

ИЮНЬ 2021

ЭНЕРГО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Оптимизирующие решения
в области производства
и сохранения тепловой
и электрической энергии



FILTER

T. +378 17 357 93 63 Ф. +375 17 357 93 64
filter@filter.by filter.by

**Новый крупный
теплоисточник
на древесной биомассе**

Стр. 4

**Вопросы
энергосбережения
в новых КоАП и ПИКоАП**

Стр. 5

**Аккумулятор пара улучшит
работу современной
пароконденсатной системы**

Стр. 16

**Гибкость
энергосистем –
условие интеграции ВИЭ**

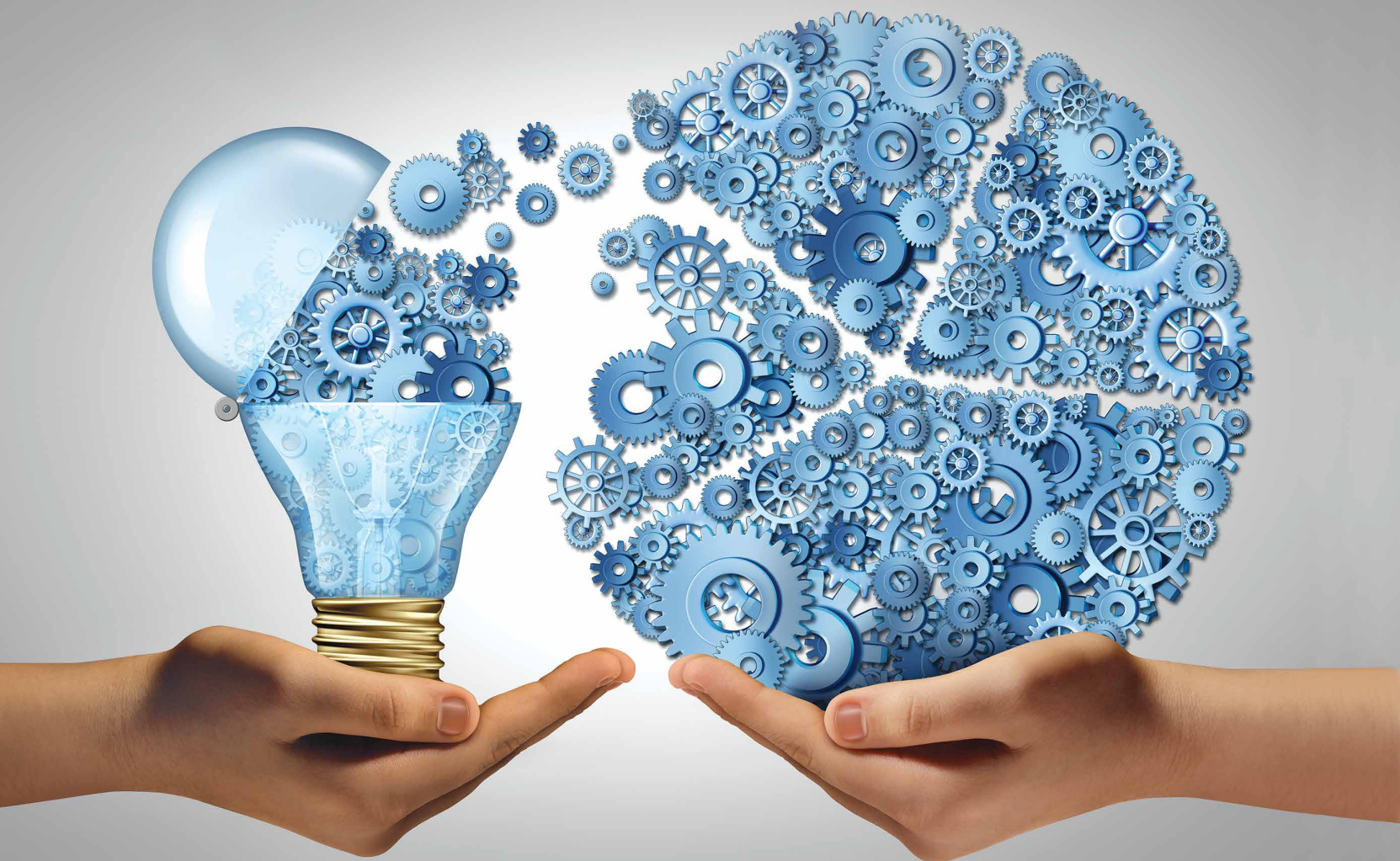
Стр. 10–15, 23–32

**Продолжается подписка
на журнал «Энергоэффективность»
на 2-е полугодие 2021 года**

Оформить подписку также Вы можете:

- в любом отделении РУП «Белпочта»
или РУП «Белсоюзпечать»
(подписной индекс **750992**)
- в редакции по тел./факсу:
(+375 17) **350 56 91**
или e-mail: **uvic2003@mail.ru**
- на сайте <http://energoeffekt.gov.by>
(раздел «Популярно об энергосбережении»)

**Обратите внимание!
Если Вам понадобится
оригинал с «синей»
печатью, сообщите
нам, и мы вышлем
его по почте.**



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



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

№6 (284) июнь 2021 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., главный редактор,
председатель 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

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. Полухович, 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: uvic2003@mail.ru
Цена свободная.

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

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

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография»
Адрес: 230025 г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4
Лиц. № 02330/39 от 25.02.2009 г.

Формат 62x94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная.
Подписано в печать 22.06.2021. Заказ 2293. Тираж 855 экз.

Журнал в интернет www.bies.by, www.energoeffekt.gov.by

СОДЕРЖАНИЕ

Официально

2 Постановление Совета Министров Республики Беларусь 6 мая 2021 г. № 264 «Об одобрении проекта международной технической помощи»

2 Одобрен «Проект по расширению устойчивого энергопользования»

Кадровые назначения

3 А.А. Синявский

Выставки. Семинары. Конференции

3 Департамент по энергоэффективности был представлен на XVI Республиканском экологическом форуме

10 Метод предупредительного управления перегрузками (redispatch) и другие меры оперативного управления энергосетями с растущей долей возобновляемых источников энергии
Георгиос Папаэфтимиу

13 Режимы работы энергосистемы Беларуси и возможности интеграции в них возобновляемых источников энергии
Д.В. Ковалев, ГПО «Белэнерго»

Энергосмесь

3, 8 Конкурс «Лидер энергоэффективности Республики Беларусь»: разговор на старте и другие новости

В сотрудничестве со Всемирным банком

4 Котельная в Боровлянах стала одним из крупнейших в стране теплоисточников на местных видах топлива
А.А. Шелег

Вести из регионов

4 Новые КоАП и ПИКоАП – кнут или пряник?
А.В. Горбач

6 Завершено строительство самой высокой в республике ветроустановки
Дмитрий Казаков

7 Высокоэффективная теплоизоляция на технологических гребенках гидравлических прессов ОАО «Белшина»
Кристина Церковная

7 Внедрение системы компенсации реактивной мощности на технологическом оборудовании ОАО «Полоцкий комбинат хлебопродуктов»
Ю.М. Ковалев

8 Создаем уют и комфорт нашим детям
С.К. Семинская

9 Работа новой котельной в Крупках будет экономить 900 тысяч кубометров природного газа
В.Н. Смоляков, А.А. Шелег

Юбилей

9 Н.А. Прусенку 60

Энергосберегающее оборудование

16 Паровой аккумулятор как эффективный инструмент для оптимизации подачи пара на производственные процессы
Ольга Губаревич, СЗАО «Филтер»

Энергоаудит

18 График обязательных энергетических обследований на 2021 год по состоянию на 07.06.2021

Возобновляемая энергетика

20 МЭА впервые выпустило доклад с планом перехода к глобальной углеродной нейтральности

32 Международное энергетическое агентство ожидает в 2021 и 2022 годах рекордного роста солнечной энергетики
Владимир Сидорович, rener.ru

Электротранспорт

22 Прогноз: до возврата таможенной пошлины в Беларусь ввезут еще более двух тысяч электрокаров
А.В. Никитенко, ПО «Белоруснефть»

Научные публикации

23 Интеграционные тенденции в системах теплоснабжения
В.А. Седнин, А.В. Седнин, БНТУ

28 Станции для зарядки электромобилей как элементы активной нагрузки энергосистемы
И.И. Дуль, РУП «Белэнергопроект»

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: uvic2003@mail.ru

УВАЖАЕМЫЕ РЕКЛАМОДАТЕЛИ!

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

Документ опубликован на Национальном правовом Интернет-портале Республики Беларусь 8.05.2021, 5/49040
Источник получения информации – Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь.
Эталонный банк данных правовой информации Республики Беларусь

ПОСТАНОВЛЕНИЕ СОВЕТА МИНИСТРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 6 мая 2021 г. № 264

Об одобрении проекта международной технической помощи

Совет Министров Республики Беларусь ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Одобрить на основании предложений Комиссии по вопросам международного технического сотрудничества при Совете Министров Республики Беларусь (протокол от 12 апреля 2021 г. № 35/225-451пр) проект международной технической помощи «Проект по расширению устойчивого энергопользования».

2. Координацию и эффективный контроль за реализацией проекта международной технической помощи «Проект по расширению устойчивого энергопользования» обеспечивает Государственный комитет по стандартизации.

3. Настоящее постановление вступает в силу со дня его принятия.

Премьер-министр Республики Беларусь

Р. Головченко

Одобрен «Проект по расширению устойчивого энергопользования»

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 6 мая 2021 г. № 264 одобрен проект международной технической помощи «Проект по расширению устойчивого энергопользования».

Данный проект финансируется Глобальным экологическим фондом, объем международной технической помощи составляет 3,653 млн долларов США.

Указанные средства предоставлены Республике Беларусь в соответствии с Соглашением о предоставлении гранта от 28 ноября 2019 г. с Международным банком реконструкции и развития, действующим в качестве организации-исполнителя ГЭФ. Грантовые средства привлечены в поддержку реализации совместного с МБРР и Европейским инвестиционным банком инвестиционного проекта «Расширение устойчивого энергопользования» (объем кредитного финансирования МБРР – 90 млн евро, объем кредитного финансирования ЕИБ – 90 млн евро, срок реализации – 2020–2025 годы).

Целью проекта является расширение эффективного энергопользования для целей теплоснабжения многоквартирных зданий и использования возобновляемой древесной биомассы для теплоснабжения в населенных пунктах Республики Беларусь, вошедших в проект.

Возобновляемая древесная биомасса обладает существенным потенциалом и выступает дополнительным источником теплоснабжения. Республика Беларусь имеет достаточные возобновляемые запасы леса.

Жилые здания являются крупнейшим потребителем энергии, на их долю приходится 26% от общего объема конечного потребления энергии. Около 70% используемой в жилых домах энергии расходуется на отопление помещений и горячее водоснабжение, основным энергоресурсом

для которых является природный газ. Около 80% многоквартирных домов были построены до 1996 года, когда требования к термосопротивлению ограждающих конструкций были невысокими или вообще не существовали.

Расширение использования возобновляемой древесной биомассы в теплоснабжении и повышение энергоэффективности в многоквартирном жилищном фонде предусмотрено Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24 февраля 2021 г. № 103, и способствует достижению индикаторов энергетической безопасности Республики Беларусь на период до 2035 года, которые установлены Концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23 декабря 2015 г. № 1084.

Получателями по проекту международной технической помощи выступают Департамент по энергоэффективности Госстандарта и РУП «Белинвестэнергосбережение».

Проект предусматривает реализацию мероприятий по внедрению системы начисления платы за отопление по факту потребления на поквартирном уровне с использованием распределителей тепловой энергии.

В ходе проекта также запланированы разработка и реализация коммуникационных и информационно-разъяснительных программ для собственников жилья, развитие потенциала заинтересованных сторон рынка тепловой модернизации; проведение аналитических исследований в целях развития национальной нормативно-правовой базы, регулирующей вопросы ценообразования на древесную биомассу на основании теплотворной способности; внедрение системы мониторинга, отчетности и верификации сокращения выбросов парниковых газов при тепловой модернизации домов, переходе с ископаемого топлива на экологически устойчивую древесную биомассу и реализации других энергоэффективных мероприятий. ■

Департамент
по энергоэффективности
Госстандарта

Мы писали:

Бобрик А.Н. Тепловая модернизация старой застройки: семеро смелых // Энергоэффективность. – 2021. – №5. – С. 5.

Винчевская М. Обзор Пилотной программы тепловой модернизации в Гродненской и Могилевской областях // Энергоэффективность. – 2021. – №3. – С. 12–15.

Решения о финансовом участии жильцов в тепломодернизации домов приняты в Минске, Сморгони и Дрибине // Энергоэффективность. – 2020. – №10. – С. 12–13.

Винчевская М. «Эффект хозяина» для тепловой модернизации // Энергоэффективность. – 2020. – №9. – С. 16–19.

Указом Президента Республики Беларусь «Об утверждении международных договоров и их реализации» от 3 августа 2020 г. № 296 утверждены международные договоры о реализации инвестиционного проекта «Расширение устойчивого энергопользования» // Энергоэффективность. – 2020. – №8. – С. 7–9.

Кадровые назначения

Приказом директора Департамента по энергоэффективности Госстандарта начальником Гродненского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР назначен Алексей Александрович Синявский.



Алексей Александрович родился в Минске 23 июня 1986 года, в 2009 году окончил Белорусский государственный технический университет. С 2009 по 2016 год работал на различных должностях в Минском областном управлении по надзору за рациональным использованием ТЭР. В 2016–2018 годах занимал должность главного специалиста управления контроля отраслей хозяйства и денежно-кредитной сферы (управления контроля отраслей хозяйства) Комитета государственного контроля Минской области.

С 2018 года до последнего времени Алексей Синявский работал начальником отдела энергетического надзора и нормирования Департамента по энергоэффективности Госстандарта.

Соб. инф.

ДЕПАРТАМЕНТ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ БЫЛ ПРЕДСТАВЛЕН НА XVI РЕСПУБЛИКАНСКОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ФОРУМЕ

Заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко 4 июня 2021 г. принял участие в мероприятиях XVI Республиканского экологического форума.

Форум призван консолидировать усилия государства, бизнес-кругов, гражданского общества и международного сообщества в решении экологических проблем и достижения Целей устойчивого развития.

В рамках пленарного заседания «Новые подходы к формированию экологической политики через призму «зеленого» развития» Михаил Малашенко выступил с докладом-презентацией «Повышение энергоэффективности и использование местных видов топлива как инструмент в борьбе с изменением климата».

Руководитель проинформировал участников пленарного заседания о целях, задачах и ходе работы по повышению энергоэффективности и использованию местных видов топлива в предстоящий период, а также о предложениях департамента по развитию государственно-частного партнерства для осуществления «зеленого перехода» в Беларуси.

«В рамках реализации Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы обеспечена экономия топливно-энергетических ресурсов в объеме 5,24 млн т у.т., что позволило не допустить выбросов углекислого газа в размере 7,4 млн тонн», – подчеркнул М. Малашенко.

Завершая свое выступление, он озвучил важнейшую задачу на ближайшую пятилет-



ку – максимально сократить использование импортного углеводородного топлива, вовлекая в топливно-энергетический баланс чистые, возобновляемые источники энергии. «Во всех сегментах экономики необходимо перейти на технологии, использующие чистую энергию от БелАЭС, как в промышленности, на транспорте, так и в быту», – отметил Михаил Малашенко.

energoeffekt.gov.by

Энергосмесь

Конкурс «Лидер энергоэффективности Республики Беларусь»: разговор на старте

Руководство Департамента по энергоэффективности, представители руководства энергетической, сельскохозяйственной отраслей и сферы промышленности приняли участие в пресс-конференции «Устойчивое энергопользование и ресурсосбережение как драйвер развития экономики», приуроченной к старту 7 этапа конкурса «Лидер энергоэффективности Республики Беларусь».

Михаил Малашенко, заместитель председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности, рассказал о задачах, связанных с реализацией госпрограммы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы:

– Глобальные задачи в период до 2025 года во многом сопоставимы с зада-

чами, реализованными в предыдущие пять лет: сокращение импорта углеводородного топлива, переход на использование местных видов топлива, интеграция атомной электростанции в государственную энергосеть, развитие сектора ВИЭ и проч.

В совокупности достижение установленных планов позволит снизить энергоемкость валового внутреннего продукта в сравнении с уровнем 2020 года примерно на 7%. А полноценная работа Белорусской АЭС даст возможность утвердить долю местных топливно-энергетических ресурсов на прежнем уровне. Для этого нужно ввести в эксплуатацию порядка 89 энергоисточников на биотопливе и торфе суммарной тепловой мощностью 491 МВт. Таким образом, уже к 2022 году доля местных топливно-энерге-

тических ресурсов в системе ЖКХ превысит отметку в 52% (+8%). А к 2025 году всеобщая электрификация страны может приблизиться к пиковому значению. С этой целью разработана программа по использованию электрической энергии в многоквартирном жилищном фонде на цели отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления. Документ подразумевает, что в новых районах, где застройка удалена от тепломагистралей и энергоисточников с резервом мощности, отопление домов будет осуществляться за счет потребления электрической энергии. Это станет возможным благодаря установке электродеталей прямого нагрева, а также малых и средних энергоисточников, использующих электрические насосы.

БЕЛТА

КОТЕЛЬНАЯ В БОРОВЛЯНАХ СТАЛА ОДНИМ ИЗ КРУПНЕЙШИХ В СТРАНЕ ТЕПЛОИСТОЧНИКОВ НА МЕСТНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА

28 мая 2021 года был подписан акт ввода в эксплуатацию объекта «Реконструкция котельной дер. Боровляны с установкой котлов на МВТ». Установленное здесь теплогенерирующее оборудование суммарной мощностью 21 МВт делает котельную одним из крупнейших в стране теплоисточников на местных видах топлива.

Строительство велось в рамках инвестиционного проекта МБРР «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения». Заказчиком выступило КДПУП «Минрайтеплосеть», подрядчиком – ЗАО «Белзарубежстрой». Общая стоимость объекта, введенного в действие, составляет 12 млн 206,699 тыс. рублей.

В здании котельной установлены три водогрейных котлоагрегата отечественного производства, работающих на местных топливно-энергетических ресурсах, с механизированной подачей топлива, мощностью по 7 МВт каждый.

Котлы включают в себя топку и конвективный блок. Подача топлива в топку, которые оборудованы наклонно-переталкивающими колосниковыми решетками, состоящими из неподвижных и подвижных колосников, механизирована и автоматизирована. Из бункера топливо толкателем подается в топку с периодичностью, определя-



емой автоматикой котла. Для интенсивного сжигания топлива организована позонная подача воздуха в котел: первичного – под колосниковую решетку, вторичного – в топочное пространство над решеткой. Соотношение объемов первичного и вторичного воздуха зависит от влажности топлива. Золудаление в котлах механизировано. Конструкция котлов обеспечивает надежное охлаждение и возможность равномерного прогрева его элементов при растопке и нормальном режиме работы.

Основным топливом котельной является щепа с содержанием влаги не более 40% и теплотворной способностью 2440 ккал/кг. Его максимальный часовой расход каждым котлом составит 2710 кг/ч. Максимальный объем топлива в автоматизированной топливоподаче каждого котла равен 252 куб. м.



Суммарный объем складов твердого топлива составляет 2352 м и достаточен для обеспечения работы твердотопливных котлов в течение трех суток.

Удаление дымовых газов от оборудования и рассеивание вредных выбросов в атмосфере осуществляется через индивидуальные дымовые трубы высотой 49 м и диаметром 900 мм. Высота дымовых труб выбрана исходя из условий рассеивания выбросов.

Реконструкция котельной позволила полностью удовлетворить потребности населенного пункта в тепловой энергии. Основной потребитель тепловой энергии – жилой фонд д. Боровляны.

Ввод в эксплуатацию котельной в д. Боровляны увеличит использование местных ТЭР на 6500 т у.т. в год, что позволит ежегодно экономить около 5 млн куб. м импортируемого природного газа. ■

**А.А. Шелег, главный специалист
производственно-технического отдела
Минского областного управления
по надзору за рациональным
использованием ТЭР**



Новые КоАП и ПИКоАП – кнут или пряник?

Законом Республики Беларусь от 08.01.2015 № 239-З «Об энергосбережении» (статья 4 «Ответственность за нарушение законодательства об энергосбережении») предусматривается ответственность юридических и физических лиц, в том числе индивидуальных предпринимателей, за нарушение законодательства об энергосбережении.

Требование указанной статьи реализуются Кодексом Республики Беларусь об административных правонарушениях (далее КоАП) и Процессуально-исполнительным кодексом Республики Беларусь об административных правонарушениях (далее – ПИКоАП) от 06.01.2021 № 91-З, введенными в действие с 01.03.2021.

Задачей при введении новых КоАП и ПИКоАП являлся уход от карательного подхода и профилактическая направленность. На практике, сопоставляя данные акты законодательства с ранее действовавшими КоАП и ПИКоАП 2003 года, следует отметить отдельные моменты.

1. Из Особенной части КоАП исключены две статьи («Нарушение правил, регламентирующих рациональное использование ТЭР» и «Эксплуатация газоиспользующей установки без ведения учета расхода газа»), зато добавлена одна новая статья – 24.11 «Непредставление документов, отчетов и иных материалов», предусматривающая ответственность должностных или иных уполномоченных лиц за непредставление в установленные сроки документов, отчетов, сведений или иных материалов в случаях, когда обязанность их представления предусмотрена законодательными актами, либо представление таких документов, отчетов, сведений или иных материалов, содержащих заведомо недостоверные сведения. В частности, руководствуясь нормами данной статьи, можно привлекать к административной ответственности за несвоевременное представление (искажение содержащихся сведений):

– контрольных списков вопросов (чек-листов), используемых областными (Минским городским) управлениями по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов при планировании выборочных проверок. Порядок и сроки представления чек-листов предусмотрены пунктом 17 Положения о порядке организации и проведения проверок, утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 16.10.2009 № 510 «О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь».

– Ведомственной отчетности по форме «Сведения о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)». Порядок и сроки представления ведомственной отчетности предусмотрены постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 08.10.2020 № 58 «О формах ведомственной отчетности на 2021 год».

Минским городским управлением по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов уже практикуются вынесение постановлений о наложении административного взыскания на физическое лицо и вынесение постановления об освобождении от административной ответственности юридического лица с вынесением предупреждения (без направления материалов дела об административном правонарушении в судебные органы). И с точки зрения профилактики правонарушений считаем такой подход справедливым и эффективным.

2. Сохранена норма следующего содержания «Привлечение к административной ответственности юридического лица не освобождает от административной ответственности за данное правонарушение его виновное должностное лицо, равно как привлечение к административной или уголовной ответственности должностного лица юридического лица не освобождает от административной ответственности за это правонарушение юридическое лицо (часть 2 статьи 4.6 КоАП).

3. Размер штрафа не претерпел изменений. Кстати, согласно статье 2.2 КоАП административные правонарушения по статьям 21.1, 24.11 КоАП (нарушение законодательства об энергосбережении) трактуются как значительные.

4. Новым ПИКоАП предусмотрена возможность ускоренного порядка ведения административного процесса (глава 10), в рамках которого в случае, когда физическое лицо признало себя виновным в совершении административного правонарушения и выразило согласие на наложение административного взыскания без составления протокола об административном правонарушении, лицом, уполномоченным составлять протокол об административном правонарушении, выносится постановление о наложении административного взыскания в виде штрафа, которое вступает в законную силу с момента его вынесения (часть 1 статьи 10.3 ПИКоАП). В этом случае применяется нижний предел

топливно-энергетических ресурсов, эксплуатация без производственной необходимости на холостом ходу оборудования, прямые потери топлива, сжатого воздуха, воды и тепловой энергии, нижний предел штрафа для физического лица не предусмотрен.

5. Новый КоАП позволяет областным (Минскому городскому) управлениям по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов освобождать от административной ответственности с вынесением предупреждения лицо, совершившее значительное административное правонарушение, при одновременном соблюдении следующих условий (часть 2 статьи 8.3 КоАП):

– оно признало факт совершения им правонарушения и выразило согласие на освобождение от административной ответственности с вынесением предупреждения;

– в течение одного года до совершения значительного административного правонарушения на лицо не налагалось административное взыскание и лицо не освобождалось от административной ответственности за такое же нарушение.

Минским городским управлением по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов уже практикуются вынесение постановлений о наложении административного взыскания на физическое лицо и вынесение постановления об освобождении от административной ответственности юридического лица с вынесением предупреждения (без направления материалов дела об административном правонарушении в судебные органы). И с точки зрения профилактики правонарушений считаем такой подход справедливым и эффективным. ■

А.В. Горбач, заместитель начальника инспекционно-энергетического отдела Минского городского управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Завершено строительство самой высокой в республике ветроустановки

Новая ветроэнергетическая установка введена в эксплуатацию в апреле текущего года вблизи деревни Асмоловичи в Мстиславском районе Могилевской области. В настоящее время это самая высокая ВЭУ в Республике Беларусь. Ее высота составляет 142 метра, а мощность – 3,4 МВт. При этом верхняя точка лопасти достигает 210 метров, а размах лопастей – 136 метров.

До сих пор самым высоким ветряком в Беларуси считался электрогенератор, построенный в Новогрудском районе возле деревни Большие Лезневичи в 2017 году. Высота его башни – 117 метров, а мощность – 3,3 МВт. Самым мощным остается ветряк, построенный в Лизненском районе Витебской обла-

сти в 2019 году. Высота его башни – 100 метров, а мощность – 3,49 МВт.

Однако, лидирующие позиции по количеству ВЭУ (50%) и по установленной мощности (50%) в Республике Беларусь по-прежнему занимает Могилевская область. Так, по состоянию на 01.06.2021 в Республике действует 109 ветроэнергетических установок, из которых в Могилевской области расположено 57 установок мощностью 62,58 МВт. Кроме того, ветроэнергетические установки преобладают по количеству в регионе среди установок возобновляемой энергетики.

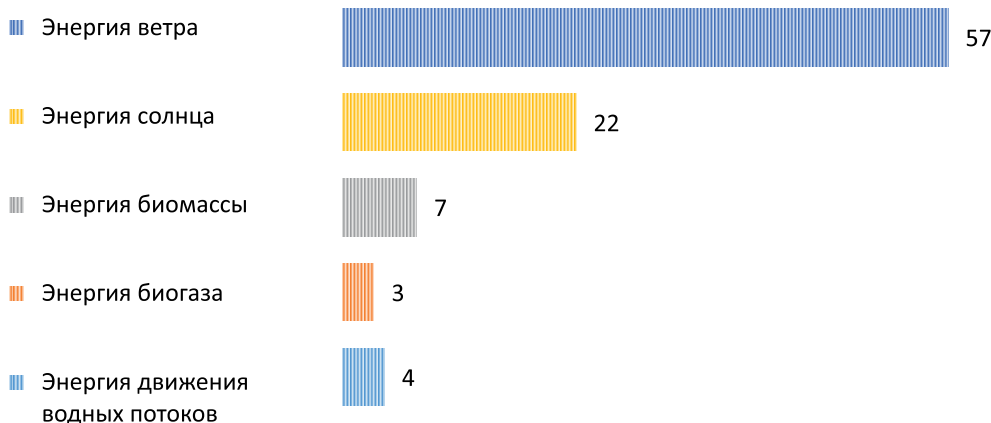
Так, в Могилевской области они занимают более 60% от общего числа установок ВИЭ.

А самым большим ветропарком области считается ветропарк из

9 ВЭУ, расположенный в деревне Пудовня Дрибинского района Могилевской области. Общая установленная мощность парка – 9 МВт.

Суммарная выработка электрической энергии от 57 ВЭУ Могилевской области за 2020 год составила 84,116 млн кВт, а за первый квартал 2021 года – 19,921 млн кВт, что составляет 2,4% суммарного потребления электрической энергии Могилевской областью и 3,8% выработки собственными энергоисточниками области. ■

Дмитрий Казаков, заместитель начальника инспекционно-энергетического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР



Действующие ВИЭ в Могилевской области

Высокоэффективная теплоизоляция на технологических гребенках гидравлических прессов ОАО «Белшина»

ОАО «Белшина» – один из крупнейших производителей в шинной отрасли.

Учитывая требования рынка и новейшие достижения шинной промышленности, специалисты технологических и конструкторских служб предприятия постоянно работают над обновлением и расширением ассортимента выпускаемой продукции и повышением ее качества.

Планом мероприятий предприятия на текущий год предусмотрена реализация 16 энергосберегающих мероприятий, которые с учетом мероприятий предыдущего года внедрения принесут 4,5 тыс. т у.т. экономии. Одним из наиболее быстроокупаемых мероприятий является «Внедрение высокоэффективной тепловой изоляции на технологических гребенках гидравлических прессов 64^й», реализация которого завершилась в начале апреля нынешнего года.

Гребенка гидравлического пресса представляет собой совокупность регулирующих клапанов и запорной арматуры, через которые происходит циклическая подача теплоносителя (перегретой воды

и пара температурой до 210°C) в пресс-форму гидравлического пресса, а также во внутреннюю полость диафрагмы в процессе вулканизации шин. Учитывая, что запорно-регулирующая арматура на гидравлических прессах по проекту не имела тепловой изоляции, специалистами ОАО «Белшина» был разработан проект установки высокотемпературной, быстрострельной тепловой изоляции на технологическую гребенку. На один гидравлический пресс было установлено порядка 70 чехлов, а общее количество установленных чехлов превысило 1100 штук.

Принимая во внимание то, что оборудование ежедневно находится 24 часа в работе, планируемый энергетический эффект от внедрения данного мероприятия составит порядка 450 т у.т. и будет достигнут за счет исключения ненормативных потерь тепловой энергии. ■

Кристина Церковная, главный специалист производственно-технического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР



Внедрение системы компенсации реактивной мощности на технологическом оборудовании ОАО «Полоцкий комбинат хлебопродуктов»

Полоцкий комбинат хлебопродуктов активно реализует энергосберегающие мероприятия в целях уменьшения расхода электрической энергии. Одним из таких мероприятий стало внедрение устройства индивидуальной компенсации реактивной мощности на технологическом оборудовании.

Внедрение устройств компенсации реактивной мощности на предприятии было начато в 1 квартале 2019 года. Установка устройств индивидуальной компенсации была проведена на четырех турбинах ВПЗ 10,5/1700 (электродвигатели мощностью 75 кВт). Монтаж производился специалистами предприятия. Оборудование было приобретено за счет собственных средств. Затраты на реализацию мероприятия составили 19908 рублей, а экономия ТЭР – 37 т у.т.

В 1 квартале 2020 года установка устройств индивидуальной компенсации реактивной мощности была проведена на компрессорном оборудовании (4 электродвигателя мощностью 15 кВт), мельнице сортового помола и на шести дробильных

установках комбикормового цеха (6 электродвигателей мощностью 90 кВт). Оборудование было приобретено за счет собственных средств предприятия, его монтаж осуществлен собственными силами. Затраты на реализацию мероприятия составили 74880 рублей, а экономия ТЭР – 169 т у.т.

Предприятие продолжило внедрять устройства компенсации реактивной мощности белорусского производства: в 1 квартале 2021 года они были установлены на компрессор-

ном оборудовании комбикормового цеха (4 электродвигателя мощностью 22 кВт). Затраты на реализацию мероприятия составили 22032 рубля, а экономический эффект за 1 квартал нынешнего года – 19 т у.т.

По фактическому измерению потребление электроэнергии после внедрения оборудования снизилось на 30%. Простой срок окупаемости мероприятия составляет 1 год.

При использовании автоматических систем компенса-

ции реактивной мощности важным направлением в экономии электроэнергии является повышение коэффициента мощности ($\cos \varphi$). Коэффициент мощности – величина, показывающая, какую часть потребляемой полной мощности составляет активная. При одной и той же используемой мощности электроприемник с низким коэффициентом мощности потребляет больший ток, что вызывает увеличение нагрузки линии электропередач и трансформаторов. Это ведет к увеличению потерь электроэнергии в сетях. При уменьшении коэффициента мощности от единицы до 0,5 потери электроэнергии увеличиваются в четыре раза.

Целевой показатель по энергосбережению за 2020 год предприятием выполнен: при задании минус 6% он составил минус 6,5%. ■

Ю.М. Ковалев, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР



Устройство индивидуальной компенсации реактивной мощности компрессорного оборудования мельницы сортового помола

Создаем уют и комфорт нашим детям

Здание ГУО «Ясли-сад №3 г. Ошмяны», построенное в 1970 году, давно нуждалось в реконструкции и тепловой модернизации. Нарушение температурного режима, плохая вентиляция, устаревшее оборудование – вот лишь некоторые из проблем, с которыми столкнулось это учреждение образования.

Перемены начались в 2018 году вместе со стартом проекта «Внедрение мероприятий по энергоэффективности для устойчивого энергетического развития Ошмянского района Беларуси», который финансировался Европейским союзом и Ошмянским районным исполнительным комитетом в рамках программы «Соглашение мэров – демонстрационные проекты».

Сегодня же ясли-сад сложно узнать, и он вполне может считаться самым современным дошкольным учреждением города.

В рамках проекта прошла реконструкция здания ГУО «Ясли-сад №3 г. Ошмяны», где были применены энергоэффективные и энергосберегающие технологии. Выполнены работы по тепловой модернизации наружных стен фасадов здания и кровли. Для сокращения потерь тепла осуществлен монтаж



До и после

системы вентиляции с рекуперацией.

При реконструкции также установлены гелиоколлекторы для горячего водоснабжения и фотоэлектрические станции для выработки электрической энергии. Гелиоводонагревательная система Gelios-1000 состоит из 30 солнечных коллекторов. Фотоэлектрическая система мощностью 285 Вт

предназначена для производства электроэнергии, потребляемой внутренними электроприемниками ГУО «Ясли-сад №3 г. Ошмяны» без отпуска электроэнергии в сеть в течение всего календарного года.

Кроме того, впервые в Гродненской области в дошкольном учреждении образования применена система тепловых насосов для отопления зда-

ния. Тепловые насосы Air-48SH FV_11010000 и Air-48SH FV_21010000 предназначены для нагрева воды на нужды отопления и горячего водоснабжения в комплексе с буферными емкостями с тепловой изоляцией объемом 1000 л.

Такая система рассчитана на работу при температуре наружного воздуха до минус 5°C. При температуре ниже минус 5°C система подключается к котельной Ошмянского РУП ЖКХ. Солнечный коллектор работает совместно (последовательно) с тепловыми насосами, которые включены в схему нагрева воды после солнечного коллектора и в случае недостаточного поступления солнечной радиации обеспечивают догрев воды до санитарных норм.

Внедрение энергоэффективных мероприятий позволит создать для воспитанников дошкольного учреждения максимально комфортные условия, а также исключить нерациональное использование энергоресурсов. ■

С.К. Семинская, заместитель начальника инспекционно-энергетического отдела Гродненского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Энергосмесь

Минэнерго отмечает рост потребления электроэнергии для отопления и горячего водоснабжения в жилфонде

В Беларуси значительно выросло потребление электроэнергии населением для отопления и горячего водоснабжения в жилищном фонде. Об этом сообщил журналистам министр энергетики Виктор Каранкевич после доклада Президенту о состоянии и развитии энергетического комплекса страны 3 июня.

По словам министра, в стране уже созданы стимулы для роста потребления электроэнергии среди населения, действуют льготные тарифы, возмещается часть расходов граждан, которые приобретают электрооборудование и реконструируют электросетевую проводку дома.

«Это дало мощный стимул развитию электроэнергии для целей отопления и горячего водоснабжения в жилищном фонде. Рост потребления среди населения на эти цели за 4 месяца – в 4 раза. Всего объем потребления – 122 млн киловатт-часов. Это не только рост в 4 раза по сравнению с уровнем прошлого года, но это уже превысило годовой объем потребления за 2020 год», – сказал министр.

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», «Петтинарولي»: 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

Работа новой котельной в Крупках будет экономить 900 тысяч кубометров природного газа

В конце мая 2021 года в г. Крупки Минской области на предприятии КУП «Жилтеплострой» введена в эксплуатацию комбинированная котельная «Амкодор-Можа» суммарной мощностью 7,0 МВт.

Используемое топливо на котельной – фрезерный торф, резервный вид топлива – природный газ. Доставка топлива осуществляется с ОАО «Туршовка».

На котельной установлен котел КВ-РМ-3Т мощностью 3,0 МВт и два котла КВ-РМ-1Т суммарной мощностью 2,0 МВт (каждый по 1,0 МВт) отечественного производства. Также установлен газовый котел мощностью 2,0 МВт.

Система подачи топлива и система золоудаления механизированы. Котельная работает с качественно-количественным регулированием в соответствии с утвержденным температурным графиком. Химводоподготовку производит автоматическая установка умягчения воды ($G = 2.5 \text{ м}^3/\text{ч}$, 2 шт.). Коэффициент полезного действия котлов – 84% на местных видах топлива и 91,4% на газе.

Котельная предназначена для отопления, горячего водоснабжения жилищного фонда микрорайона и административных зданий г. Крупки. Присоединенная нагрузка потребителей составляет 4,82 Гкал/час: отопление – 2,8 Гкал/час, горячее водоснабжение – 2,02 Гкал/час. Годовой отпуск тепловой энергии планируется на уровне 7208 Гкал. Расчетный удельный расход топлива на выработку 1 Гкал ожидается на уровне 171,36 кг у.т./Гкал при влажности торфа 46%, на газе – 156,22 кг у.т./Гкал.

Стоимость объекта строительства составила 8 356,24 тыс. рублей, из них 1 200 тыс. рублей республиканского бюд-



жета было направлено на приобретение оборудования.

Ввод новой котельной позволил вывести из эксплуатации старую котельную, работавшую на природном газе, а также снизить себестоимость 1 Гкал тепловой энергии за счет замещения около 900 тыс. м³ импортируемого природного газа. С началом работы нового теплоисточника доля местных ТЭР в балансе котельно-печного топлива в Крупском районе увеличится на 1500 т у.т.

Также в 2021 году планируется ввести в эксплуатацию котельную в аг. Ухвала суммарной тепловой мощностью 3,0 МВт. Со-

гласно разработанному ТЭО применение нового более эффективного оборудования и снижение потерь в тепловых сетях позволят получить экономический эффект в размере 351,8 т у.т./год. ■

В.Н. Смоляков, инженер теплоэнергетического хозяйства КУП «Жилтеплострой» Крупского района,

А.А. Шелег, главный специалист производственно-технического отдела Минского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Юбилей

Н.А. Прусенку 60

Коллектив Гомельского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов сердечно поздравляет своего руководителя Николая Аркадьевича Прусенку с 60-летием!

Уважаемый Николай Аркадьевич, примите искренние поздравления с замечательной юбилейной датой, в которой так гармонично сочетаются жизненная мудрость, опыт пройденных лет, личностные достижения и реализован-

ные цели! Ваш возраст – это не только опыт и года, но еще и уважение, заслуги и мудрость. Хотим на долгие годы пожелать Вам уверенности в своих возможностях, успеха, отличного самочувствия, уважения и любви со стороны родных и близких, всегда быть в гармонии с собой, здоровья – телу, молодости – душе, блеска – глазам.

Редакция журнала «Энергоэффективность» с удовольствием присоединяется к этим поздравлениям и пожеланиям.



Д-р Георгиос Папаэфтиму
(Elia Grid International)



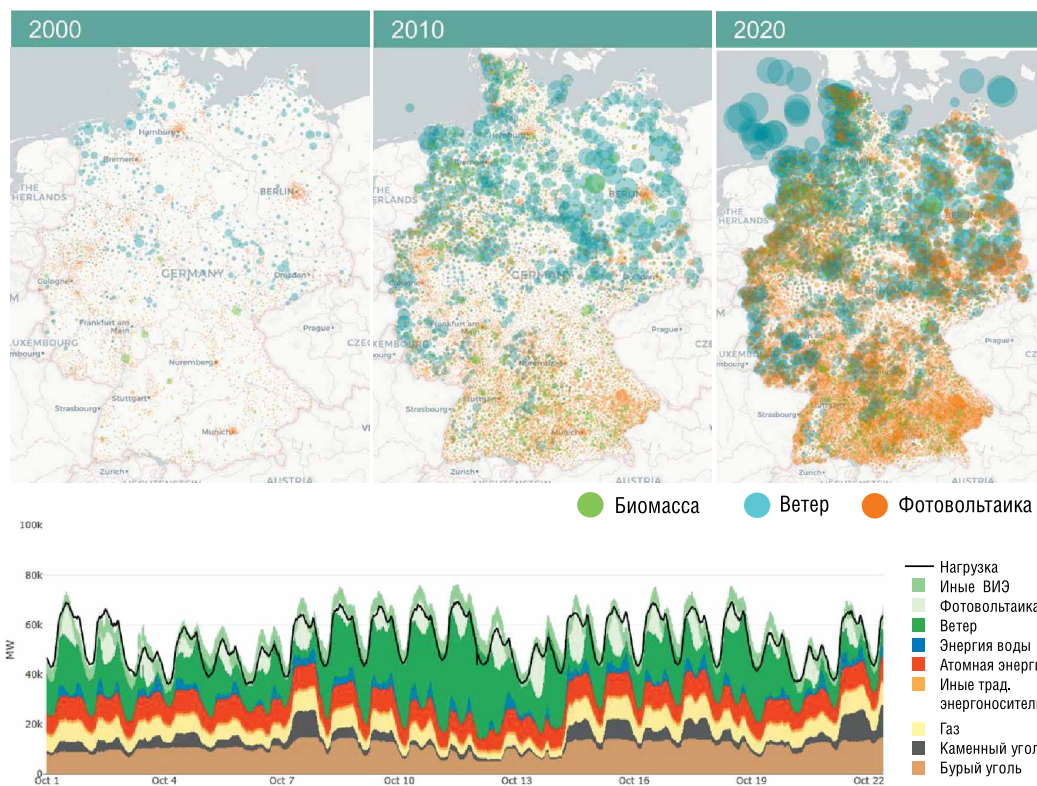
МЕТОД ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕГРУЗКАМИ (REDISPATCH) И ДРУГИЕ МЕРЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСЕТЯМИ С РАСТУЩЕЙ ДОЛЕЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Онлайн-семинар «Возобновляемые источники энергии: гибкость энергетических систем и соединение секторов» Немецкого энергетического агентства (dena), 15 апреля 2021 года

Мой 10-летний опыт по интеграции установок ВИЭ в сеть во многом основан на работе в компании Elia Grid International. Это часть концерна Elia Group и совместное дочернее предприятие обоих операторов: передающей сети Elia в Бельгии и «50Hertz» в Германии. В EGI занято более 40 экспертов-консультантов с большим опытом работы в сфере передающих сетей.

«50Hertz» – лидер по интеграции возобновляемых источников энергии и эксплуатации энергосистем с высокой долей возобновляемых источников энергии в Европе. По результатам 2019 года около 60% электроэнергии в сети «50Hertz» вырабатывали ВИЭ, и эта доля постоянно растет. Мы организуем работу своих мощностей таким образом, чтобы удельный вес возобновляемых источников энергии в них постоянно возрастал, и столкнулись с вызовами, которые требуют повышения гибкости энергосистем. Гибкость позволяет энергосистемам адаптироваться к постоянно изменяющейся ситуации.

Если говорить о распространении возобновляемых источников энергии в Германии, то с 2000 года оно создает серьезные вызовы для эксплуатации передающих сетей. Большинство ветроэнергетических



установок в Германии установлено на севере а фотовольтаика – в основном на юге, там где больше солнца.

Типичные характеристики ВИЭ:

1. Расположение вдали от центров нагрузки.
2. Широкое географическое территориальное рассеяние.

3. Неконтролируемость (ошибки прогноза и крутые перепады мощности) при эксплуатации систем.

Это приводит к двум важнейшим проблемам или вызовам. С одной стороны у нас возникают так называемые узкие места, то есть перегрузки в сети из-за необходимости транспор-

тировать большое количество электроэнергии из одного региона страны в другой. Возникает большой дисбаланс между произведенной и потребляемой энергией, что может также приводить к проблемам.

Говоря о предупредительных, или оперативных нагрузках сети, надо сказать, что в Герма-

«Узкие места» в сети по причине большого расстояния между ареалами возобновляемой генерации и ареалами нагрузки устраняются с помощью 3 основных мер



нии на юге находится большинство промышленных потребителей. Кроме того, на юге выведен из эксплуатации ряд электростанций. По линии «север-юг» необходимо организовать транспортировку огромного объема электроэнергии свыше 25 ГВт. Нами были разработаны три комплекса мер для того, чтобы решать эту проблему. Узкие места, возникающие в сети по причине большого расстояния между ареалами возобновляемой генерации и ареалами нагрузки, устраняются с помощью трех основных мер: долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных.

Долгосрочной мерой мир является развитие сети. Это решение требует очень больших инвестиций и отличается очень долгим сроком внедрения мероприятий.

Среднесрочным решением является повышение способности управления потоком энергии, строительство фазосдвигающих трансформаторов, увеличение степени нагрузки на существующую сетевую инфраструктуру. Эти решения дают возможность использовать существующую сеть более эффективно, но здесь также необходимы высокие инвестиции. Однако что здесь хорошо? Это то, что эти решения можно применить быстрее.

Наконец краткосрочные меры – это так называемые меры оперативного управления. Метод

предупредительного управления перегрузками (redispatch) – это алгоритм и механизм, который позволяет оптимально управлять сетью в краткосрочной перспективе. И тогда мы можем справиться с перегрузками и узкими местами, однако возникают высокие расходы, связанные с системной эксплуатацией.

Теперь о том, что мы понимаем под словом redispatch, то есть предупредительное управление перегрузками. На рисунке внизу изображена типичная ситуация, когда возникает такое «бутылочное горлышко». Допустим, перегрузка на линии электропередач составляет 120%. Что же мы должны сделать, чтобы устранить эту перегрузку как

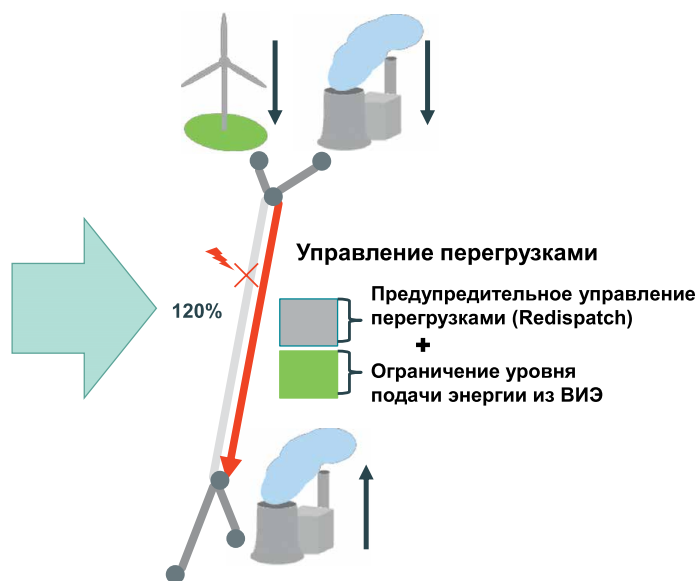
типичный случай? Мы должны уменьшить объем поступающей нагрузки на стороне отправителя. Тогда мы сможем добиться сохранения баланса. И со стороны получателя мы должны повысить способности входящего шлюза, работающего на прием энергии.

Конечно, эта схема выглядит достаточно примитивно и ее применение в реальности значительно усложняется. Для того чтобы добиться такого эффекта, мы можем осуществлять ряд мероприятий. Это изменение топологии и положения устройств РНП фазосдвигающих трансформаторов. Далее это процесс изменения использования традиционных электростанций,

то есть применение там систем redispatch, ограничение уровня подачи энергии из возобновляемых источников, трансграничное предупредительное управление перегрузками (например, с Австрией).

Процесс управления перегрузками сети (redispatch) включает в себя 3 этапа мер. 1-й этап – это сетевые меры, которые касаются всей сети и не связаны с какими-то расходами. Здесь мы пытаемся оптимизировать топологию сети. Это помогает нам более эффективно распределять сетевые потоки. Повышение рабочего напряжений является важным мероприятием. Далее это внедрение фазосдвигающих трансформаторов. В будущем также будет применяться использование высоковольтных линий электропередач постоянного тока. Если этих мер недостаточно, чтобы решить проблему, тогда мы переходим на 2-й уровень, ко второму пакету шагов, это рыночные меры.

Эти меры связаны с дополнительными расходами финансовых средств. Они включают в себя самые разные опции: предупредительное управление перегрузками сети (redispatch) при работе с традиционными электростанциями, трансграничное предупредительное управление перегрузками сетей, встречная торговля (countertrading) и управление нагрузкой крупных потребителей.



Процесс управления перегрузками сети включает в себя три этапа применения мер

§ 13(1) Закона об энергетике (EnWG)

§ 11 Закона о ВИЭ (EEG) и § 13(2) Закона об энергетике (EnWG)



При интенсивной генерации энергии из ВИЭ и ожидаемых перегрузках сети применение мер возможно с отклонением от указанного здесь порядка их очередности.

Третья категория мер – ограничение подачи энергии из ВИЭ. С одной стороны, это локальное ограничение уровня подачи энергии из возобновляемых источников энергии с целью решить проблемы местной перегрузки электросетей. Однако иногда, если мы не можем решить проблему при помощи этого шага, мы должны ограничивать подачу электроэнергии во всей регулируемой зоне. Так или иначе, ограничение подачи энергии из возобновляемых источников – это последняя мера, к которой мы прибегаем.

Часто возникает дискуссия о том, какова эффективность, к которой мы стремимся. Мы преследуем достижение определенного показателя эффективности, но в какой точке шаги 1-й фазы переходят во 2-ю фазу? Поскольку в системе возникает все больше источников возобновляемой энергии, все чаще задаются вопросы о том, в какой степени мы должны их ограничивать. В общем и целом для нас это было решение, которое стало важным импульсом для того, чтобы оптимизировать наши сети, не ограничивая при этом возобновляемые источники энергии.

Современные энергосистемы имеют очень высокий уровень сложности по причине нестабильности возобновляемых источников энергии и роста объемов трансграничной транспортировки электроэнергии. Высокий уровень сложности эксплуатации современных пере-

дающих сетей требует упреждающего планирования важных системных решений. На графике оперативного планирования вы можете видеть, что первой фазой является профилактическое, предупредительное планирование. Превентивные профилактические процессы необходимы нам для выявления критических ситуаций в энергосети на ранней стадии, для осуществления противодействия вызовам. Большинство применяемых нами мер являются профилактическими и представляют собой результат процессов планирования в различных временных горизонтах. Однако в конечном итоге все равно возникает необходимость в онлайн-корректировке, во вмешательстве, когда на основании результатов анализа перегрузок сети в режиме онлайн принимаются корректирующие меры. Если мы дошли до такого момента в процессе скорой помо-

щи, то на самом деле уже слишком поздно что-то делать. Важно уметь предотвратить такие негативные ситуации заранее. Чем лучше мы подготовимся, тем лучше мы сможем потом корректировать все в режиме онлайн.

Несколько слов о практическом опыте, который мы приобрели в процессе управления энергосистемами с интеграцией в них возобновляемых источников энергии.

Могу сказать: значительное расширение сети и создание интерконнекторов, то есть межсетевых перетоков с соседними странами, очень важны для обеспечения стабильной и эффективной интеграции возобновляемых источников энергии.

Вторым пунктом я назову важность грамотного оперативного планирования.

Высокий уровень сложности эксплуатации энергосистемы требует оперативного планирования на ранней стадии и при-

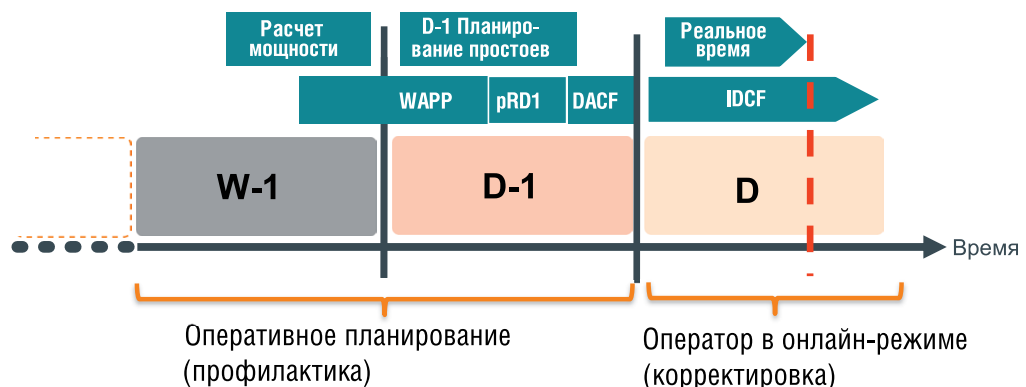
нятия упреждающих встречных мер в системе регулирования.

- Структурированный процесс, выверенные методологии, хорошие инструменты, а также хорошее управление данными – обязательные элементы оперативного планирования современного оператора передающей сети.

- Расширение использования возобновляемых источников энергии приводит к высокой потребности в повышении гибкости энергосистем с целью реализации управления перегрузками сети и частотного регулирования.

- В связи с отказом от традиционной генерации эксплуатация сети потребует в будущем наличия большого количества малых источников повышения гибкости энергосистем, таких как электромобили, энергохранилища и т. д., чтобы закрыть пробел в гибкости посредством их взаимной интеграции. ■

Высокий уровень сложности эксплуатации современных передающих сетей требует упреждающего планирования важных системных решений



Д.В. Ковалев,
заместитель генерального директора –
главный диспетчер ГПО «Белэнерго»



РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ БЕЛАРУСИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ В НИХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Онлайн-семинар «Возобновляемые источники энергии: гибкость энергетических систем и соединение секторов» Немецкого энергетического агентства (dena), 15 апреля 2021 года

Развитие возобновляемых источников энергии в рамках Белорусской энергосистемы регламентируют следующие нормативно-правовые акты:

– Закон Республики Беларусь от 27.12.2010 №204-З «О возобновляемых источниках энергии»,

– Указ Президента Республики Беларусь от 24 сентября 2019 г. № 357 «О возобновляемых источниках энергии»,

– постановление Совета Министров Республики Беларусь от 06.08.2015 № 662 «Об установлении, распределении, высвобождении и изъятии квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии»,

– постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 03.09.2018 № 73 «О тарифах на электрическую энергию, произведенную из возобновляемых источников энергии»,

– постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17.10.2011 № 1394 «Об утверждении Правил электроснабжения».

Что касается тенденций развития ВИЭ, в основном они развиваются на электростанциях, не входящих в ГПО «Белэнерго». Несмотря на это ГПО «Белэнерго» на своем балансе содержит порядка 90% генерации Белорусской энергосистемы, все крупнейшие электростанции. Мощность ВИЭ на объектах ГПО «Белэнерго» чуть меньше 100 МВт. На текущий момент это энергоисточники, использующие энергию ветра, гидроэлектростанции.

Что касается предприятий, не входящих в состав ГПО «Белэнерго», там используется энергия солнца, ветра, воды, древесное топливо, биогаз и биомасса. В последние годы на них наблюдается существенный

Структура установленной мощности ВИЭ

Вид возобновляемого источника	Показатели по итогам 2020 года					
	Объекты ГПО «Белэнерго»		Блок-станции		ВСЕГО	
	Мощность, МВт	Выработано, млн кВт·ч	Мощность, МВт	Выработано, млн кВт·ч	Мощность, МВт	Выработано, млн кВт·ч
Всего	97,1	394,2	391,6	849,4	488,7	1 243,6
солнце	-	-	160,3	175,2	160,3	175,2
ветер	9,0	22,9	102,7	171,3	111,7	194,2
вода	88,1	371,3	7,7	26,9	95,8	398,2
древесное топливо	-	-	3,1	5,9	3,1	5,9
биогаз	-	-	37,3	205,2	37,3	205,2
биомасса	-	-	80,0	262,9	80,0	262,9
иные возобновляемые источники	-	-	0,5	2	0,5	2

рост установленной мощности, а также выработки электроэнергии. За последние пять лет установленные мощности ВИЭ выросли в пять раз и на текущий момент составляют чуть меньше 500 МВт (см. таблицы). Это почти 5% от установленной мощности всех энергогенерирующих источников Белорусской энергосистемы.

За эти же пять лет отмечен существенный рост выработки на данных энергоисточниках – в 2020 году он составил почти 1 млрд 250 млн киловатт-часов и с 2015 года вырос в 4,5 раза.

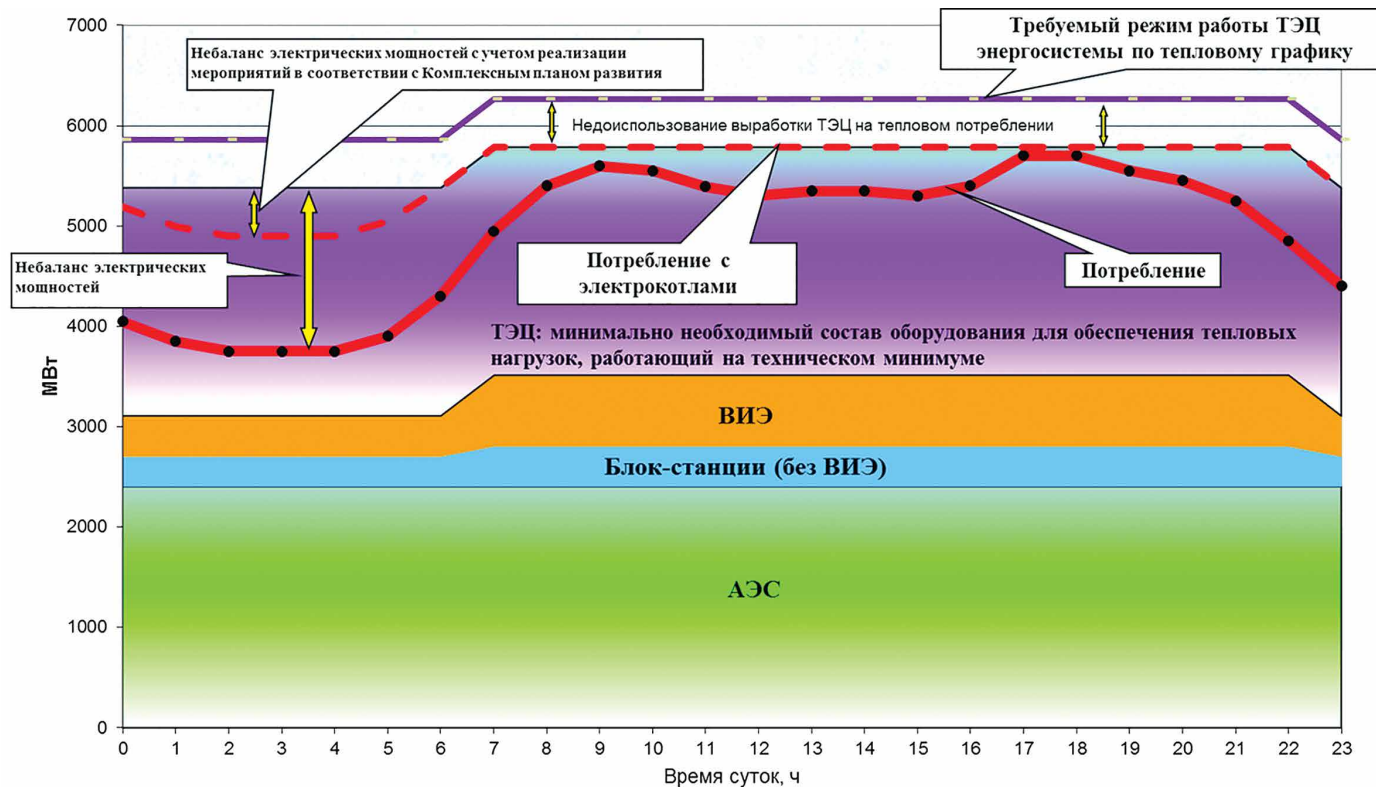
В 2024 году мощность установок ВИЭ, созданных в рамках реализации инвестиционных договоров, проектов техниче-

Изменение установленной мощности и выработки электрической энергии ВИЭ

Установленная мощность, МВт						Рост 2020/2015 %
По итогам года						
2015	2016	2017	2018	2019	2020	
120,5	186,9	363,2	390,4	405,0	488,7	405,6 %

Выработка электроэнергии, млн кВт·ч						Рост 2020/2019 %
по итогам года						
2015	2016	2017	2018	2019	2020	
274,0	362,4	770,4	752,7	890,9	1 243,6	453,9 %

Пример режима работы Белорусской энергосистемы

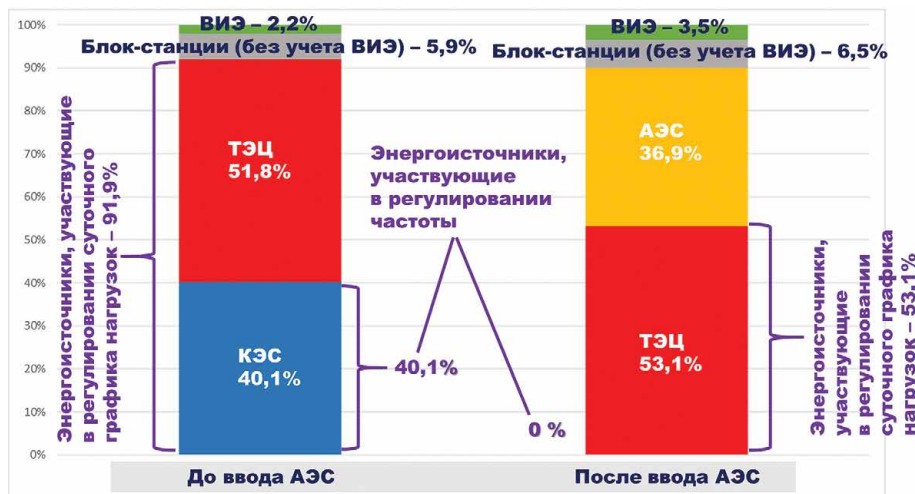


ской и иностранной безвозмездной помощи, распределенных и распределяемых квот, возрастет до 617 МВт, а объемы отпуска электроэнергии в сеть энергосистемы – до 1378 млн кВт·ч.

Что касается интеграции возобновляемых источников энергии, считаю, что для Белорусской энергосистемы характерна другая проблематика в отличие от той, которая раскрыта в докладах, касающихся, например, германской энергосистемы. У нас не столь остры сетевые проблемы – у нас достаточно развиты системообразующая, а также распределительная сеть, и при существующем уровне развития возобновляемых источников энергии не существует явных проблем в передаче электроэнергии с этих энергоисточников в узлы. Белорусская энергосистема достаточно компактна, и сетевая структура позволяет гибко передавать электроэнергию, выработанную в любом регионе, потребителям других регионов.

Проблема же заключается больше в балансировании энергосистемы с учетом высокой доли базовой генерации, особенно с учетом выбранных перспектив стратегических направлений развития генерирующих источников Белорусской энергосистемы. В настоящее время мы вводим атомную станцию мощностью 2400 МВт. В отдельные периоды доля выработки атомной станции будет составлять более 50%, и при существующей конфигурации суточного графика потребления мы

Структура мощности в типовой зимний день



сталкиваемся с проблемой несбалансированного режима работы энергосистемы в ночные часы. Уровень энергопотребления в ночные часы существенно отличается от уровня потребления в дневные часы. Он составляет порядка 63–67% от пикового потребления, и если до ввода атомной станции у нас в балансе находилось достаточное количество мощностей, работающих на природном газе, и они имели высокую маневренность, возможность гибко разгружаться в ночные часы и загружаться на полную нагрузку в дневные часы, то с вводом атомной станции такие мощности вытесняются из покрытия баланса, их

место занимает базовая генерация атомной станции.

Кроме того, базовую часть графика покрывают теплоэлектроцентрали – это комбинированная выработка электрической и тепловой энергии, так называемая когенерация, и от нее отказаться также нельзя ввиду того, что эти станции являются не только производящими электрическую энергию, но главное – они являются источниками тепловой энергии, электрическая энергия является сопутствующим товаром, производимым на данных энергоисточниках. В этих условиях мы наблюдаем, что даже на текущий момент с учетом казалось бы незначи-

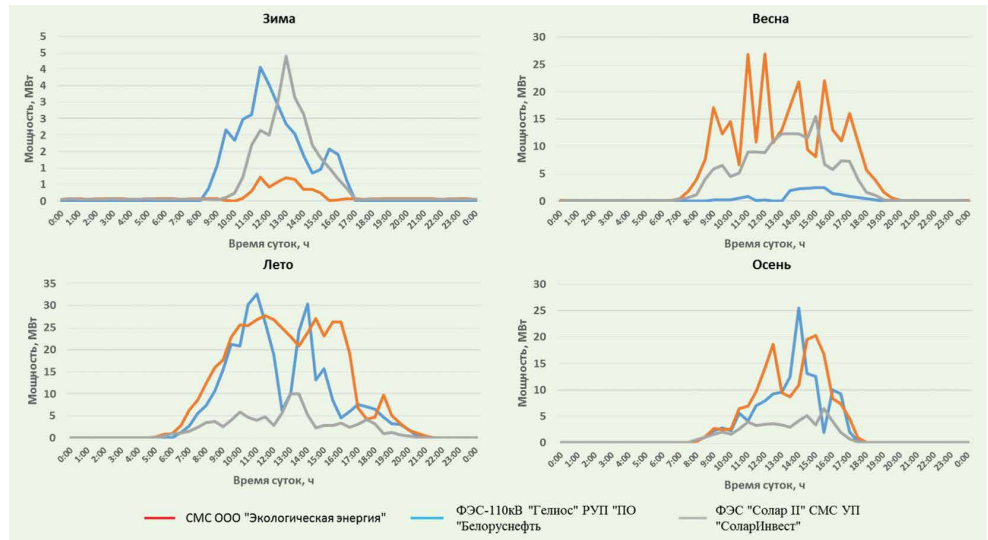
тельной доли ВИЭ в балансе энергосистемы у нас возникают профициты именно в ночные часы.

Кроме того с вводом атомной станции в баланс резко снижается доля оборудования, которое в настоящее время несет функцию регулирования частоты электрического тока, поддержания уровней напряжения в энергетических узлах. Соответственно у нас разрабатываются мероприятия по интеграции в первую очередь атомной станции в баланс энергосистемы, и при существующем уровне потребления без его кардинального роста мы видим крайне ограниченные возможности для включения в работу энергоисточников, использующих возобновляемую энергию, по причине того, что они не способны гибко реагировать на изменяющееся потребление.

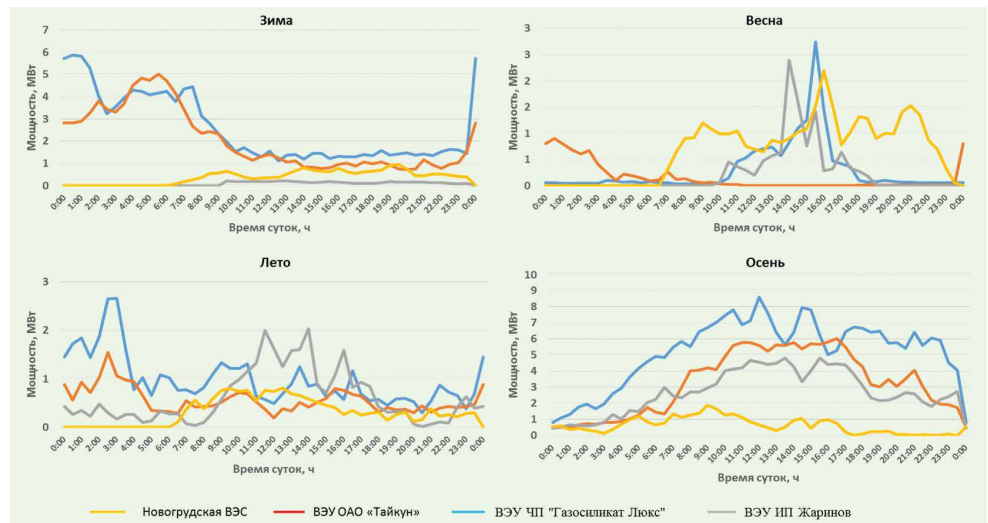
По тем энергоисточникам, которые в настоящее время уже находятся в работе, можно сказать, что именно солнечные энергоисточники не приводят к проблемам в ночные часы, потому как ночью на них нет выработки электроэнергии. Поэтому с точки зрения интеграции в баланс энергосистемы солнечная генерация не столь проблематична. Чего не скажешь о станциях, использующих ветряную энергию. Мы ежесуточно анализируем выработку по тем энергоисточникам, которые у нас есть, и к сожалению можем сделать вывод о том, что достаточно часто выработка на этих источниках максимальная в часы минимальных нагрузок энергосистемы, то есть в ночные часы. И в этих условиях у нас нет достаточного объема мощностей, чтобы сбалансировать такой режим работы. Поэтому при формировании планов на ближайшие пять лет мы понимаем, что существенного роста электропотребления, какого-то ошутимого, чтобы это было толчком и возможностью включения в баланс энергосистемы энергоисточников, работающих на ВИЭ, не предвидится. Поэтому здесь важно сделать акцент на обязательном использовании накопителей электроэнергии на строящихся энергоисточниках, применении подходов по участию в регулировании суточного графика нагрузок всех без исключения энергоисточников, в том числе использующих возобновляемую энергию.

Мы понимаем, что это фактически будет приводить к снижению возможного объема выработки электроэнергии, но другого варианта по их интеграции в баланс энергосистемы в текущий момент не прослеживается. В части факторов, ограничивающих развитие ВИЭ в Белорусской энергосистеме, – это недостаточное потребление в ночные часы и острая необходимость привлечения всех без исключения энергоисточников к балансированию и регулированию выработки электрической энергии в Белорусской энергосистеме.

Типовые графики работы солнечных электростанций в различные периоды года на примере выборки мощностью 92,31 МВт (ФЭС-110кВ «Гелиос» РУП «ПО «Белоруснефть» 55,2 МВт; СМС ООО «Экологическая энергия» 18,63 МВт; ФЭС «Солар II» СМС УП «СоларИнвест» 18,48 МВт)



Типовые графики работы ветряных электростанций в различные периоды года на примере выборки мощностью 38,78 МВт (ВЭУ ЧП «Газосиликат Люкс» 15,0 МВт; ВЭУ ОАО «Тайкун» 18,18 МВт; ВЭУ ИП Жаринов 6,6 МВт; Новогрудская ВЭС 9 МВт)



Мы ждем, когда станет финансово более доступной система электрохимических накопителей электроэнергии, и если в этом направлении по удешевлению технологии будет прорывной толчок вперед, то это станет огромным стимулом для развития возобновляемых энергоисточников в Белорусской энергосистеме.

Таким образом, ввод в эксплуатацию энергоисточников, использующих ВИЭ, должен предусматривать реализацию мероприятий, компенсирующих резкопеременный режим работы энергоисточников данного типа (в том числе за счет накопителей энергии).

Энергоисточники, использующие ВИЭ для производства электрической энергии,

должны участвовать в регулировании суточного графика электрических нагрузок под диспетчерским управлением.

Ввод в эксплуатацию объектов генерации ВИЭ, предполагающий условно-постоянный режим работы (биогаз, биомасса, древесное топливо), должен предусматривать реализацию мероприятий, компенсирующих избыточную генерацию данных энергоисточников в ночные часы, в противном случае следует предусматривать работу энергоисточников данного типа только в дневные часы.

При строительстве гидроэлектростанций одним из вариантов по реализации проектов является возможность организации холостого сброса воды в ночные часы. ■

Ольга Губаревич,
ведущий инженер СЗАО «Филтер»



ПАРОВОЙ АККУМУЛЯТОР КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПОДАЧИ ПАРА НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Пиковая нагрузка

Потребление пара любым производственным оборудованием редко бывает постоянным. Масштаб и характер изменения нагрузки зависит от ситуации. Пик нагрузки может достигаться один раз в день или даже один раз в неделю, например, во время начала работы какого-то технологического оборудования.

Самые большие проблемы, связанные с пиковыми нагрузками, обычно встречаются при серийном производстве большими партиями или объемами:

- в пивоварении,
- в текстильной промышленности,
- при сухой химчистке одежды,
- при изготовлении консервов,
- при изготовлении бетонных блоков,
- в специфических областях сталелитейной промышленности.

Пиковая нагрузка и последующее падение давления могут очень серьезно повлиять на производство.

В худшем случае произойдет блокировка котла из-за того, что уровень воды в результате интенсивного кипения поднимется, а затем резко упадет. Органы контроля уровня среагируют на это срабатыванием сигнализации по предельно низкому уровню воды и отключат горелку.

В лучшем случае котел будет производить влажный, грязный пар. Это вместе с уменьшением давления может привести к таким последствиям, как:

- Увеличение времени производства.
- Снижение качества продукции или даже ее повреждение и брак.



Рис. 1. Действующий аккумулятор пара

- Гидравлические удары в паропроводе, которые приведут к повреждению труб, арматуры и возникновению опасности для персонала.

На состоянии котельной системы пиковые нагрузки сказываются следующим образом:

- Увеличивается потребность в обслуживании.
- Сокращается срок эксплуатации котла.
- Снижается эффективность сжигания топлива.

В таких случаях необходимо внедрение аккумулятора пара.

Это приведет к улучшению работы современной пароконденсатной системы.

Наиболее подходящий способ мгновенной выдачи нужного количества чистого сухого пара в моменты пиковой нагрузки заключается в том, что в специальной емкости хранится запас пара, который расходуется по мере необходимости. Хранить пар в газообразном состоянии под давлением непрактично, так как при тех давлениях, при которых обычно работает котел, пар будет занимать много места. Поэтому целесообразно использовать метод уменьшения давления воды, хранящейся при температуре насыщения. Это приводит к тому, что в воде выделяется избыток энергии, который расходуется на превращение части воды в пар. Данное явление называется мгновенным испарением или вскипанием, а оборудование, используемое для хранения находящейся под давлением воды, называется аккумулятором пара (рис. 1).

Фактически, паровой аккумулятор представляет собой дополнение к емкости котла (котлов), в которой хранится запас воды при том же давлении и температуре, что и в котле. Когда паровая нагрузка, накладываемая оборудованием, невелика и котел может вырабатывать пара больше, чем требуется, излишки пара впрыскиваются в находящуюся под давлением водяную массу. С течением времени температура и давление воды в емкости увеличиваются до тех пор, пока вода не достигнет температуры насыщения, соответствующей давлению, при котором работает котел.

Поскольку в аккумуляторе происходит падение давления воды, храня-



Рис. 2. Типичная диаграмма потребления пара при крупносерийном производстве

щейся при температуре насыщения, пар будет вырабатываться при любой нагрузке, превышающей производительность котла. Таким образом, требования к количеству пара при пиковой нагрузке будут удовлетворены. Когда нагрузка будет меньше производительности котла, аккумулятор станет наполняться излишками производимого котлом пара. Такие циклы наполнения и отдачи объясняют, почему описываемое устройство называется аккумулятором пара. Использование парового аккумулятора позволяет непрерывно поддерживать горение в топке котла на уровне максимальной непрерывной мощности.

Задача аккумулятора пара заключается в том, чтобы вырабатывать пар в ситуации, когда требования к количеству пара превышают способность котла производить его необходимое количество в данный момент, а также накапливать пар тогда, когда его потребление невелико.

Современные котлы имеют небольшие размеры. Кроме того, расширилось применение небольших водотрубных котлов, змеевиковых парогенераторов, которые более эффективны, но использование которых приводит к уменьшению общего количества хранимого запаса тепловой энергии, из-за чего система более чувствительна к проблемам, связанным с пиковыми нагрузками.

Существует много областей применения паровых аккумуляторов. При долговременных пиковых нагрузках, с которым котельная установка должна

справляться, паровой аккумулятор можно использовать для хранения пара, которого хватит, например, на 5 минут пиковой нагрузки; за это время котёл без проблем должен достигнуть необходимой производительности. Паровые аккумуляторы можно также использовать совместно с электродогревателями, чтобы пар вырабатывался в условиях небольшой нагрузки, и хранился и использовался в периоды пиковой нагрузки. Возможности безграничны.

«Зарядка» парового аккумулятора

Паровой аккумулятор, работающий на принципе падения давления, представляет собой горизонтальный цилиндрический сосуд, частично заполненный водой (обычно на 50 – 90%). Пар подается по распределительному трубопроводу и инжестируется в массу воды. Трубопровод оборудован специальными инжекторами пара. Нагрев воды будет производиться до тех пор, пока её давление и температура не достигнут требуемых значений.

Естественно, уровень воды при «зарядке» аккумулятора и выдаче пара поднимается и опускается.

Если в паровой аккумулятор подаётся насыщенный (или влажный) пар, то из-за потерь тепла в окружающую среду количество воды может немного увеличиваться. Производится же пара, как правило, чуть больше, чем реально требуется.

Поплавковый конденсатоотводчик устанавливается на уровне воды, соот-

ветствующем расчётному и действует в качестве перепускного клапана, выпускающая немного лишней воды в систему возврата конденсата.

Однако если в паровой аккумуляторе подаётся перегретый пар или если потери в окружающую среду малы, то в результате испарения запас воды будет постепенно расходоваться, и для восполнения дефицита воды потребуются система подпитки.

Отдача пара

Поскольку в аккумуляторе происходит падение давления воды, хранящейся при температуре насыщения, пар будет вырабатываться при любой нагрузке, превышающей производительность котла. Таким образом, требования к количеству пара при перегрузке будут удовлетворены. Когда нагрузка будет меньше производительности котла, аккумулятор будет наполняться излишками производимого котлом пара. Такие циклы наполнения и отдачи объясняют, почему описываемое устройство называется аккумулятором пара. Использование парового аккумулятора позволяет непрерывно поддерживать горение в топке котла на уровне максимальной непрерывной мощности.

Циклы заполнения и отдачи пара

Чтобы паровой аккумулятор работал правильно, перед началом цикла отдачи пара он должен быть полностью «заряжен». Для этого должны выполняться два условия:

1. Между окончанием одного периода перегрузки и началом другого должно пройти достаточно времени, чтобы восполнились запасы воды в аккумуляторе.

2. Средняя паровая нагрузка в холостом режиме должна быть меньше, чем производительность котла (максимальная непрерывная мощность), чтобы во время спадов нагрузки могли восполняться запасы воды, хранящейся в аккумуляторе.

Существуют и другие критерии, которые важны для того, чтобы аккумуля-

мулятор удовлетворял необходимым требованиям. Эти критерии должны быть учтены в конструкции аккумулятора:

1. В аккумуляторе должно храниться достаточно воды, чтобы в периоды отдачи он мог отдавать необходимое количество пара. Это условие выполняется, если емкость аккумулятора достаточно велика.

2. Если вода будет испаряться очень быстро, есть вероятность получения влажного пара. Скорость испарения и расход пара образующегося с поверхности воды, не должны превышать установленных значений. Этого можно добиться, если сделать площадь зеркала испарения достаточно большой, а это, в свою очередь, зависит от размера самого аккумулятора.

3. Испарительная способность должна быть достаточной. Она зависит от давления, при котором хранится вода в «заряженном» аккумуляторе (том же давлении, что и в котле), и от минимального давления, которое будет в аккумуляторе по окончании периода отдачи пара (расчётное давление аккумулятора). Чем больше разница между этими двумя давлениями, тем больше пара вырабатывается.

4. Расчётное давление аккумулятора должно быть выше, чем давление пара, необходимого потребителем. Это требуется для того, чтобы на редукционном клапане, расположенном на подаче пара, имелся достаточный перепад давлений, благодаря которому будет обеспечиваться течение пара из аккумулятора на паропотребляющее оборудование. Чем ближе давление в аккумуляторе к давлению пара на потребителях, тем меньшим должен быть размер аккумулятора, но и тем меньше будет перепад давления на редукционном клапане. Из-за этого возникает необходимость в редукционном клапане большего размера: он должен быть достаточно большим, чтобы пропускать необходимое количество пара при расчётном давлении аккумулятора (при минимальное дав-

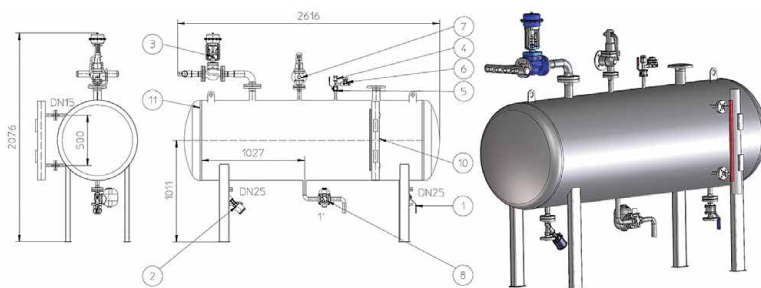


Рис. 4. 3D-чертеж: паровой аккумулятор

лению в аккумуляторе по окончании периода отдачи пара).

Баки аккумуляторов пара

Бак должен выбираться отдельно для каждого конкретного случая. Вода в таком баке должна находиться при той температуре и давлении, которые необходимы для выработки расчетного количества пара определенного давления. В промышленных системах расчетное давление обычно составляет от 5 до 30 бари, но на электростанциях оно может достигать и 150 бари.

Как правило, соотношение диаметра аккумулятора к его общей длине составляет от 1,4 до 1,6, однако оно может сильно меняться в зависимости от условий использования аккумулятора.

Бак парового аккумулятора обычно имеет цилиндрическую форму с эллиптическими днищами. С точки зрения конструкции эта форма наиболее эффективна. Баки аккумуляторов изготавливаются из котельной листовой стали.

Чем больше допустимая разница между давлением в котле и давлением пара, подаваемого к потребителям, тем выше доля пара вскипания, а значит, тем ниже требуемая пропускная способность по пару высокого давления.

Помимо выполнения требований по хранению определенного объема воды, бак должен быть спроектирован таким образом, чтобы:

- на дне бака было достаточно воды в условиях минимальной нагрузки;
- инжекторы пара всегда находились под уровнем воды;
- над поверхностью воды в условиях полной нагрузки было определенное пространство;
- площадь зеркала испарения была достаточной для выработки нужного количества пара. Это важно, потому что скорость мгновенного образования пара может быть важнейшим критерием в случае резкого, внезапного возникновения пиковой нагрузки.

Специалисты компании FILTER могут сделать подбор и расчет необходимого аккумулятора пара в соответствии с вашим потреблением и техническими характеристиками.

Помимо подбора самого аккумулятора необходимо также правильно подобрать все входящее в систему оборудование Spirax Sarco для регулирования и впрыска пара (определение диаметра и количества инжекторов). Пример одного из вариантов обвязки парового аккумулятора представлен на рис. 3. Также специалистами завода-изготовителя будет предварительно разработан 3D-чертеж (рис. 4).

Основные преимущества установки парового аккумулятора:

- Покрывание пиков в потреблении пара (1000 кг/ч за 5 минут).
- Стабилизация давления пара в системе.
- Снижение расходов по сравнению с установкой дополнительных генераторов пара.
- Уменьшение потребления электроэнергии.
- Малая занимаемая площадь благодаря модульной конструкции.
- Единый поставщик всего комплекта оборудования с последующим сопровождением, шеф-монтажом и пусконаладочными работами.

В заключение хотелось бы отметить, что компания FILTER давно шагнула вперед в вопросах разработки технических решений и совершенствовании процессов работы различных производств. Наши специалисты ориентированы на поиск оптимизирующих решений в области сохранения и производства тепловой и электрической энергии. Приобретая надежного партнера с мировым именем, Вы получаете готовое техническое решение, сервис, а также лучшие знания и обширный опыт работы с паром и конденсатом. ■

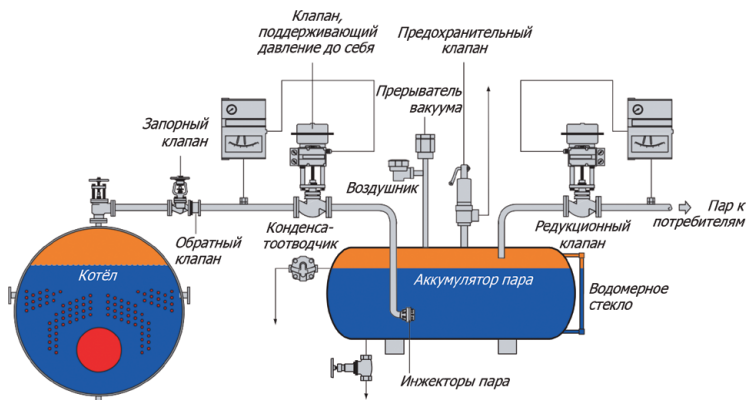


Рис. 3. Пример обвязки парового аккумулятора

FILTER ЭНЕРГИЯ ВАШЕГО ПРОИЗВОДСТВА
ЭНЕРГИЯ ВОДА РЕШЕНИЯ

Компания «Филтер»,
Минский район,
пересечение Логойского
тракта и МКАД,
административное здание
«Аквобел»,
офис 501, 502
Тел.: +375 17 357-93-63
Моб.: +375 29 677-08-56
www.filter.by
e-mail: filter@filter.by

Во исполнение требований статьи 11 Закона Республики Беларусь от 08.01.2015 № 239-З «Об энергосбережении» и пункта 3 Положения о порядке организации и проведения энергетических обследований (энергоаудитов), утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 18.03.2016 г. № 216, разработан график проведения обязательных энергетических обследований (энергоаудитов) юридических лиц на 2021 год.

График разработан по предложениям республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, облисполкомов и Минского горисполкома.

График обязательных энергетических обследований на 2021 год по состоянию на 07.06.2021

№	Наименование организации	Срок
Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь		
1	ОАО «Березастройматериалы»	III кв.
2	ОАО «Гомельский ДСК»	IV кв.
Министерство внутренних дел Республики Беларусь		
3	РУПП «Исправительное учреждение № 5»	II кв.
4	РУПП «Четырнадцать»	III кв.
Министерство здравоохранения Республики Беларусь		
5	ОАО «Несвижский завод медицинских препаратов»	IV кв.
Министерство обороны Республики Беларусь		
4	в/ч 04147 ГУ «Минское ЭУ ВС»	IV кв.
5	УО «Военная академия Республики Беларусь»	IV кв.
Министерство образования Республики Беларусь		
6	Белорусский государственный университет	I кв.
7	УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»	II кв.
8	УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»	II кв.
9	УО «Республиканский институт профессионального образования»	II кв.
10	УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»	III кв.
11	УО «Белорусский государственный экономический университет»	III–IV кв.
12	УО «Витебский государственный университет имени М.П. Машерова»	III–IV кв.
Министерство промышленности Республики Беларусь		
13	ОАО «Белкард»	I–II кв.
14	ОАО «ММЗ имени С.И. Вавилова» – управляющая компания холдинга «БелОМО»	I–II кв.
15	ОАО «Интеграл» – УКХ «Интеграл»	I–III кв.
16	ОАО «Минский тракторный завод»	I–III кв.
17	ОАО «Гомсельмаш»	II–III кв.
18	ОАО «Белцветмет»	II–III кв.
19	ОАО «Ольса»	II–III кв.
20	ОАО «Лидский литейно-механический завод»	III–IV кв.
21	ЗАО «Атлант»	III–IV кв.
22	ОАО «МЭТЗ им. В.И. Козлова»	III–IV кв.
23	ОАО «МАЗ» – управляющая компания холдинга «БелавтоМАЗ»	III–IV кв.
24	ОАО «Могилевлифтмаш»	III–IV кв.
25	ОАО «Осиповичский завод автомобильных агрегатов»	III–IV кв.
26	ОАО «Минский завод шестерен»	III–IV кв.

№	Наименование организации	Срок
Министерство спорта и туризма Республики Беларусь		
27	УО «Белорусский государственный университет физической культуры»	IV кв.
Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь		
28	ГП «Минское отделение Белорусской железной дороги» без учета обособленных структурных подразделений и филиалов	IV кв.
29	РУП «Гомельское отделение Белорусской железной дороги»	IV кв.
30	УП «Витебское отделение Белорусской железной дороги»	IV кв.
31	РУП «Могилевское отделение Белорусской железной дороги»	IV кв.
32	ГП «Белазронавигация»	IV кв.
33	УО «БелГУТ»	IV кв.
34	ОАО «ДРОРС»	I кв.
Министерство энергетики		
ГПО «Белэнерго»		
35	МТЭЦ «Барань»	III кв.
36	Лукомльская ГРЭС	IV кв.
37	Новополоцкая ТЭЦ	IV кв.
38	РК «Черниговская»	IV кв.
39	Жлобинская ТЭЦ	IV кв.
40	Гродненская ТЭЦ-2	IV кв.
41	Котельный цех «Сморгонь»	IV кв.
42	Борисовская ТЭЦ	IV кв.
43	Солигорская мини-ТЭЦ	IV кв.
44	Минские тепловые сети (в части тепловых сетей)	IV кв.
45	Борисовские электрические сети (в части электрических сетей)	IV кв.
46	Слуцкие электрические сети (в части электрических сетей)	IV кв.
47	Санаторий «Энергетик» РУП «Могилевэнерго»	IV кв.
48	Энергоремонт РУП «Могилевэнерго»	IV кв.
49	Учебный центр РУП «Могилевэнерго»	IV кв.
50	Инженерный центр РУП «Могилевэнерго»	IV кв.
51	Вендорж РУП «Могилевэнерго»	IV кв.
52	Здание управления предприятием РУП «Могилевэнерго»	IV кв.
ГПО «Белтогаз»		
53	УП «Гродноблгаз»	II кв.
54	ОАО «ТБЗ Усяж»	III кв.
55	УП «Брестоблгаз»	IV кв.
Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь		
56	ОАО «Минский завод колесных тягачей»	IV кв.
Управление делами Президента Республики Беларусь		
57	ОАО «Александрийское»	II–IV кв.
58	УП «Молочный гостинец»	II–IV кв.

№	Наименование организации	Срок
Концерн «Белгоспищепром»		
59	ОАО «Гродненская табачная фабрика «Неман»	IV кв.
60	ОАО «Гомельский ликеро-водочный завод «Радамир»	IV кв.
61	ОАО «Минский маргариновый завод»	IV кв.
62	СП ОАО «Спартак»	IV кв.
Концерн «Беллесбумпром»		
63	ОАО «Могилевдрев»	II кв.
64	ОАО «ФанДОК»	III кв.
65	ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев»	IV кв.
Концерн «Белнефтехим»		
66	ОАО «Белшина»	IV кв.
67	ОАО «Полоцк-Стекловолокно»	IV кв.
68	РУП «Белоруснефть-Брестоблнефтепродукт»	IV кв.
69	Белорусский газоперерабатывающий завод РУП «ПО «Белоруснефть»	IV кв.
Концерн «Беллепром»		
70	ОАО «Моготекс»	I кв.
71	ОАО «Гронитекс»	III кв.
72	СООО «Белвест»	III кв.
73	ОАО «Минское производственное кожевенное объединение»	III кв.
74	ОАО «Камволь»	IV кв.
75	ОАО «8 Марта»	IV кв.
76	ОАО «ППТО Полесье»	IV кв.
77	ЗАО «Добрушский фарфоровый завод»	IV кв.
78	СООО «Конте Спа»	IV кв.
79	ОАО «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение»	IV кв.
Брестский областной исполнительный комитет		
80	КУМПП ЖКХ «Ганцевичское ЖКХ»	II кв.
81	Пружанское КУПП «Коммунальник»	II кв.
82	ОАО «Брестский мясокомбинат»	III кв.
83	ОАО «Ружаны-Агро»	III кв.
84	ОАО «Савушкин продукт»	III кв.
85	КУМПП ЖКХ «Кобринское ЖКХ»	IV кв.
86	КУМПП ЖКХ «Брестское ЖКХ»	IV кв.
Витебский областной исполнительный комитет		
87	КУПП «Боровка»	III–IV кв.
88	ДКУП «Предприятие котельных и тепловых сетей КУП «ЖКХ г. Полоцка»	III–IV кв.
89	УП ЖКХ Глубокского района	IV кв.
90	УП ЖКХ Лиозненского района	IV кв.
91	Верхнедвинское ГРУПП ЖКХ	IV кв.
92	КУП «Оршатеплосети»	IV кв.
93	ОАО «Оршанский КХП» (с филиалами)	IV кв.
94	ОАО «Глубокский комбикормовый завод»	IV кв.
Гомельский областной исполнительный комитет		
95	СООО «Белсыр»	II кв.
96	УЗ «Жлобинская центральная районная больница»	III кв.
97	КПУП «Гомельоблтеплосеть»	IV кв.
98	КЖЭУП «Рогачев»	IV кв.
99	КЖУП «Октябрьское»	IV кв.
100	КУП «Житковичский коммунальник»	IV кв.
101	КЖУП «Ельское»	IV кв.

№	Наименование организации	Срок
102	Филиал «Советская Белоруссия» ОАО «Речицкий КХП»	IV кв.
103	ОАО «Гомельский мясокомбинат»	IV кв.
104	ОАО «Милкавита»	IV кв.
105	УЗ «Речицкая центральная районная больница»	IV кв.
106	КУП «Кормален»	IV кв.
107	СП ОАО «Спартак»	IV кв.
108	КСУП «Тепличное»	IV кв.
109	ОАО «Комбинат «Восток»	IV кв.
Гродненский областной исполнительный комитет		
110	ОАО «Гродненский мясокомбинат»	I кв.
111	Дятловское РУП ЖКХ	II кв.
112	Ошмянское РУП ЖКХ	II кв.
113	КУП «Гроднооблдорстрой»	II кв.
114	ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат» включая филиалы «Сморгонские молочные продукты» и «Ошмянский сыродельный завод»	III кв.
115	ОАО «Молочный Мир», Дятловский филиал	III кв.
116	УПП «Сморгонский комбинат хлебопродуктов»	III кв.
117	Слонимское ГУП ЖКХ	III кв.
118	КУП «Волковысское коммунальное хозяйство»	III кв.
119	Лидское ГУП ЖКХ	III кв.
120	Островецкое РУП ЖКХ	III кв.
121	Свислочьское РУП ЖКХ	III кв.
122	ОАО «Ошмянский мясокомбинат»	IV кв.
123	Ивьевское РУП ЖКХ	IV кв.
124	Кореличское РУП ЖКХ	IV кв.
Минский областной исполнительный комитет		
125	РУП «Логойский комхоз»	I кв.
126	ОАО «Здравушка-милк»	I кв.
127	ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский»	I кв.
128	ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат»	II кв.
129	КУП «Молодечноводоканал»	II кв.
130	ГП «Слуцкводоканал»	II кв.
131	УЗ «Слуцкая ЦРБ»	II кв.
132	ОАО «Молодечненский молочный комбинат»	III кв.
133	ОАО «Борисовский мясокомбинат №1»	III кв.
134	КПУП «Борисовводоканал»	III кв.
135	УП «Дзержинское ЖКХ»	III кв.
136	КУП «Слуцкое ЖКХ»	III кв.
137	КУП «Стародорожское ЖКХ»	III кв.
138	УП «Столбцовское ОКС»	III кв.
139	УП «Коммунальник»	IV кв.
140	УП «Жилтеплосервис» КХ Пуховичского района	IV кв.
141	УЗ «Солигорская ЦРБ»	IV кв.
Могилевский областной исполнительный комитет		
142	Быховское УКП «Жилкомхоз»	IV кв.
143	Кличевское УКП «Жилкомхоз»	IV кв.
Минский городской исполнительный комитет		
144	УП «Минсктранс»	II кв.
145	КУП «Мингорсвет»	III–IV кв.
146	Управление по образованию администрации Московского района г. Минска	III–IV кв.
147	Управление по образованию администрации Фрунзенского района г. Минска	III–IV кв.

МЭА ВПЕРВЫЕ ВЫПУСТИЛО ДОКЛАД С ПЛАНОМ ПЕРЕХОДА К ГЛОБАЛЬНОЙ УГЛЕРОДНОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ

Международное энергетическое агентство (МЭА) опубликовало доклад «Net Zero by 2050: A roadmap for the global energy system» («Нулевой баланс выбросов к 2050 году: план для глобальной энергетической системы»).

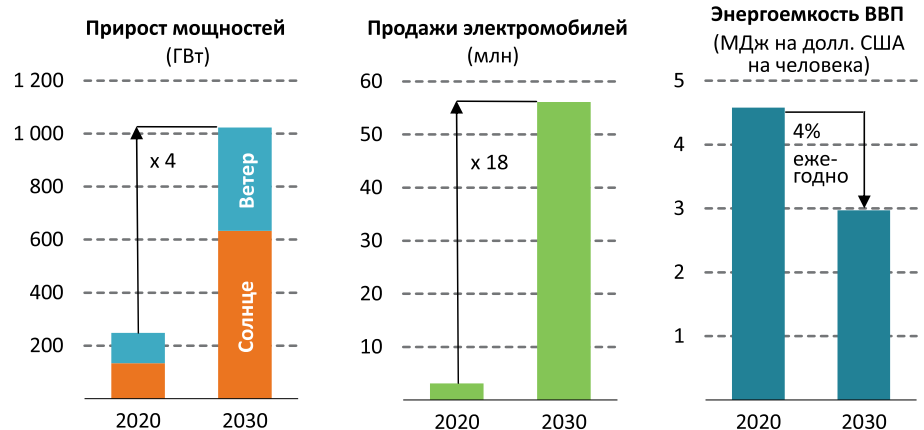
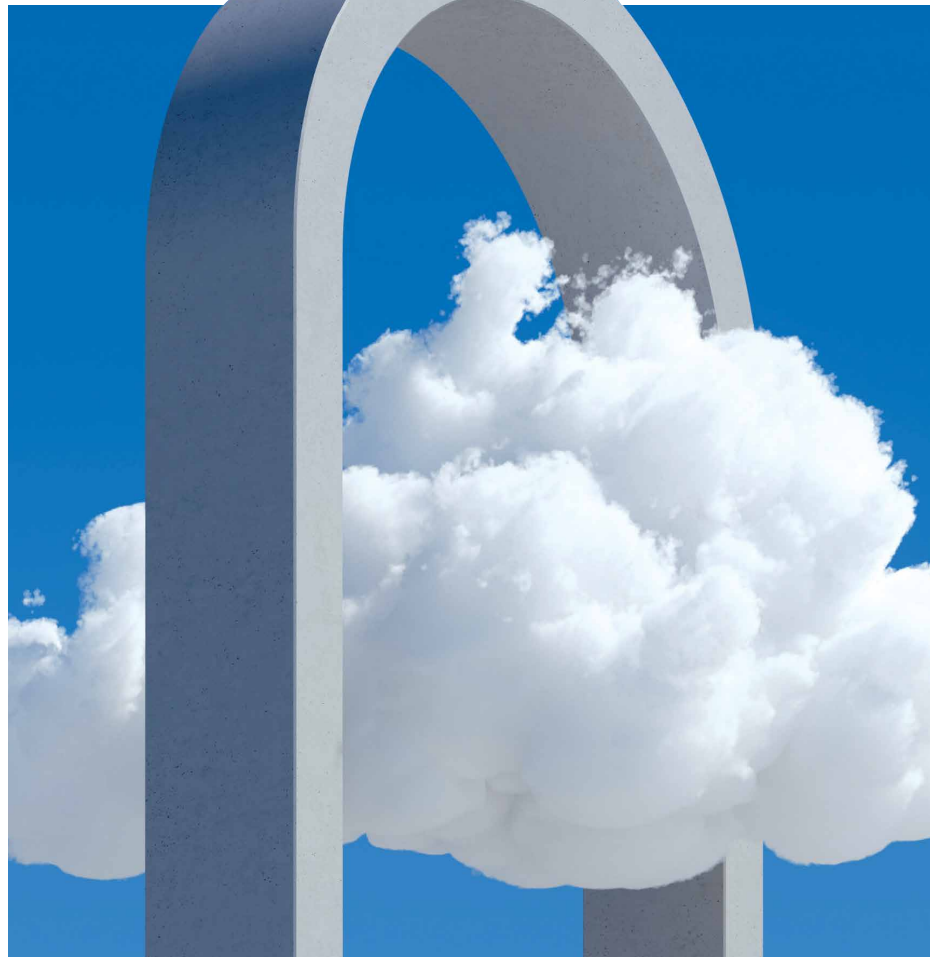
МЭА часто выпускает доклады. В мире выпускается много докладов с планами перехода к углеродно-нейтральной энергетической системе (в частности, IRENA ежегодно выпускает такие «дорожные карты»), но этот новое исследование МЭА стоит особняком. Агентство впервые публикует доклад, в котором детально просчитан переход к экономике с нулевым балансом выбросов, что соответствует климатической цели по ограничению глобального потепления 1,5 градусами Цельсия.

В документе, который подготовлен для «информирования» мировых лидеров в преддверии 26-й Конференции сторон (COP26) в ноябре текущего года, исследуются изменения в промышленности, инфраструктуре, структуре энергоснабжения и инвестиционных процессах, которые, по мнению авторов, необходимы для достижения глобальной углеродной нейтральности к середине века.

Фатих Бироль, исполнительный директор МЭА, заявил: выпущенная Агентством дорожная карта показывает, что шансы достичь нулевого баланса выбросов к 2050 году «малы, но не упущены». Однако скорость и масштаб действий, требуемых во всех секторах, делают это «величайшим вызовом, с которым когда-либо сталкивалось человечество».

В плане технологий, которые требуются для достижения «углеродно-нейтрального состояния», доклад не содержит каких-либо сенсаций. Ключевая роль в декарбонизации электроэнергетики отводится возобновляемым источникам энергии, в основном солнечной фотоэлектрической и ветровой энергетике. Они должны расти колоссальными темпами.

Например, по последнему докладу МЭА, посвященному ВИЭ, в 2020 году в мире было введено в строй 135 ГВт солнечных электро-



К 2030 году ключевые чистые технологии будут развиваться по нулевой траектории

станций, а в 2020 году будет введено 162 ГВт. Достижение цели углеродной нейтральности потребует строительства 630 ГВт (!) мощностей солнечной и 390 ГВт ветровой генерации в год к 2030 году. Ежегодный ввод в эксплуатацию солнечных фотоэлектрических и ветровых электростанций (суммарно) должен вырасти в 4 раза к указанному сроку.

По оценке МЭА, к 2050 году около 240 миллионов домовладельцев должны будут установить солнечные электростанции на крышах домов (в настоящее время их примерно 25 млн). По возможности, отмечает Агентство, в новые и существующие здания следует «интегрировать местные возобновляемые источники энергии», такие как солнечные фотоэлектрические системы.

Доля возобновляемых источников энергии в производстве электричества в мире к 2050 году должна достичь 88%, в том числе суммарная доля солнечных и ветровых электростанций – почти 70%. Примерно такую же долю солнца и ветра к 2050 году прогнозирует, например, DNV GL.

Уже к 2030 году продажи электромобилей (годовые) должны вырасти в 18 раз, то есть должно продаваться более 55 млн электрических машин. А «в 2050 году автомобили по всему миру будут работать на электричестве или топливных элементах».

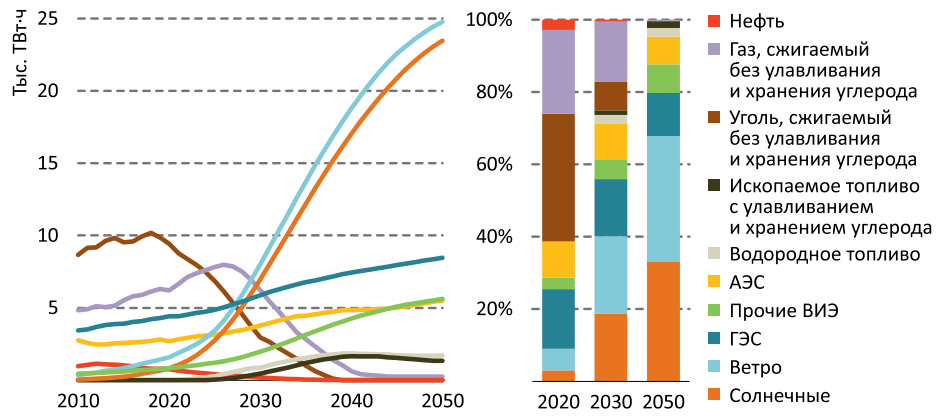
МЭА считает, что «на нашем пути к нулевому балансу выбросов нет необходимости в инвестициях в новые поставки ископаемого топлива. Помимо проектов, уже утвержденных на 2021 год, наш путь не требует новых нефтегазовых месторождений для разработки, и не требуется никаких новых угольных шахт или расширения действующих шахт». Это важное заявление, которое МЭА, насколько я помню, делает впервые.

А вот так сократятся доходы от нефти и газа в странах-производителях, если мир будет следовать составленному плану (см. диаграмму «Доход от продажи нефти и газа в странах-производителях при новой экономике с нулевыми выбросами»).

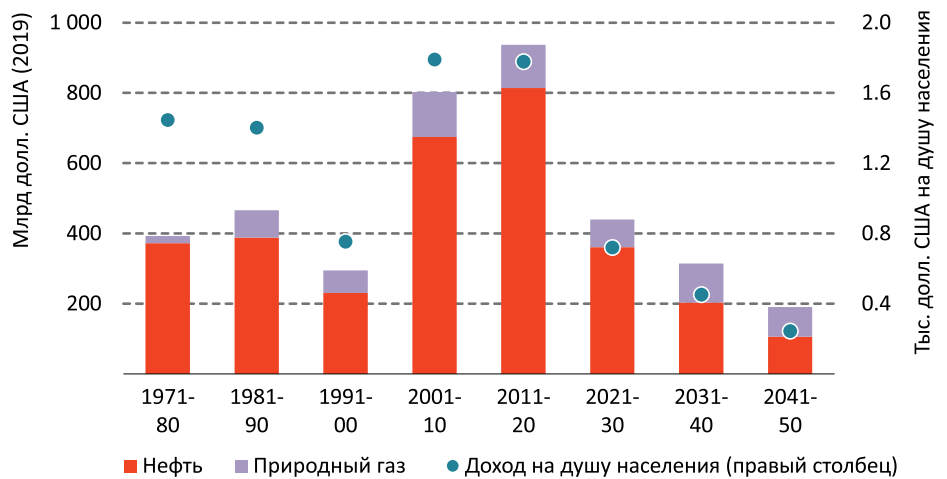
Агентство отмечает, что для глобального перехода к углеродной нейтральности потребуется также глобальное внедрение «углеродного налога». Россия наряду с Китаем, Бразилией и Южной Африкой отнесена к отдельной группе развивающихся стран, для которых рассчитанная МЭА величина углеродного налога составляет 45 долларов за тонну CO₂ в 2025 году, 90, 160 и 200 долларов в 2030, 2040, 2050 годах соответственно.

По расчетам МЭА уже к 2030 году потребуются увеличить объемы улавливания и хранения углерода более чем в 40 раз. Это выглядит сомнительно. Технология до сих пор находится на ранней стадии развития, несмотря на довольно продолжительную историю. В мире действуют буквально единичные объекты.

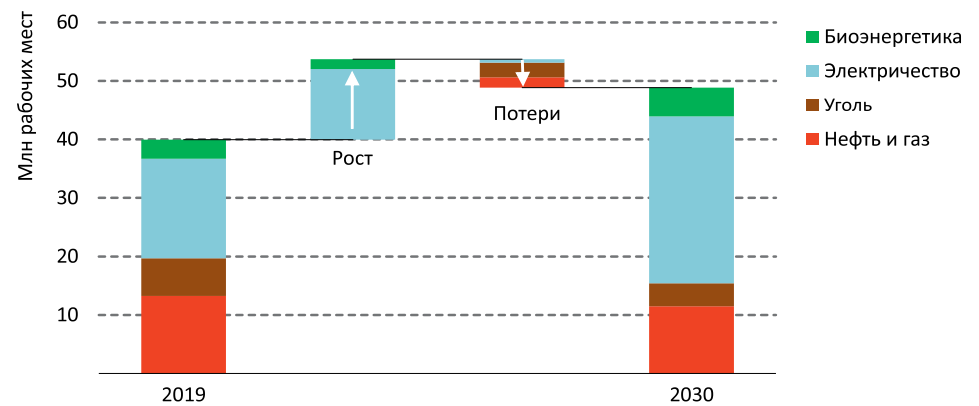
Что касается занятости, потеря рабочих мест в угольной и нефтегазовых отраслях



Производство электроэнергии в мире по источникам при новой экономике с нулевыми выбросами



Доход от продажи нефти и газа в странах-производителях при новой экономике с нулевыми выбросами



Занятость в мировом энергетическом секторе новой экономики с нулевыми выбросами, 2019–2030 гг.

более чем компенсируется секторами «новой энергетики». Почти девять миллионов дополнительных рабочих мест будет создано по всему миру уже к 2030 году (см. диаграмму «Занятость в мировом энергетическом секторе новой экономики с нулевыми выбросами, 2019–2030 гг.»).

Доклад МЭА – это не прогноз, а дорожная карта. Ее реализация, как мы понимаем,

зависит от многих обстоятельств. Тем не менее, сам факт публикации такого доклада «главным» мировым энергетическим агентством, которое всегда отличалось «умеренностью» своих оценок, уже является весомым политическим фактором, который будет стимулировать политических лидеров действовать определенным образом.

Владимир Сидорович, genep.ru

ПРОГНОЗ: ДО ВОЗВРАТА ТАМОЖЕННОЙ ПОШЛИНЫ В БЕЛАРУСЬ ВВЕЗУТ ЕЩЕ БОЛЕЕ ДВУХ ТЫСЯЧ ЭЛЕКТРОКАРОВ

До конца декабря у жителей нашей страны еще есть возможность купить электромобиль дешевле на 38%. С 1 января 2022 года придется вновь платить таможенную пошлину, которую в 2020 году обнулили для всех стран ЕАЭС. Этим обстоятельством и воспользовались белорусы. Автодилеры подтверждают: сейчас у нас такой же бум на ввоз электромобилей в страну, какой был в первый месяц отмены НДС и таможенной пошлины.



Значительный рост количества электромобилей

Обнуление пошлины для стран Таможенного союза было инициировано нашей страной. Предполагалось, что дополнительные льготы упростят ввоз электромобилей в Беларусь, увеличат их количество, а также стимулируют развитие сервиса и инфраструктуры. Эти меры и дали свои положительные результаты. Если в начале 2020 года количество электромобилей в Беларуси составляло около 400 единиц, то во втором полугодии их количество увеличилось до 1600. Белорусы открыли для себя не только европейские и американские аукционы, но также стали чаще возводить бюджетные китайские электрокары.

Стоит отметить, что вместе с обнулением таможенной пошлины в Беларуси был отменен НДС на ввозимые электромобили. Это позволило владельцам экономить до 38% от стоимости электромобиля. Нововведение вызвало ажиотаж, и только в первый месяц действия указа в Беларусь было ввезено больше 200 электромобилей.

Мнение водителя электромобиля

«Есть несколько причин, почему я выбрал электромобиль, – рассказывает Дмитрий Лещинский, предприниматель из Минска. – Во-первых, я посчитал, что стоимость электрокара ненамного превышает стоимость авто с ДВС, а с учетом того, что электромобиль гораздо экономичнее, выгода очевидна. Когда я пригнал электромобиль в июне прошлого года, в Беларуси еще были бесплатными зарядные станции. Но даже сейчас я ощущаю выгоду. Чтобы откататься на электромобиле целый день, я трачу около 5 рублей. Зарядки на эту сумму мне хватает, чтобы проехать около 70 километров. Во-вторых, я полагаю, что электротранспорт будет впредь только развиваться и вскоре для водителей экологических машин придумают дополнительные «плюшки» вроде бесплатного въезда в центр города, как это сделали уже во многих европейских странах. И в-третьих, в Беларуси нет проблем с зарядками. Я много езжу по стране и нигде не застревал из-за отсутствия станций ЭЭС».

Что ожидать после возврата таможенной пошлины?

Специалисты полагают, что несмотря на возврат таможенной пошлины интерес к электротранспорту в странах ЕАЭС не спадет. В Беларуси до 2025 года продолжит действовать указ, отменяющий НДС. Вместе с этим рассматривается возможность о продлении отмены пошлины также до 2025 года и ряд других стимулирующих мер.

Все это дает основания полагать, что уже к 2030 году проданные электромобили в Беларуси составят более 50% продаж личного легкового транспорта. При этом стоимость электромобиля будет снижаться в сравнении с авто с ДВС.

Развитие инфраструктуры в регионах

В Гомеле, а также в остальных областных центрах в 2022 году планируют запустить как минимум по два-три уникальных зарядных комплекса для электромобилей. Комплексы будут иметь по 6 зарядных станций – их установкой занимается сеть ЭЭС Malanka. В Гомеле комплексы появятся по следующим адресам: ул. Гагарина, 65; ул. Ильича, 333 и ул. Мазурова, 117.

Каждая станция будет иметь мощность 50 кВт, что позволит владельцам электромобилей пополнять заряд на 30–40 километров всего за 10 минут. Такие комплексы – ноу-хау белорусских разработчиков. На сегодняшний день подобные станции работают только в Минске.

Для установки электрочарядных комплексов в Malanka неспроста выбрали Гомель. Этот второй по численности город в стране, и потенциал развития в нем электромобильного движения огромен.

«По данным Белстата, в Гомеле на 1000 жителей приходится около 300 автомобилей. Если представить, что в ближайшем будущем хотя бы половина автомобилистов пересядет на электрокары, то установка электрочарядных комплексов сейчас как никогда актуальна. Комплексы позволяют одновременно заряжать несколько электромобилей в местах, где это необходимо. Приехав в город, водителям не нужно ждать, пока на парковке освободится единственный столбик зарядки, а можно быстро и без очереди пополнить заряд автомобиля всего за полчаса около гипермаркета или торгового центра», – объясняет начальник отдела эксплуатации зарядной инфраструктуры ПО «Белоруснефть» Максим Сусаренко.

Кроме этого, новая зарядная станция в Гомеле уже работает на АЗС №21 по ул. Докутович, 57а, а в ближайшие месяцы заработают станции ЭЭС по ул. Дубравной, 10 (3 станции мощностью 50 кВт), а также на АЗС №26 в поселке Красное и на АЗС №59, которая расположена на 285-м километре трассы М-5. ■

А.В. Никитенко, начальник управления перспективных энергетических технологий ПО «Белоруснефть»

В.А. Седнин,
д.т.н., профессор, заведующий
кафедрой «Промышленная
теплоэнергетика и теплотехника» БНТУ



А.В. Седнин, к.т.н., доцент, заведующий
научно-исследовательским центром
автоматизированных систем управления
в теплоэнергетике и промышленности БНТУ



ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация

В статье на основе анализа статистических данных состояния и существующих трендов в энергетике рассмотрены тенденции формирования и развития интеграционных процессов в сфере теплоснабжения Республики Беларусь.

Показано, что основываясь на мировом и отечественном опыте, необходимо разработать методологию формирования и функционирования сложных инфраструктурных энергетических систем с использованием интеллектуальных технологий на платформе интеграции отраслей энергетики, промышленности и коммунального хозяйства применительно к Республике Беларусь.

Annotation

In the article, based on the analysis of statistical data on the state and existing trends in the energy sector, tendencies in the formation and development of integration processes in the field of heat supply of the Republic of Belarus are considered.

It is shown that, based on world and domestic experience, it is necessary to develop a methodology for the formation and functioning of complex infrastructure energy systems using intelligent technologies on the platform of integration of energy, industry and utilities sectors in relation to the Republic of Belarus.

Введение

Прогнозы развития мирового сообщества показывают переориентацию нынешнего вектора развития в направлении создания общества, способного обеспечивать сохранение высокого уровня роста при одновременном внедрении принципов устойчивого развития на основе инновационных технологий, более устойчивых моделей производства и потребления, а также образа жизни в целом. При этом в глобальном масштабе на ближайшие десятилетия предполагается переход к новой низкоуглеродной энергетике. В рамках этой тенденции в сфере энергетики рассматриваются два основных тренда: цифровизация и интеграция.

Касаясь первого тренда, следует отметить, что созданию систем автоматизированного управления технологическими процессами (АСУ ТП) теплоснабжения на основе цифровых технологий (рис. 1) нами уделялось достаточно много внимания [1, 2]. И современное состояние решения проблемы цифровизации в этих рамках АСУ ТП лежит больше в осознании необходимости выполнения в первую очередь инновационных задач в части развития тех-



Рис. 1. Кадр панели операторской станции автоматизированной системы управления теплоснабжением Минских тепловых сетей

нологии теплоснабжения, так как состояние информационных технологий позволяет решать задачи любого уровня сложности при наличии соответствующего финансирования. Но сегодня на повестке дня – создание интеллектуальных энергетических систем, в которых потребители энергии становятся равноправными партнерами субъектов энергетики и приоб-

ретают статус «активных» потребителей. У теплоснабжающих организаций появляется необходимость развития новых моделей управления по динамической синхронизации режимов теплоснабжения с энергосистемой и активными потребителями тепловой энергии. Активное поведение потребителей является одним из основных условий достижения целевых показа-

телей интеллектуализации инфраструктуры городов с целью сокращения затрат, повышения надежности и качества предоставляемых населению коммунальных услуг.

Второй из указанных трендов предполагает создание интегрированной энерготехнологической метасистемы, объединяющей системы электро-, тепло-, холодо-, газоснабжения и коммунально-бытового сектора на интеллектуальной основе, которые обладают требуемой эффективностью, надежностью, управляемостью, гибкостью технологий преобразования, транспорта, хранения энергии и предполагают активного потребителя.

Очевидно, что общие мировые тренды развития предполагают специфику их реализации в виду специфики национальных систем энергетики, их свойств и условий их функционирования. В данной статье рассмотрены отдельные аспекты и технические решения, которые в большей степени касаются состояния интеграционных процессов в теплоэнергетике Республики Беларусь. При этом надо напомнить, что сами по себе вопросы интеграции не новы, но они решались в основном в рамках отдельных от-

раслей (объединенная энергетическая система) или систем (централизованные системы теплоснабжения больших городов), когда сегодня речь идет о межотраслевой интеграции в рамках городов и отдельных регионов, а также об интеграции интеллектуальных систем.

Таким образом, современный этап движения к низкоуглеродной энергетике делает актуальными исследования в области интеграционных процессов в части создания многоцелевых и комбинированных технологий при производстве и потреблении энергии, а также многовариантность в части использования первичных энергетических ресурсов. При этом данные исследования и последующую реализацию интеграционных подходов следует рассматривать как в стратегическом, и так в тактическом плане.

В частности, в рамках решения стратегических задач рассматривается водородная энергетика [3]. В данном случае основное внимание уделено обсуждению задач тактического плана, решения которых, с одной стороны, требует поэтапная стратегия перехода к новой низкоуглеродной энергетике, а с другой стороны – обстоятельства, сложившиеся в результате некоординированного развития экономики.

Часто кажется, что решения многих задач развития той или иной отрасли экономики лежат на поверхности и могут быть реализованы без особых дополнительных усилий. На самом деле это далеко не так. Важное место занимают психологические факторы восприятия инноваций профессиональным сообществом. Это кстати, хорошо проявилось в нашем опыте внедрения цифровых информационных технологий в теплоснабжении. Осознание необходимости внедрения многих решений приходило только через многие годы после того, как они предлагались и могли быть реализованы. Стремление упростить и удешевить внедряемые разработки приводило только к потере темпов развития, отставанию от других стран и, в конечном счете, перерасходу денежных средств.

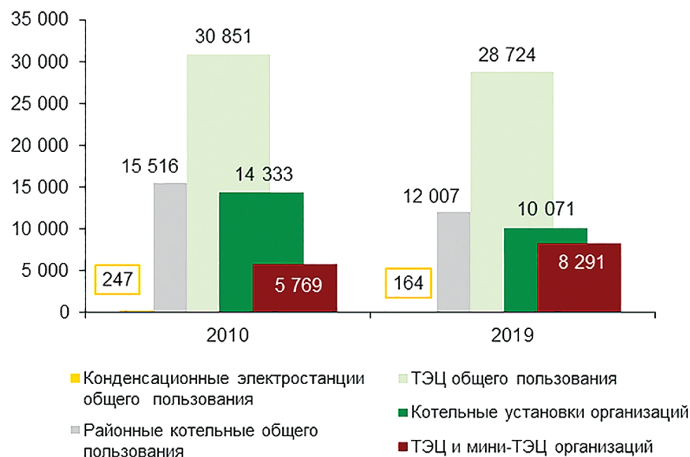


Рис. 2. Производство тепловой энергии по категориям теплопроизводителей (млн Гкал)

Основная часть

Для оценки состояния проблемы обратимся к статистике [4]. На рис. 2 представлены диаграммы, отражающие объемы производства тепловой энергии в Республике Беларусь по категориям энергопроизводителей в 2010 и 2019 годах, а на рис. 3 –

тренды теплотребления организациями и населением в последние пятнадцать лет. Из рис. 2 следует, что ТЭЦ и районными котельными общего пользования, которые являются теплоисточниками системы централизованного теплоснабжения городов, отпускается бо-

лее 60% тепловой энергии, а данные на рис. 3 показывают, что население потребляет около 40% тепловой энергии. При этом в рассматриваемый период замечено увеличение выработки тепловой энергии ТЭЦ и мини-ТЭЦ организаций при снижении выработки котельными установками организаций.

Следует также отметить, что тренд потребления тепловой энергии (рис. 4) показывает устойчивое снижение теплотребления за период с 2005 по 2015 годы, но начиная с 2016 года, пошел определенный его рост.

Основным топливным ресурсом в системах теплоснабжения остается органическое топливо, но при этом важно отметить, что идет неуклонный рост использования возобновляемых энергетических ресурсов (см. таблицу 1). В теплоснабжении это в основном древесное топливо в виде щепы. Возникает вопрос: каковы перспективы использо-



Рис. 3. Динамика конечного потребления тепловой энергии (млн Гкал)

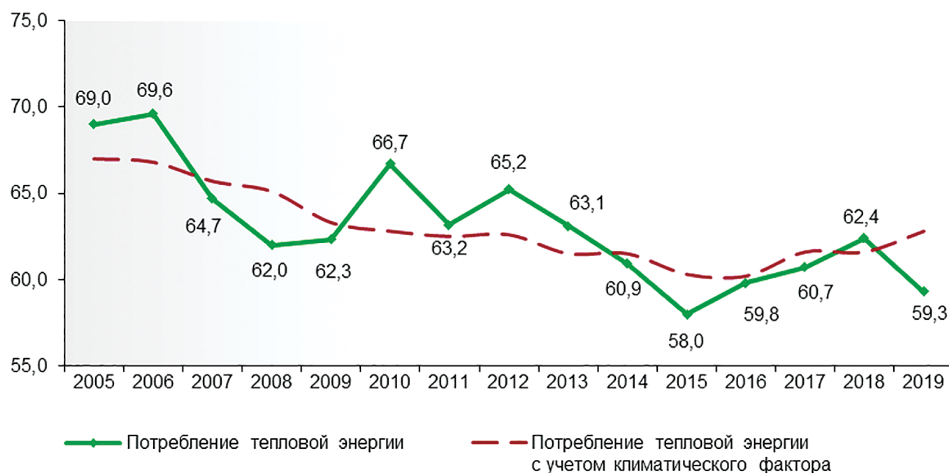


Рис. 4. Потребление тепловой энергии с учетом климатического фактора (млн Гкал)

Таблица 1. Потребление энергии из возобновляемых источников в Республике Беларусь [4]

Показатели	2010	2012	2013	2015	2017	2018	2019
Отношение объема производства (добычи) первичной энергии из ВИЭ к объему валового потребления ТЭР, %	5,4	5,1	5,5	5,6	6,2	6,2	7,1
Доля производства электрической энергии из ВИЭ в общем производстве электрической энергии, %	0,36	0,56	0,85	0,86	2,17	1,83	2,47
Доля производства тепловой энергии из ВИЭ в общем производстве тепловой энергии, %	6,1	7,0	7,3	8,5	8,8	9,1	10,6

вания возобновляемых источников энергии в энергетике Республики Беларусь?

Следует отметить, что сегодня возобновляемые источники энергии являются вторым по величине источником мирового производства электроэнергии. В 2015 году доля электрической энергии, произведенной из возобновляемых источников, оказалась выше произведенной традиционным способом на угольных станциях. Также в 2015 году впервые ввод новых мощностей ВИЭ в мире превысил вводимые мощности на основе традиционных источников.

Исторически на соотношение возобновляемых источников энергии и природного газа оказывали влияние различные факторы, в том числе погодные условия. Политика, отдающая предпочтение возобновляемым источникам энергии, а не ископаемым видам топлива, также способствовала повышению роли возобновляемых источников энергии в мировом производстве электроэнергии. Но возобновляемые источники энергии имеют свою особенность – это зависимость от слабopедсказуемых погодных условий, сезонная и суточная неравномерность, неуправляемая интенсивность исходных энергетических потоков и т.п. В целом указанные факторы сформировали понятие «переменные возобновляемые энергоресурсы» (ПВЭ), указывающее на проблемы их интеграции в объединенные энергетические системы.

Интеграция ПВЭ классифицируется в рамках различных этапов (исходя из существующей практики их насчитывают до шести), которые могут быть использованы для определения

приоритетов различных мер по поддержке гибкости системы, выявлению соответствующих проблем и осуществлению соответствующих мер по поддержке системной интеграции ПВЭ.

Напомним, под гибкостью энергосистемы понимают ее способность поддерживать непрерывное обслуживание потребителей энергии в периоды быстрых и больших колебаний спроса или предложения независимо от их причины. Гибкость всегда была важным требованием для энергосистем из-за необходимости планировать непредвиденные ситуации, такие как перебои в работе электростанций и линий электропередачи. Однако гибкость системы становится все более важной по мере увеличения доли генерации ПВЭ, и ее необходимо учитывать во всех временных областях: от операций в режиме реального времени до долгосрочного системного планирования.

Этап 1 интеграции ПВЭ в энергосистему охватывает очень ранние стадии, когда разворачивание ПВЭ (часто вырабатывающих не более нескольких процентов годового спроса на энергию) не оказывает непосредственного влияния на работу энергосистемы.

На этапе 2 возникают проблемы с гибкостью, но система способна справиться с ними с помощью незначительных оперативных модификаций.

Последующие этапы соответственно указывают на все большее влияние ПВЭ в определении следующих состояний системы:

- необходимость дополнительных инвестиций в гибкость;
- структурные излишки генерации ПВЭ, приводящие к сокращению выработки энергии;

– структурные дисбалансы в энергоснабжении в сезонные и межгодовые периоды, требующие отраслевой увязки и внедрения энергоаккумулирующих систем большого объема.

По отношению к ПВЭ можно считать, что наша энергосистема находится на втором этапе. Но

с позиции изменения структуры объединенной энергосистемы Республики Беларусь с вводом в эксплуатацию белорусской АЭС (см. рис. 5) мы переходим на последующие этапы решения проблемы гибкости. Принимая во внимание большой процент теплофикационных мощностей в структуре электрогенерирующих мощностей энергосистемы Беларуси, важно учитывать возможности интеграции электро- и теплоэнергетики, что напрямую связано с возможностями «электрификации» систем теплоснабжения.

Прогнозируемые структура и графики покрытия электрических нагрузок представлены на рис. 6 и 7 [5]. Даже без расширения применения ПВЭ хорошо видны проблемы, решение которых ▶

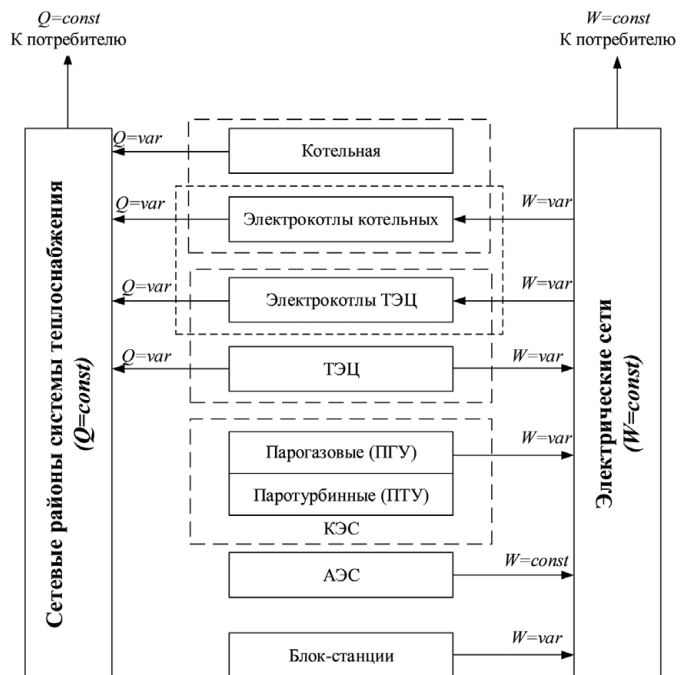


Рис. 5. Структура энергогенерирующих источников Беларуси после ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС: Q – тепловая энергия; W – электрическая энергия

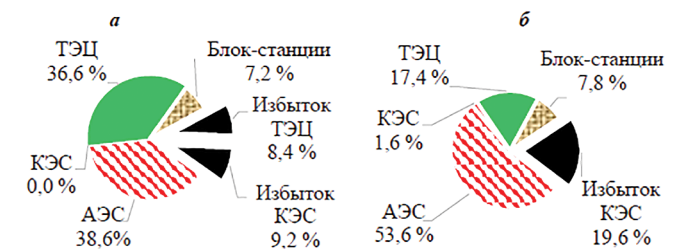


Рис. 6. Прогнозируемая структура востребованной мощности объединенной энергетической системы Беларуси после ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС: (а) в отопительный период и (б) в межотопительный период

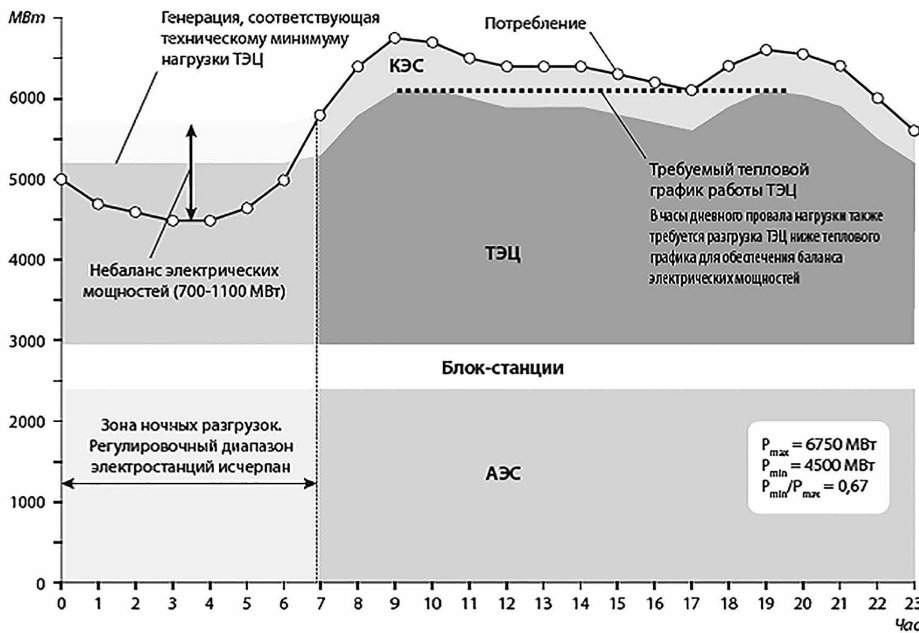


Рис. 7. Прогноз типовой графика покрытия электропотребления объединенной энергетической системы Беларуси после ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС в зимний рабочий день

должно обеспечиваться за счет гибкости энергосистемы. Поэтому дальнейшее развитие электрогенерирующих мощностей на возобновляемых энергоресурсах лимитируется. В то же время электропотребление может быть увеличено за счет «электрификации» систем теплоснабжения.

Пути совершенствования и развития систем централизованного теплоснабжения отражены в Концепции развития теплоснабжения Республики Беларусь на период до 2020 года, которая была принята в 2010 году, пересмотрена в 2017 году и в 2020 году дополнена и продлена до 2025 года. Согласно этому документу, стратегическими направлениями развития теплоснабжения являются:

- повышение эффективности и обеспечение постоянного развития систем теплоснабжения с применением современных технологий, использованием местных топливно-энергетических ресурсов, вторичных энергетических ресурсов и альтернативных источников энергии;
- надежное, экономичное и безопасное снабжение тепловой энергией организаций и населения республики;
- максимальное использование возможности комбинированной выработки тепловой и электрической энергии;
- соблюдение баланса экономических интересов энерго-

снабжающих организаций (поставщиков тепловой энергии) и потребителей;

- обеспечение экономической обоснованности инвестиционного капитала при государственном регулировании тарифов на тепловую энергию;
- создание оптимальной структуры управления процессами теплоснабжения;
- исключение посредников при поставке тепловой энергии потребителю;
- совершенствование нормативных правовых актов.

Среди наиболее характерных решений следует отметить два:

- применение многоставочных тарифов на централизованное теплоснабжение с учетом налогов на топливо в зависимости от его экологических свойств;
- распространение применения альтернативных природного газа и нефти топлив (горючие отходы, биомасса, солнечная энергия, геотермальная энергия, вторичные энергетические ресурсы промышленного производства и проч.).

Никто не оспаривает эффективность многоставочных тарифов, но никто и не пытается принять решение по их разработке и внедрению в практику. Применение даже двухставочных тарифов позволило бы определить реальные тепловые нагрузки и выровнять суточные гра-

фики. Но нас в данном случае больше интересуют перспективы применения альтернативных видов топлив, в состав которых включены горючие отходы и вторичные энергетические отходы. В данном случае налицо предпосылки для взаимной интеграции городских систем теплоснабжения с заводскими теплоэнергетическими системами [6] и организациями по переработке коммунально-бытовых отходов (мусора). И здесь в последние годы есть определенные подвижки, по крайней мере обсуждался проект строительства мусоросжигающего цеха на Минской ТЭЦ-4, рассматривается возможность строительства мусоросжигающих мощностей

на котельной ОАО «Витязь» с выдачей тепловой энергии в систему теплоснабжения г. Витебска. Очевидно, перспектива этих решений может лежать и в области строительства мусоросжигательных мини-заводов на районных котельных, когда происходит прямое замещение природного газа; меньше это касается балансировки графиков электрической нагрузки.

Вернемся к вопросу использования электроэнергии непосредственно в системах теплоснабжения. На практике возможно несколько вариантов технических решений: установка электронагревателей на теплоисточниках; установка электронагревательного оборудования у теплопотребителей (на тепловых пунктах или поквартирного); гибридные схемы теплоснабжения. В рамках реализованных и реализуемых мероприятий возможна установка электродкотлов на теплоисточниках (рис. 5) и внедрение поквартирной электрификации систем отопления и горячего водоснабжения.

На наш взгляд, в первую очередь необходимо использовать гибридные схемы теплоснабжения. На рис. 8 показан вариант с установкой электродкотлов на теплоисточнике и тепловых насосов у теплопотребителя. Более комплексным решением является применение на тепловых пунктах теплопотребителей электродкотлов, аккумуляторов теплоты и тепловых насосов на тепловых пунктах (рис. 9). При этом предполагается использование электродкотлов в ноч-

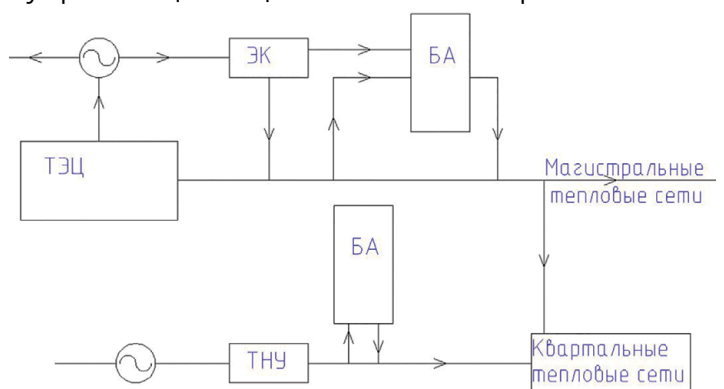


Рис. 8. Принципиальная схема интеграции электродкотлов (ЭК), аккумуляторов теплоты (БА), установленных на теплоисточнике (ТЭЦ), а также тепловых насосных установок (ТНУ) и аккумуляторов теплоты (БА) в квартальных тепловых сетях

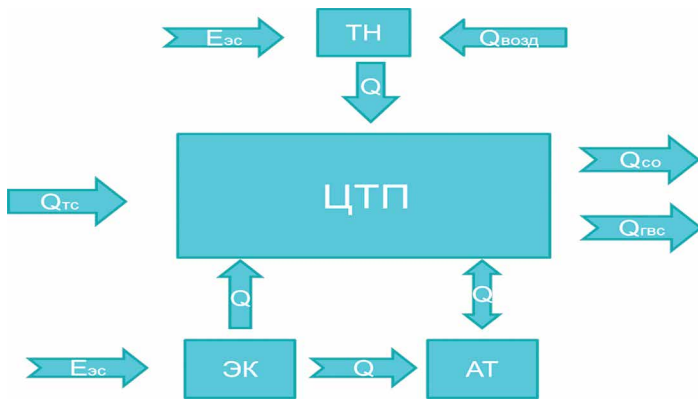


Рис. 9. Структура тепловых Q и электрических E потоков энергии на тепловом пункте (ЦТП) с размещением на них электродвигателей (ЭК), аккумуляторов теплоты (АТ) и тепловых насосов (ТН)

ное время в рамках допустимых мощностей трансформаторных подстанций электросетей, расположенных в городских микрорайонах. На рис. 10 представлен пример выравнивания суточного графика тепловой нагрузки горячего водоснабжения за счет использования ночного потребления электроэнергии на ЦТП.

Преимуществом модернизации тепловых пунктов с позиции адаптации их функциональности к условиям эксплуатации при наличии «свободной» электрической энергии является «недозагруженность» трансформаторных подстанций, обслуживающих жилые микрорайоны, в ночное время.

В качестве пилотного проекта и отработки технологии использования электронагрева на тепловом пункте был реализован вариант модернизации котельной по ул. Прилуцкая, 46а/2-2 УП «Минсккоммунтеплосеть», которая была реконструирована с переводом в режим центрального теплового пункта с подключением к тепловым сетям филиала «Минские тепловые сети» РУП «Минскэнерго».

В рамках проведенного технико-экономического анализа было установлено, что наиболее эффективным является установка электрогенерирующего и теплоаккумулирующего оборудования на тепловых пунктах для покрытия только горячего водоснабжения. Применение гибридных схем индивидуальных тепловых пунктов при новом строительстве и модернизация

индивидуальных тепловых пунктов существующих жилых домов является перспективным решением и характерным позитивным примером интеграции систем электроснабжения и теплоснабжения, позволяющим повысить эффективность и надежность энергоснабжения коммунально-жилищного сектора. Таким образом, предложен наиболее эффективный вариант для загрузки энергосистемы в ночное время.

Выводы

На примере теплоснабжения показано, что в Беларуси имеются все условия для создания интегрированных интеллектуальных энергетических систем как единых технологических комплексов с общей системой управления их режимами и при согласованном их развитии. Технологическая интеграция прежде всего систем

электро-, тепло-, холо-, газо- и водоснабжения и утилизации органических отходов на городском и региональном уровне должна достигаться не только благодаря традиционным факторам интеграции на уровне объектов производства энергии, но и путем расширения набора альтернативных технологий использования разных видов энергоресурсов у потребителей, активизации поведения потребителей в сфере производства и хранения энергии и развития систем распределенной генерации энергии.

Развитие в стране республиканской системы оптоволоконной связи позволяет создавать информационно-коммуникационные системы с глубокой интеграцией энерготехнологических комплексов, на которые можно возложить решение задач по мониторингу, передаче, обработке, анализу информации и управлению режимами энергопотребления на верхнем уровне. Их использование может значительно облегчить реализацию платформы «активных» интеллектуальных систем энергоснабжения с опциями реконфигурации структуры по критерию оптимизации режимов производства и потребления энергии, а также автоматического восстановления энергоснабжения при аварийных ситуациях.

Основываясь на мировом и отечественном опыте, должна быть разработана методология формирования и функционирования сложных инфраструктурных систем на инновационной

основе с использованием интеллектуальных технологий на платформе интеграции смежных отраслей энергетики, промышленности и коммунального хозяйства применительно к Республике Беларусь.

Литература

1. Седнин, В.А. Теория и практика создания автоматизированных систем управления теплоснабжением. – Минск: БНТУ, 2005. – 192 с.
2. Седнин, В.А. Реконструкция теплоисточников филиала «Минские тепловые сети» РУП «Минскэнерго» // В.А. Седнин, А.В. Седнин / Энергетическая стратегия. – 2020. – №6. – С. 13–21.
3. Седнин, В.А. Место водорода в современных энерготехнологических метасистемах. Часть 2. Водород в интегрированной энергосистеме / В.А. Седнин, А.А. Абрамовский // Энергоэффективность. – 2020. – №11. – С. 16–22.
4. Производство тепловой энергии по категориям энергопроизводителей [Электронный ресурс]: Белстат. Официальная статистика. Энергетика. Графический материал (графики, диаграммы). – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/graficheskii-material-grafiki-diagrammy/proizvodstvo-teplovoy-energii-po-kategoriyam-proizvoditelei/> – Дата доступа 31.05.2021.
5. Бобич, А.А. Комплекс энергосберегающих мероприятий на ТЭЦ при адаптации к условиям работы энергосистемы с вводом белорусской АЭС / Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Минск: БНТУ, 2018. – 32 с.
6. Хрусталева, Б.М. К вопросу развития энергообеспечения промышленных теплотехнологий и систем теплоснабжения в Беларуси. Взгляд в ближайшее будущее и обозримую перспективу / Б.М. Хрусталева, В.Н. Романюк, В.А. Седнин и др. // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2014. – №6. – С. 31–47. ■

Статья поступила в редакцию 7.06.2021

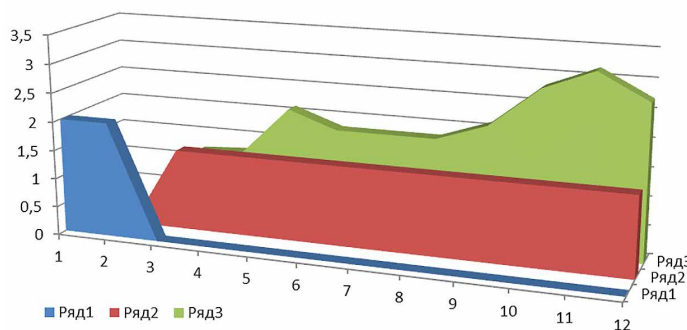


Рис. 10. Динамика изменения нагрузки при использовании электродвигателей и аккумуляторов теплоты на ЦТП: ряд 1 – энергия ночного накопления за счет использования электроэнергии; ряд 2 – дневная нагрузка теплоисточника; ряд 3 – нагрузка системы горячего водоснабжения

И.И. Дуль, |
РУП «Белэнергосетьпроект» |



СТАНЦИИ ДЛЯ ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ КАК ЭЛЕМЕНТ АКТИВНОЙ НАГРУЗКИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Аннотация

В статье последовательно рассмотрены три концептуальных модели подключения электромобилей к сети энергосистемы с описанием технических особенностей. Показана модель зарядки электромобилей по принципам традиционной нагрузки, а также рассмотрена модель применения батареи электромобилей в качестве системного накопителя электроэнергии. В качестве наиболее оптимальной показана модель организации зарядной инфраструктуры электромобилей по принципам активной нагрузки энергосистемы. Приведено обоснование наиболее оптимальной концепции, а также показаны ключевые условия, при которых модели являются оптимальными.

Ключевые слова: станции для зарядки, электромобили, зарядная инфраструктура, хранение электроэнергии, энергетическая трансформация, активная нагрузка.



Annotation

I.I. Dul, RUE «Belenergoetproect»

STATIONS FOR CHARGING ELECTRIC CARS AS AN ELEMENT OF ACTIVE LOADING OF THE POWER SYSTEM

The article sequentially considers three conceptual models for connecting electric vehicles to the power grid with a description of the technical features. A model of charging electric vehicles according to the principles of traditional loading is considered, and also a model of using an electric vehicle battery as a system storage of electricity is considered. The model for organizing the charging infrastructure of electric vehicles according to the principles of the power system active load is shown as the most optimal. The substantiation of the most optimal concept is given, as well as the key conditions under which the models are optimal are shown.

Key words: *charging stations, electric vehicles, charging infrastructure, electricity storage, energy transformation, active load.*

Введение

Очевидно, что количество электромобилей в последние годы постоянно растет. Как показано в [1], процесс роста количества электромобилей наиболее точно следует описывать при помощи экспоненциальных кривых, стремительность роста которых контринтуитивна. Таким образом, сегодняшний житель города может сильно удивиться тому, насколько быстро количество электромобилей в городах возрастет за ближайшие 5–10 лет.

Совместно с ростом количества электромобилей возрастает и нагрузка на сеть энергосистемы – тем самым прямо у нас на глазах формируется новый рынок потребителей электроэнергии.

Для наглядности ниже приведена оценка потенциального максимального объема электроэнергии формируемого рынка электроэнергии.

В настоящее время в Республике Беларусь количество автомобилей приблизительно равно $N_{авт.РБ} = 3\ 600\ 000$ шт [2].

В соответствии со статистикой в Беларуси средний пробег легкового автомобиля составляет 17 200 км в год [3]. По данным статистики исследовательской организации «RAC Foundation» за 28 апреля 2020 г., расстояния, которые автомобили и электромобили проезжают в среднем за год, сопоставимы и приведены в таблице 1.

В таблице 1 приведены данные по среднему расходу электроэнергии на 100 км пробега в смешанном цикле (город/трасса) согласно [4]. Таким образом, в случае, если в Беларуси весь парк легковых

Таблица 1. Статистические данные по электромобилям

Марка	Среднегодовой пробег, км/год	Средний расход электроэнергии, кВт·ч/100 км	Потребление электроэнергии за год, кВт·ч/год
Nissan Leaf	13 263	18.9	2 507
Tesla Model S	19 943	19.5	3 769

автомобилей будет состоять из электромобилей, для их зарядки с КПД зарядных станций 90% потребуется объем электроэнергии от 10 028 200 000 кВт·ч/год до 15 076 000 000 кВт·ч/год.

Для сравнения, согласно данным ГПО «Белэнерго» [5], потребление электроэнергии в Республике Беларусь в 2020 г. составило 38,02 млрд кВт·ч.

Таким образом, по оценке потенциальный максимальный объем формируемого электромобилями рынка может составить от 26% до 40% существующего энергопотребления в Республике Беларусь.

Стремительное увеличение количества электромобилей с развитием соответствующей зарядной инфраструктуры существенным образом повлияет на энергосистему. Поэтому энергетикам следует понимать возможные концептуальные модели подключения и взаимодействия электромобилей с сетью энергосистемы.

Концептуальные модели подключения электромобилей к сети энергосистемы

Электромобиль отличается от традиционных потребителей электроэнергии наличием батареи, которая выполняет функции накопителя электроэнергии. Интеграцию инфраструктуры для зарядки электромобилей в энергосистему рационально выполнять с учетом указанной особенности.

Ниже последовательно рассмотрены три концептуальных модели подключения электромобилей к сети энергосистемы:

– **модель 1.** Зарядка электромобилей по принципам традиционной нагрузки;

– **модель 2.** Применение батареи электромобилей в качестве системного накопителя электроэнергии;

– **модель 3.** Организация зарядной инфраструктуры электромобилей по принципам активной нагрузки энергосистемы.

Модель 1. Зарядка электромобилей по принципам традиционной нагрузки

Подключение зарядных станций по концептуальной модели, аналогичной подключению традиционной нагрузки (рисунок 1), потребует существенной реконструкции распределительных сетей.

Реконструкция сетей потребуется для увеличения пропускной способности вплоть до ее удвоения при полном замещении традиционных автомобилей.

Увеличение пропускной способности распределительной сети в условиях уплотненной городской застройки чрезвычайно дорого в связи с наличием существующих коммуникаций.

Модель 2. Применение батареи электромобилей в качестве системного накопителя электроэнергии

В качестве альтернативы подключения электромобилей к сети энергосистемы по концепции традиционной нагрузки повсеместно предлагается концепция заряда/разряда батареи электромобиля ▶

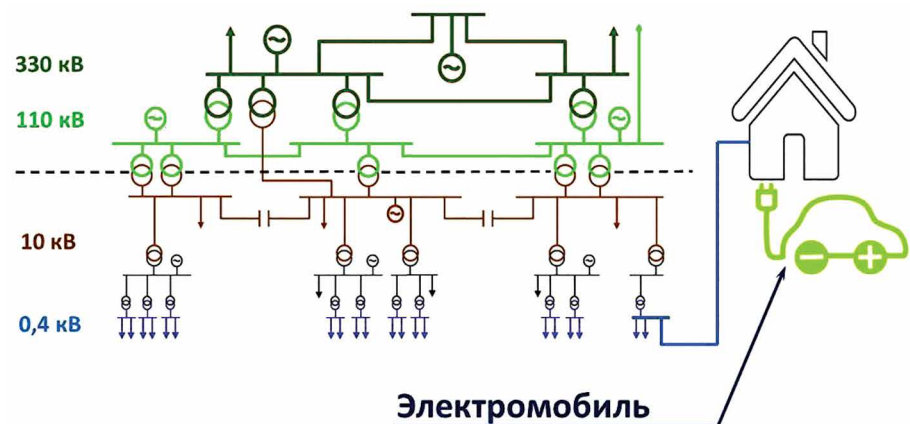


Рис. 1. Упрощенная схема подключения электромобилей к сети энергосистемы

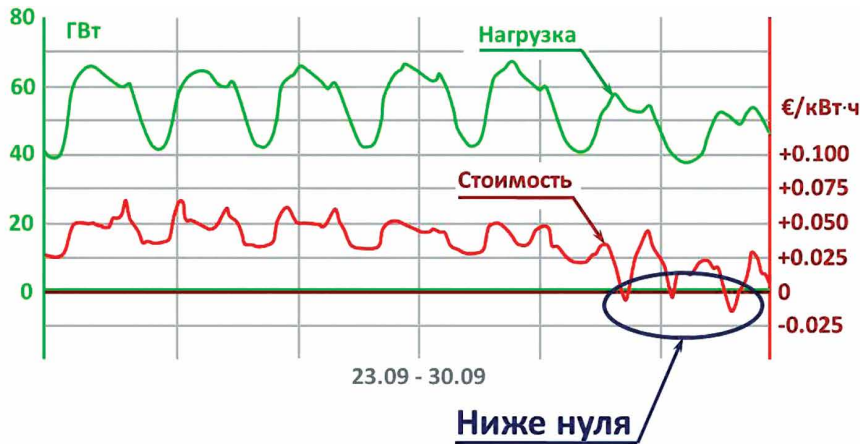


Рис. 2. Пример графика стоимости электроэнергии на оптовом рынке между системными операторами в энергосистеме Германии

с использованием батарей электромобилей в качестве системного накопителя, например для целей балансирования и сглаживания графика нагрузки энергосистемы.

Для наглядной демонстрации необходимости сглаживания графика нагрузки энергосистемы на рисунке 2 приведен график стоимости электроэнергии на оптовом рынке, поделенном между системными операторами в энергосистеме Германии [6].

На графике (рисунок 2) видно, что стоимость электроэнергии снижается при снижении нагрузки и в некоторые моменты может достигать отрицательных значений. Отрицательные значения стоимости означают, что производитель электроэнергии готов доплачивать участнику рынка за потребление электроэнергии. В свою очередь снижение стоимости электроэнергии при снижении нагрузки обусловлено техническими ограничениями высокоэффективных энергоблоков на работу с нагрузкой менее 40...60% от номинальной мощности.

Таким образом, для энергосистемы очень важен более сглаженный график нагрузки.

Однако, модель применения батарей электромобилей в качестве системного накопителя электроэнергии имеет существенное техническое ограничение, обусловленное допустимым количеством циклов заряда/разряда батареи.

На рисунке 3 показано сравнение стоимости компонентов электромобиля и традиционного автомобиля [7]. Как можно убедиться, стоимость электромобиля выше стоимости традиционного автомобиля как раз по причине высокой стоимости батареи.

В настоящее время стоимость батареи электромобиля составляет порядка 200 €/кВт·ч [8], а допустимое количество циклов заряда/разряда – порядка 1500 циклов [9].

Таким образом, можно оценить, что даже при разнице в стоимости покупаемой

и продаваемой электроэнергии на уровне 0.10 €/кВт·ч в настоящее время использование батареи электромобиля для этих целей является не окупаемой моделью (рисунок 4).

Принимая во внимание ежегодное снижение стоимости батареи электромобилей (рисунок 4), данная концепция может стать привлекательной только через 5–10 лет.

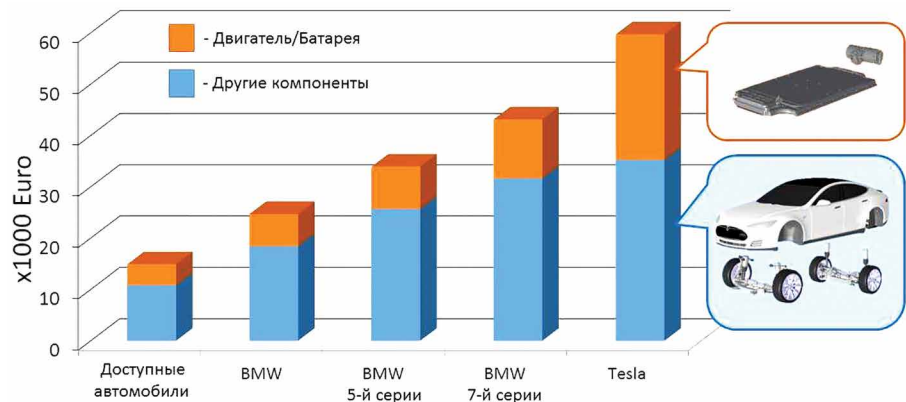


Рис. 3. Сравнение стоимости компонентов электромобиля и традиционного автомобиля

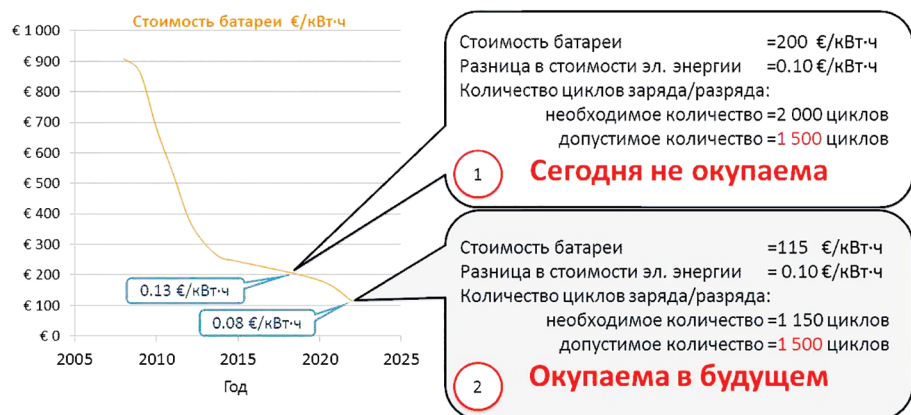


Рис. 4. График изменения стоимости батареи для электромобилей

Модель 3. Организация зарядной инфраструктуры электромобилей по принципам активной нагрузки энергосистемы

С одной стороны концепция разряда батареи электромобиля в сеть энергосистемы в настоящее время является малопривлекательной, а с другой стороны сглаживание графика нагрузки для энергосистемы очень важно. Поэтому управление моментом начала и окончания зарядки электромобилей даст привлекательную для энергосистемы возможность, которую целесообразно предусмотреть в зарядной инфраструктуре. К тому же управление моментом начала и окончания зарядки электромобилей является простым вариантом активной управляемой нагрузки.

На рисунке 5 приведен пример формы суточного графика нагрузки для жилого дома. Как можно увидеть на графике, традиционно максимум нагрузки жилого дома приходится на вечернее время и для приведенного примера приходится на 22:00. А минимум нагрузки приходится на 4:00 и при этом составляет всего 20% от максимальной нагрузки. Также следует отметить, что автомобили в большинстве случаев на-

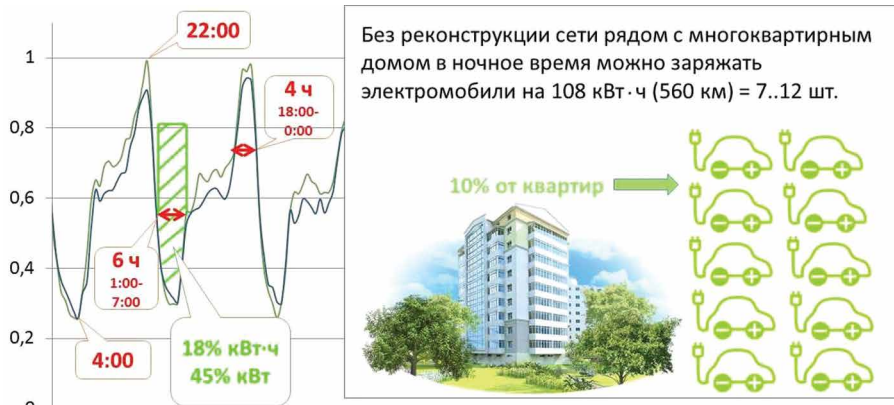


Рис. 5. Форма суточных графиков нагрузки для жилого дома с оценкой возможности подключения электромобилей к сети без ее существенной реконструкции

ходятся на парковке рядом с домом с 19:00 до 7:00.

Таким образом, для графика, приведенного на рисунке 5, имеется возможность сгладить нагрузку с помощью управления моментом начала и окончания зарядки электромобилей.

Согласно статистике, приведенной в таблице 1, в среднем для восполнения заряда батареи электромобиль необходимо зарядить на 7,63–11,4 кВт·ч в сутки с учетом КПД зарядной станции 90%. Учитывая, что для приведенного графика зарядка электромобиля может осуществляться на протяжении как минимум 4 часов, мощность зарядных станций может быть всего около 3,5 кВт.

Как показано на рисунке 5, рядом с традиционным многоквартирным жилым домом на 100 квартир на зарядку электромобилей в вечернее и ночное время дополнительно может быть реализовано порядка 108 кВт·ч. Такого объема электроэнергии достаточно для зарядки 7..12 электромобилей, при этом реконструкции сетей не потребуются.

Другими словами, примерно 10% квартир в доме смогут заряжать электромобиль рядом с домом на зарядных станциях, подключение которых не требует реконструкции существующих электрических сетей, однако момент начала и окончания зарядки должен зависеть от графика нагрузки дома.

С точки зрения пользователя электромобиля не имеет значения, в какие именно моменты времени начиналась/прекращалась зарядка. Главное, чтобы соблюдались следующие условия: электромобиль должен быть заряжен как минимум на запрашиваемый или ожидаемый объем электроэнергии к заранее определенному пользователем моменту времени; процесс зарядки должен быть привлекателен и удобен для пользователя.

Таким образом, суть предлагаемой концепции заключается в наличии некоторого массива электромобилей, подключенных к сети энергосистемы. Момент начала и окончания зарядки каждой из этих машин подбирается умной системой в зависимости от графика нагрузки, формируя тем самым управляемую регулируемую нагрузку с целью сглаживания графика нагрузки.

Первым шагом развития данной модели может быть установка маломощных зарядных станций непосредственно на парковках рядом с многоквартирными домами, однако мощность данных зарядных станций целесообразно управлять по времени в зависимости от графика нагрузки. Причем на первом шаге имеется возможность подключить значительный объем растущего парка электромобилей.

С учетом данных [2] на 1000 жителей Беларуси приходится 320 автомобилей. Предположив, что в квартире в среднем проживает 3 человека, делаем вывод, что рядом с многоквартирным домом на 100 квартир в среднем припарковано 96 личных транспортных средств и от 7 до 12 из них могут быть электромобилями, подключенными к зарядке по предлагаемой концепции на первом шаге ее развития без значимой реконструкции существующих распределительных сетей. По грубой оценке, таким образом можно подключить на зарядку электромобилей до 10% от существующего парка личных транспортных средств, или

$$0.1 \cdot N_{\text{авт.РБ}} = 0.1 \cdot 3\,600\,000 = 360\,000 \text{ шт.}$$

Следующим шагом может быть разработка более универсальной модели гибкого

управления моментом начала и окончания зарядки электромобилей, централизованно управляемой посредством интернет-технологий некоторой умной цифровой платформой.

Анализ инвестиционной привлекательности данной модели показывает, что концепция централизованной цифровой платформы является окупаемой даже при скидке на электроэнергию от энергосистемы, равной 0.02 €/кВт·ч. При этом пользователей удастся привлечь делегировать управление моментом начала/окончания зарядки цифровой платформе посредством кэшбэка, или «бесплатных кВт·ч», возвращаемых системой. Данная цифровая платформа может объединять электромобили, заряжаемые различными зарядными станциями, даже индивидуальными.

Однако, важными условиями для успешного функционирования данной платформы является количество одновременно подключенных электромобилей и скидка на тариф на электроэнергию (или его гибкость). По предварительной оценке минимальное количество одновременно подключенных электромобилей должно составлять порядка 70 тысяч. Таким образом, следующий шаг может быть реализован при количестве электромобилей более 2% от существующего личного автопарка.

Заключение

В статье последовательно рассмотрены три концептуальных модели

подключения электромобилей к сети энергосистемы:

Модель 1. Зарядка электромобилей по принципам традиционной нагрузки. Данная модель жизнеспособна, однако требует существенной дорогостоящей реконструкции существующих распределительных сетей.

Модель 2. Применение батареи электромобилей в качестве системного накопителя электроэнергии. Данная модель не реализуема по причине ограниченного количества циклов заряда/разряда батареи электромобиля и ее текущей высокой стоимости. Модель может стать интересной через 5–10 лет по мере снижения стоимости батареи.

Модель 3. Организация зарядной инфраструктуры электромобилей по принципам активной нагрузки энергосистемы. Данная модель является наиболее оптимальной и может быть реализована без существенной реконструкции существующих распределительных сетей. В статье показаны возможные шаги ее развития. ►

Литература

1. CAGR как проклятие специалистов, или Ошибки прогнозирования экспоненциальных процессов [Электронный ресурс] / Хабр, 8 октября 2019 г. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/470215/>. – Дата доступа: 06.06.2021.

2. В Беларуси на 1000 жителей приходится 320 авто. А как у соседей? [Электронный ресурс] / auto.tut.by, 9 апреля 2019 г. – Режим доступа: <https://auto.tut.by/news/road/633070.html>. – Дата доступа: 24.02.2020.

3. Подсчитано, сколько в год проезжают белорусские автолюбители. Меньше всех накачивают владельцы LADA [Электронный ресурс] / auto.tut.by, 31 июля 2019 г. – Режим доступа: <https://auto.tut.by/news/road/647660.html>. – Дата доступа: 26.05.2020.

4. Как далеко на самом деле можно уехать на электромобиле? [Электронный ресурс] / ru.motor1, 04 декабря 2018 г. – Режим доступа: <https://ru.motor1.com/reviews/282595/kak-daleko-na-samom-dele-mozhno-uekhat-na-elektromobile/>. – Дата доступа: 26.05.2020.

5. Основные показатели ГПО «Белэнерго» [Электронный ресурс] / energo.by, 2020 г. – Режим доступа: <https://www.energo.by/content/deyatelnost-obedineniya/osnovnyye-pokazateli/>. – Дата доступа: 06.06.2021.

6. Electricity production and spot prices in Germany [Electronic resource] / Energy-Charts. – Mode of access: https://energy-charts.info/charts/price_spot_market/chart.htm?l=en&c=DE. – Date of access: 07.04.2021.

7. Electric vehicle adoption and its impact on 2035 German power demand, Tom Groeneweg, Master thesis / Utrecht University, Energy Science, 30 June 2016.

8. Electric mobility. Status, prospects and impacts on fuel economy, Marine Gorner [Electronic resource] / International Energy Agency, 10 June 2016. – Mode of access: <https://www.globalfuelconomy.org/media/390926/lew-fulton.pdf>. – Date of access: 07.06.2021.

9. How to Prolong Lithium-based Batteries [Electronic resource] / Battery University. – Mode of access: https://batteryuniversity.com/learn/article/how_to_prolong_lithium_based_batteries. – Date of access: 07.06.2021. ■

Статья поступила в редакцию 8.06.2021

■ **Возобновляемая энергетика**

Международное энергетическое агентство ожидает в 2021 и 2022 годах рекордного роста солнечной энергетики

Международное энергетическое агентство (МЭА) выпустило небольшой доклад о развитии ВИЭ в 2020 году, содержащий также краткосрочный прогноз.

Агентство сообщает, что в 2020 году в мире были введены в строй рекордные 280 ГВт мощностей возобновляемой энергетики. Их рост по отношению к 2019 году составил 45%, что стало самым высоким годовым темпом с 1999 года, но тогда, следует подчеркнуть, развитие шло с низкой базы.

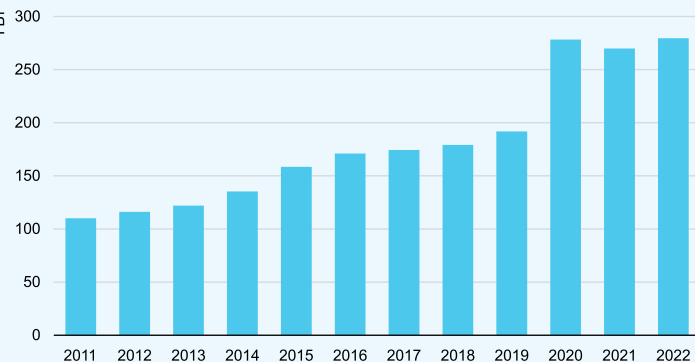
Данные МЭА о вводе мощностей ВИЭ в 2020 году на 20 ГВт превышают показатель, опубликованный Международным агентством по возобновляемой энергетике (IRENA). Такое быва-

ет – разные базы данных, разные методики подсчета.

Примечательно, что еще в конце 2020 года МЭА прогнозировало, что ВИЭ вырастут «всего» на 200 ГВт.

Новый рекорд достигнут благодаря солнечной и ветровой энергетике, которые выросли на 135 ГВт и 114 ГВт соответственно. Несмотря на COVID, оба сектора продемонстрировали рекордные темпы роста. Рост ветроэнергетики был вообще невероятным – построили примерно в два раза больше, чем в 2019 году – благодаря Китаю.

Такие объемы новых вводов мощностей будут, как говорит МЭА, «новой нормальностью», и в 2021–2022 гг. на ВИЭ будет приходиться 90% новых гене-



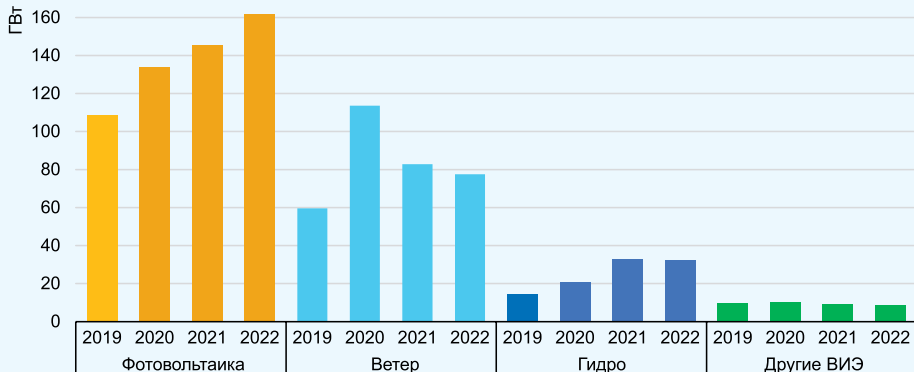
рирующих мощностей в мире. В 2021 году Агентство ожидает 270 ГВт новых мощностей ВИЭ, а в 2020 году – 280 ГВт.

Конечно, ветроэнергетика не сможет повторить результат 2020 года, тем не менее, объемы

строительства новых мощностей в 2021–2022 гг. будут на 50% выше среднего показателя 2017–2019 гг. А вот солнечная фотоэлектрическая энергетика, самый быстрорастущий сегмент мировой электроэнергетики, будет расти все быстрее и быстрее. На 2021 год МЭА прогнозирует ее прирост в количестве 145 ГВт, а на 2022 год – 162 ГВт. Помните, что Агентство теперь называет солнечную энергетiku «новым королем электроэнергетики»?

Следует отметить, что и гидроэнергетика, как прогнозируется, вырастет больше, чем в предыдущие годы – примерно на 35 ГВт и в 2021, и в 2022 году – благодаря вводу в строй мегапроектов в Китае. ■

Владимир Сидорович, renen.ru



Чистый прирост возобновляемых мощностей по видам ВИЭ, 2020–2022 гг.

Внимание!

Изменение цен



Только
июнь, июль, август

скидка

20%

**за любой объем
и формат размещения
в журнале «Энергоэффективность»**

Звоните!

+ 375 17 350 56 91



Тема номера

Гибкость энергосистем как фактор интеграции в них возобновляемых источников энергии

с. 10–15, 23–32