближении, потенциал низкотемпературных тепловых ВЭР можно оценивать как до  $\approx 4$  Гкал/ч, или в годовом денежном исчислении до  $\approx 1,2$  млн USD. Для реализации указанного потенциала требуется внутри предприятия найти потребителей тепловой энергии с водяным теплоносителем с температурным уровнем порядка  $85^\circ\text{C}$ . Это возможно только с привлечением теплотехнологических потребителей. Однако, на ОАО «Беллакт» основным теплоносителем является пар и это определяет барьер, который при содействии, понимании и желании технологов преодолим.

Как показывает опыт, такая же ситуация несоответствия структур генерируемых и потребляемых теплоносителей, как в рассматриваемом случае пара и сетевой воды, имеет место на большинстве предприятий [8].

Примером тому может быть ОАО «Мозырьсоль», где по технологии требуется только пар и где тем не менее выполнен проект, который успешно прошел экспертизу РУП «Главгосстройэкспертиза». Реализация такого решения непростая, что иллюстрирует принципиальная тепловая схема производства ОАО «Мозырьсоль», в которую интегрировано оборудование, обеспечивающее процесс утилизации  $4,8$  Гкал/ч теплоты, отводимой от барометрического конденсатора и рассеиваемой, в штатном режиме по существующей схеме, в градирне. Утилизация указанной теплоты посредством абсорбционного теплового насоса позволила получить  $12$  Гкал/ч теплоты с сетевой водой, предназначенной для первых низкотемпературных ступеней нагрева исходного рассола поваренной соли перед питательными баками, нагрева очищенного рассола перед корпусами ВВУ, нагрева сушильного агента, а также непосредственно для нужд отопления, вентиляции и ГВС предприятия, см. рисунок 6.

В приведенном примере имеет место переход от одноступенчатой штатной схемы к более сложной двухступенчатой тепловой обработке сырья. Однако, при этом штатная схема полностью сохраняется, чем обеспечивается безусловная надежность функционирования основной теплотехнологии. Снижение затрат

за счет привлечения низкотемпературных тепловых ВЭР к тепловой обработке сырьевых потоков основной теплотехнологии оценивается до  $1,0-1,5$  млн USD в год.

### Оценка потенциала энергосбережения путем совершенствования теплотехнологического энергоиспользования

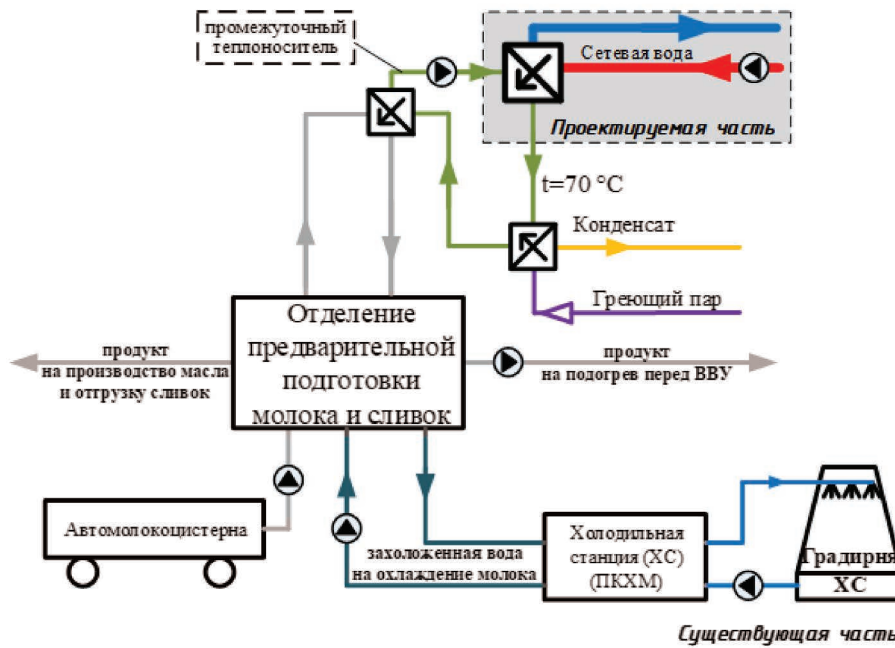
Всех потребителей тепловой энергии ОАО «Беллакт» можно разбить на группы в зависимости от вида и параметров используемых теплоносителей:

- Теплотехнологические:
  - непосредственный нагрев сырьевых потоков (молока);
  - генерация сушильного агента для сушелока сухого молока.
  - Системы теплоснабжения и горячего водоснабжения:
    - отопления и вентиляции;
    - санитарной мойки технологического оборудования;
    - горячего водоснабжения.

**Теплотехнологическая нагрузка.** Нагрузка потребителей первой группы, связанной непосредственно с теплотехнологией, прежде всего, потому что при непрерывном режиме производства с нагревом сырьевых



Рис. 7. Принципиальная модернизированная схема нагрева молока в отделении предварительной подготовки продукта в ОАО «Беллакт»



потоков, характеризуется большим годовым числом часов работы с номинальной мощностью. Оно является важнейшим экономическим показателем, обуславливающим наименьший срок возврата инвестиций. И если специалисты предприятия понимают значимость изменений технологического энергоиспользования и не противятся назревшим преобразованиям, необходимо использовать предоставляемые возможности, что и имеет место в ОАО «Беллакт».

Теплотехнологическая нагрузка ОАО «Беллакт» связана во-первых с генерацией сушильного агента, требуемого для получения «сухого» молока, и во-вторых с непосредственной тепловой обработкой сырьевых потоков. Нагрузка последних в среднем составляет до  $\approx 6,3$  т/ч влажного пара давлением 4 атм. При тепловом эквиваленте греющего пара, значение которого колеблется на уровне  $0,6$  Гкал/т, средний расход тепловой энергии потребителей рассматриваемой группы составляет величину порядка  $\approx 3,8$  Гкал/ч. Температура нагрева молока находится на уровне  $70^\circ\text{C}$ , и в этом случае очевидна возможность использовать в качестве греющего теплоносителя воду с температурой  $85\text{--}95^\circ\text{C}$ . В данном случае за счет низкотемпературных тепловых ВЭР будет достигнуто снижение нагрузки на котельную не менее  $\approx 1,6$  Гкал/час.

Годовое число часов работы оборудования можно оценить величиной  $\approx 6,6$  тыс. часов исходя из того, что за цикл оборудование находится в работе 22 часа, в течение 6 часов происходит санитарная обработка оборудования (мойка), и в течение 1 часа – осмотр и подготовка к запуску оборудования. С учетом числа часов работы оборудования тепловой обработки молока, годо-

вое снижение генерации пара на котельной составит до 10 тыс. Гкал в год. Соответствующая схема нагрева молока в отделении предварительной подготовки молока и сливок приведена на рисунке 7.

Следует отметить, что в существующих на предприятии аппаратах пар используется для нагрева промежуточного теплоносителя, которым является вода, обеспечивающая требуемый режим тепловой обработки молока. В этом контексте вопрос перехода на первичный водяной теплоноситель связан во-первых с безусловным сохранением

надежности обеспечения основной технологии и сохранением качества продукции; во-вторых состоит в определении возможности использования первичного водяного теплоносителя непосредственно для нагрева молока без применения промежуточного теплоносителя. Если последнее невозможно и необходимо сохранение промежуточного теплоносителя, потребуется рассмотреть возможность увеличения времени тепловой обработки молока при нагреве до требуемой температуры, или увеличивать теплопередающие площади теплообменников, или искать иные схемные решения.

Часовой расход молока после одной линии на вакуум-выпарную установку (ВБУ) составляет 10 т/ч, от второй линии – еще 12 т/ч. Температура молока перед ВБУ составляет порядка  $4\text{--}5^\circ\text{C}$ . Молоко подогревается с помощью парового теплоносителя через вспомогательный промежуточный водяной теплоноситель, обеспечивающий безопасный нагрев сырьевого потока до температуры порядка  $70^\circ\text{C}$ . Расход теплоты для подогрева молока перед ВБУ первой линии в среднем составляет величину  $0,65$  Гкал/ч, а второй линии –  $0,78$  Гкал/ч. Суммарный расход теплоты на подогрев молока перед ВБУ составит  $1,43$  Гкал/ч. Непосредственно для обеспечения высокотемпературного нагрева в работе ВБУ потребуется до  $\approx 0,7$  Гкал/час пара.

Часовое снижение расхода теплоты на обе линии сушки составит те же  $1,43$  Гкал, или не менее  $\approx 9,4$  тыс. Гкал в год, что в течение указанного периода может обеспечить снижение затрат на  $0,42$  млн USD. Соответствующая схема нагрева молока перед ВБУ приведена на рисунке 8.

Рис. 8. Принципиальная модернизированная схема нагрева молока перед ВБУ в ОАО «Беллакт»

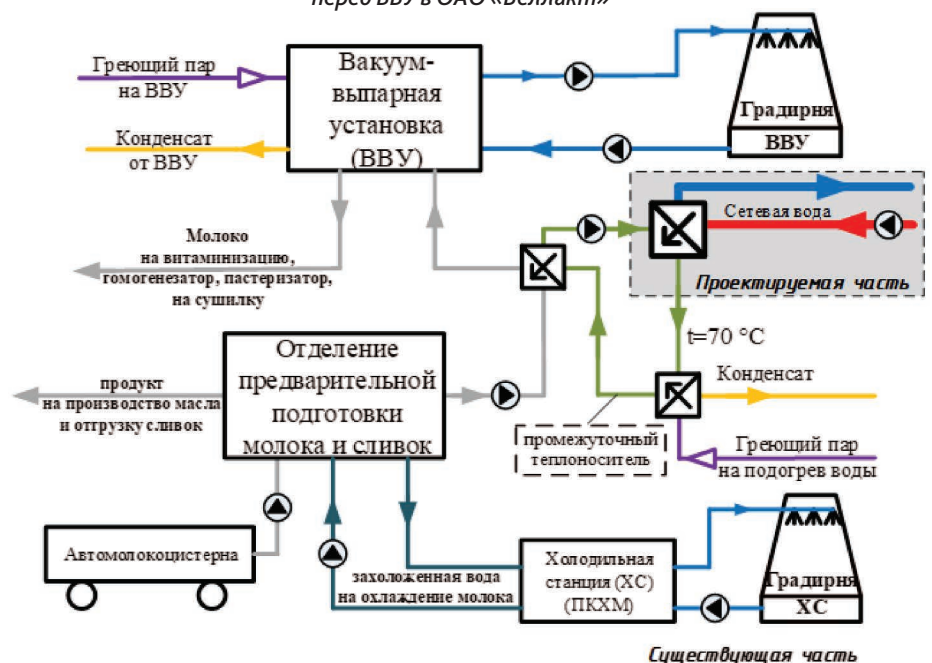
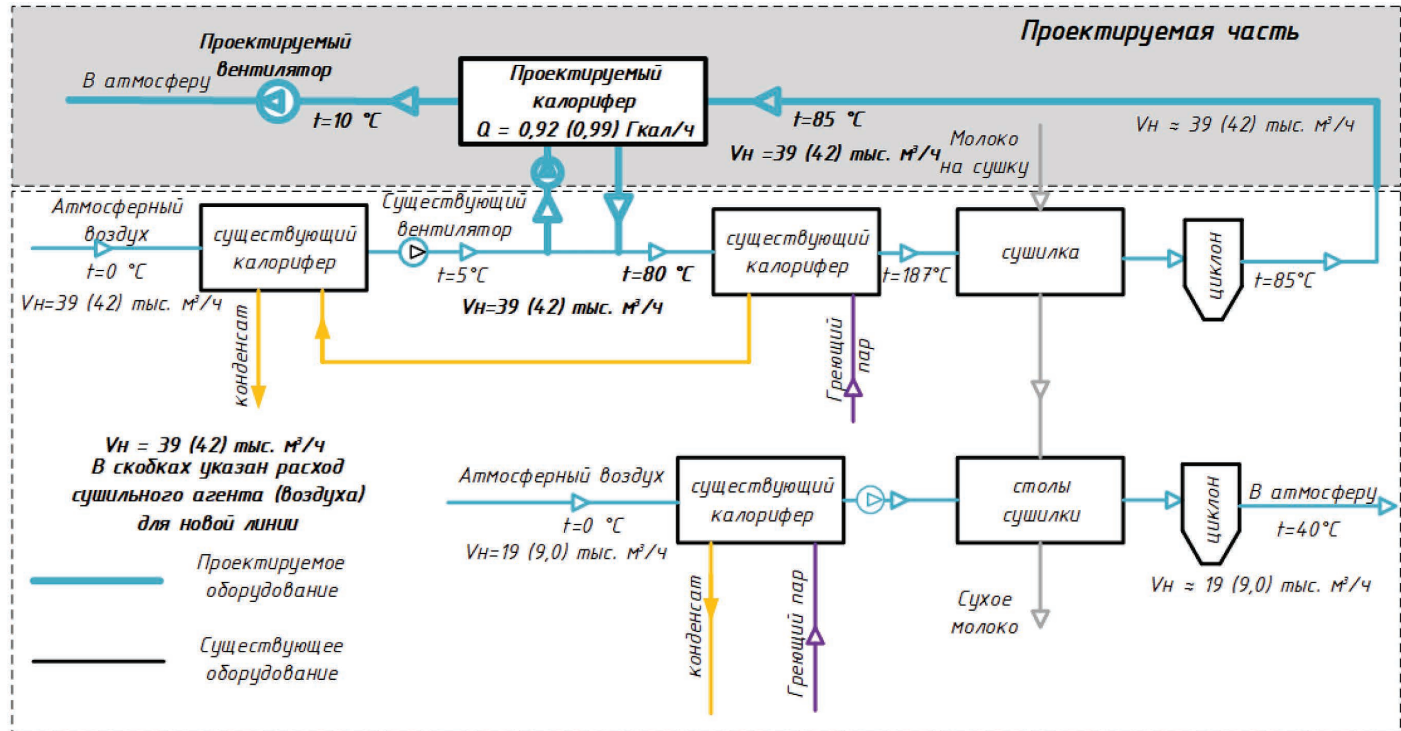


Рис. 9. Принципиальная схема организации двухступенчатого регенеративного нагрева сушильного агента на ОАО «Беллакт»



Теплотехнологическая нагрузка ОАО «Беллакт», связанная с генерацией сушильного агента (воздуха), необходимого для получения «сухого» молока, требует использования теплоносителя, обеспечивающего нагрев воздуха до 180–200°C, что в условиях ОАО «Беллакт» достигается за счет влажного пара давлением 2,0 МПа. Остановимся на нагреве основного потока сушильного агента, поступающего непосредственно в распылительную сушильную камеру. Температура воздуха перед нагревом в среднем составляет в отопительный период 0°C, в межотопительный период – 15°C. В этом случае рационален и более легко осуществим переход на двухступенчатый нагрев воздуха:

- Первая, низкотемпературная ступень обеспечивает нагрев воздуха перед существующим штатным генератором сушильного агента путем регенерации теплоты от уходящего сушильного агента. Использование теплоты охлаждения отработанного сушильного агента позволяет нагреть воздух перед штатным паровым калорифером до 80°C. Расход пара на сушку за счет такой регенерации теплоты в схеме сушильного агрегата составит ≈45% в отопительный период, в межотопительный период – до 35%.

- Вторая, высокотемпературная ступень нагрева сушильного агента представлена существующим штатным паровым калорифером и безусловно обеспечивает требуемую температуру сушильного агента 180°C в любом случае: как при работе, так и при остановке низкотемпературной ступени нагрева. Разделением аэродинамического тракта добавляемой низкотемпературной ступени на-

грева и существующей штатной схемы нагрева сушильного агента обеспечивается сохранение аэродинамики штатного аэродинамического тракта сушильного агрегата и требуемое безусловное надежное функционирование основной технологии при отсутствии усложнения эксплуатации системы.

Часовое снижение расхода теплоты на обе линии сушки составит до 1,9 Гкал в отопительный период и до 1,6 Гкал в межотопительный период, или не менее ≈11,5 тыс. Гкал в год, что в течение указанного периода может обеспечить снижение затрат на 0,52 млн USD. Соответствующая схема двухступенчатого регенеративного нагрева сушильного агента приведена на рисунке 9.

Следует отметить, что во-первых при этом сохраняется без изменения аэродинамика штатной схемы, во-вторых при выводе из работы создаваемых калориферов низкотемпературной ступени нагрева сырьевых потоков тепловая обработка последних обеспечивается безусловно с помощью штатной схемы, находящейся в непрерывной работе.

В приведенном варианте технологическое оборудование в работе в году находится 6,6 тыс. часов и снижение годового потребления пара потребителями первой группы составит величину до 21 тыс. Гкал, что эквивалентно ≈1,0 млн USD.

**Нагрузка потребителей системы теплоснабжения, горячего водоснабжения и нагрева воды для санитарной обработки оборудования.** Указанные нагрузки достаточно переменчивы. Нагрузка ГВС оценивается в 0,02 Гкал/ч, что составляет величину, соизмеримую с погрешностью исходных дан-

ных, используемых для расчетов. Нагрузка отопительная средняя зимняя зависит от температур окружающего воздуха в отопительный период и может быть принята на уровне ≈1,3 Гкал/ч при продолжительности отопительного периода ≈4,6 тыс. часов, при этом среднегодовая нагрузка составит до ≈0,75 Гкал/ч. Нагрузка, связанная с нагревом воды санитарной обработки, требует уточнения, что можно сделать, например, по величине технологических канализационных стоков, которые в среднем за сутки составляют до 3 тыс. м<sup>3</sup>. В этом случае нагрузку нагрева воды для санитарной обработки оборудования можно на данном этапе принять на уровне ≈1 Гкал/ч. Суммарная нагрузка рассматриваемых потребителей в отопительный период оценивается до ≈2,3 Гкал/ч, в межотопительный – до ≈1 Гкал/ч. За счет использования низкотемпературных тепловых ВЭР с помощью абсорбционных бромистолитиевых тепловых насосов (АБТН) возможно обеспечить в течение года по данной группе всех потребителей и получить уменьшение нагрузки на котельную в отопительный период на 1 Гкал/ч и в межотопительный период – на 0,4 Гкал/ч. Использование ВЭР имеет безусловный приоритет.

Еще больший эффект может быть достигнут при установке противоточного газоводяного поверхностного кожухотрубного теплообменника для нагрева воды за счет процесса охлаждения уходящих дымовых газов котельной и нагрева сетевой воды и горячей воды. Приведенная ранее оценка охлаждения дымовых газов определяет соответствующую теплоту до ≈1,3 Гкал/ч.





с. в системе отопления, вентиляции и ГВС предприятия утилизация низкотемпературных тепловых ВЭР с применением абсорбционного бромисто-литиевого теплового насоса может обеспечить годовую экономию 0,39 тыс. т у.т. в год;

д. для нагрева горячей воды, требуемой для санитарной обработки технологического оборудования на предприятии, использование низкотемпературных тепловых ВЭР может обеспечить годовую экономию 0,59 тыс. т у.т. в год.

4. Совершенствование энергообеспечения ОАО «Беллакт» путем перехода к комбинированному энергообеспечению преобразованными энергопотоками позволяет:

а. установить когенерационный комплекс электрической мощностью до ≈2,5 МВт;

б. получить годовую экономию средств на электрообеспечение до ≈ 1,2 млн USD; снижение импорта природного газа в страну на величину до ≈4 тыс. т у.т. в год; снижение выбросов диоксида углерода на ≈7 тыс. т в год.

### Литература

1. Директива Президента Республики Беларусь от 14.06.2007 г. № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» (нац. реестр

правовых актов Республики Беларусь, 2007 г. № 146, 1/8668. Указом Президента Республики Беларусь внесены изм. 26.01.2016 г. № 26 «О внесении изменений и дополнений в Директивы Президента Республики Беларусь № 3»).

2. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь (утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 13.12.2015 г. № 1084).

3. Концепция программы развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 г. (утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 05.07.2012 г. № 622).

4. Михалевич, А.А. Энергетическая безопасность Республики Беларусь: компоненты, вызовы, угрозы [Электронный ресурс]: – 2010. – Режим доступа: [http://nmnby.eu/pub/0911/energy\\_security.pdf](http://nmnby.eu/pub/0911/energy_security.pdf) – Дата доступа: 26.03.2010.

5. Хрусталева, Б.М. Расширение энергосберегающей базы в условиях централизованного теплоснабжения и доминирования энергоемких технологий / Б.М. Хрусталева, В.Н. Романюк // Энергоэффективность. – 2017. – № 12. – С. 6–23.

6. Опыт Китая и Кореи – очень далеко и очень полезно / Энергия и Менеджмент. – 2013. – №6 (75). – С. 29–36.

7. Александр Субботин: «Мы на этом рынке постараемся зацепиться зубами» [Электронный ресурс]: – 2020. – Режим доступа: <https://yandex.by/turbo/s/belaruspartisan.by/economic/505407/> – Дата доступа: 07.07.2020.

8. Романюк, В.Н. Потенциал комбинированной выработки энергопотоков на базе промышленных теплотехнологий Беларуси / В.Н. Романюк, Д.Б. Муслина,

А.А. Бобич, Н.А. Коломыцкая, А.В. Романюк // Известия ВУЗов и энергетических объединений СНГ «Энергетика». – 2012. – №3. – С. 51–63.

9. Романюк, В.Н. Развитие энергосбережения на котельных за счет утилизации низкотемпературных тепловых потоков охлаждения входящих дымовых газов /

В.Н. Романюк, А.А. Бобич // Энергоэффективность. – 2020. – №8. – С. 26–31.

10. Малашенко, М.П. Повышение энергетической эффективности и снижение энергетической составляющей себестоимости продукции теплоэнергетических и тепло-технических производств в современных условиях / М.П. Малашенко, В.Н. Романюк, А.А. Бобич // Энергоэффективность. – 2019. – №8. – с. 8–15. ■

Статья поступила в редакцию 6.10.2020

## Вести из регионов. Брестская область

### Новая котельная на щепе позволит экономить около 2 тысяч т у.т. в год

В р.п. Речица Столинского района введена в эксплуатацию новая модульная котельная на местных топливно-энергетических ресурсах. Со 2 ноября жители рабочего поселка, сами того не подозревая, начали пользоваться теплом, полученными от использования древесной щепы.

Котельная была включена в Государственную программу «Энергосбережение» на 2016–2020 годы и реконструирована

за счет кредитных средств Международного банка реконструкции и развития.

На территории действующего энергоисточника КУМПП «Столинское ЖКХ» на ул. Коммунистической были установлены три котлоагрегата белорусского производства общей тепловой мощностью 6,5 МВт, использующие в качестве топлива древесную щепу.

Помимо котельного и насосного оборудования, инфра-



структура новой котельной включила в себя оборудование для механической подачи топлива и для водоподготовки, бак подпитки, склад топлива, тепловые сети.

«Коллектив, который будет работать на этой котельной, прошел переобучение для работы на новом оборудовании, – отмечает директор КУМПП «Столинское ЖКХ» Александр Тарасевич. – Переход на древесную щепу позволит нам снизить себестоимость 1 Гкал со 120 до 80 рублей и ниже, что, согласитесь, весьма существенно. Дефицита щепы мы не испытываем, так как имеем свой щепоруб, до-

статочное количество сырья, которое закупает через биржу в лесхозе.

В дальнейшем планируем провести реконструкцию котельной №1 в Столине с целью перевода ее на местные виды топлива. В нашем случае – это древесная щепа. Уже сделан архитектурный проект, а предполагаемая мощность составит 9 МВт».

Запуск нового энергоисточника на щепе обеспечит экономию природного газа порядка 2000 т у.т. в год. Старое же здание котельной №4 в г.п. Речица останется в прежнем виде, только котлы будут законсервированы на случай форс-мажора. ■

Д. Станюта





## Солнечная электростанция как практическое пособие для школьников

Умения и навыки каждого из нас, в том числе и навык бережного отношения к энергоресурсам, окружающему миру, закладываются с юных лет. Поэтому перед учреждениями образования всех ступеней стоит важная задача – формирование у подрастающего поколения активной социальной позиции по отношению к рациональному использованию энергоресурсов и бережному отношению к окружающей среде.

За десятилетия тесного сотрудничества Департамента по энергоэффективности и министерства образования выработаны разносторонние подходы к решению этой задачи: республиканский конкурс «Энергомарафон», информационно-образовательные центры и инновационные площадки, печатные и электронные сборники материалов, семинары, конференции, встречи и многое другое.

В Могилевской области для формирования навыков эффективного использования энергии у подрастающего поколения разработаны системы организации образовательного процесса дошкольных и школьных учреждений. Они включают в себя проведение активных занятий, классных и информационных часов, факультативных занятий, практическую

и самостоятельную деятельность школьников.

Активное развитие получило такое направление, как монтаж в школах солнечно-модульных электростанций. Это дает не только возможность повысить эффективность использования энергоресурсов учреждением образования, но и помогает учащимся визуализировать преобразование энергии солнца в электрическую энергию.

Например, в средней школе №45 города Могилева созданы кабинет энерго- и ресурсосбережения и STEM-центр по обучению навыкам экономии и бережливости. Реализуется разработанный в 2016–2017 годах авторский проект «Система работы учреждения образования по энергосбережению». Работа признана победителем республиканских конкурсов «Энергомарафон» и «Энергия и среда обитания».

С 2019 года реализуется инновационный проект «Внедрение геоинформационных технологий в практико-ориентированную учебную и исследовательскую деятельность обучающихся на II ступени общего среднего образования для достижения целей устойчивого развития региона». Практические занятия проводятся в том числе и с помощью солнечной электростанции, состоящей из 15 поликристаллических солнечных модулей общей мощностью 3,75 кВт и оборудованной трекером (устройством, позволяющим изменять угол наклона рабочей поверхности солнечных панелей).

Победители республиканского конкурса «Энергомарафон – 2017» в номинации «Система образовательного процесса и информационно-пропагандистской работы в сфере энергосбережения в учреждениях образования» в средней школе №8 города Кричева установили автономную солнечную станцию мощностью 6 кВт, которая не только обеспечивает уличное освещение школьной территории, но и является прекрасным объектом для исследований и лабораторных работ.



В городе Костюковичи Могилевской области реализован новый проект «Строительство фотоэлектрической системы. Децентрализованное энергоснабжение гимназии с экологической точки зрения». Это совместный проект, инициированный немецкой стороной, городом-побратимом Дитценбах, в августе текущего года. На крыше гимназии было установлено 135 немецких фотоэлектрических панелей суммарной мощностью 35,8 кВт. Предусмотрена система мониторинга для отслеживания выработки электроэнергии, сбора и хранения данных о работе станции за каждый день и месяц на протяжении года.

Поскольку проект тесно связан с образованием детей в школе, учащиеся смогут знакомиться с альтернативными источниками энергии на уроках физики, химии, географии. Дети также получат возможность наблюдать и оценивать объемы вырабатываемой солнечной энергии, анализировать ограничение выбросов углекислого газа в окружающую среду.

Для средней школы №3 города Осиповичи призом в конкурсе «Энергия солнца для Зеленых школ» стало оборудование для преобразования солнеч-

ной энергии в электрическую от одного из операторов мобильной связи. Участие в конкурсе принимали образовательные учреждения всех регионов страны, которые являются обладателями специального диплома «Зеленой школы». Жюри высоко оценило экологические и эконосоциальные программы, акции и проекты средней школы №3 города Осиповичи.

Солнечная панель и подключенный к ней светодиодный фонарь у центрального входа школы установлены для наглядной демонстрации ученикам и посетителям преобразования энергии солнца в электрическую энергию.

Каждый подобный проект становится примером, привлекающим внимание молодежи к энергоэффективному использованию энергоресурсов и бережливому отношению к ресурсам планеты. Участь рациональному использованию природных и энергетических ресурсов, в том числе и развивая возобновляемые источники энергии, мы заботимся о себе и будущем своей страны. ■

**С.М. Заграбенец, заместитель начальника Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР**



# ЭЛЕКТРОМОБИЛИ УДОБНО СЕГОДНЯ



2020 год – более 400 зарядных станций  
2021 год – 600 зарядных станций

