

ЭНЕРГО



ЭФФЕКТИВНОСТЬ

БИОГАЗОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА –

**ОДНО ИЗ НАИБОЛЕЕ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ
НАПРАВЛЕНИЙ
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ В БЕЛАРУСИ**

Дополнены Методические
рекомендации
по составлению ТЭО

Стр. 3

Биогазовые комплексы
и биомасса: исследование
и комментарии

Стр. 4, 18

Первый на Витебщине
полностью электрифици-
рованный дом

Стр. 24

Студенты БНТУ –
в финале
VII чемпионата «CASE-IN»

Стр. 26

Научно-практический журнал



ЭНЕРГО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

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



**Идет
подписка
на 2-е полугодие
2019 года**

- ▶ в редакции по тел./факсу:
(+375 17) 348 82 61
или e-mail: uvc2003@mail.ru
- ▶ на сайте www.bies.by

подписной индекс

7 5 0 9 9 2



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

№6 (260) июнь 2019 г.

Учредители:

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

Редакция:

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

Редакционный совет:

Л.В.Шенец, к.т.н., директор Департамента энергетики Евразийской экономической комиссии, главный редактор, председатель редакционного совета
В.А.Бородуля, д.т.н., профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, зам. председателя редакционного совета
В.Г.Баштовой, д.ф.-м.н., профессор кафедры ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии» БНТУ
А.В.Вавилов, д.т.н., профессор, иностранный член РААСН, зав. кафедрой «Строительные и дорожные машины» БНТУ
С.П.Кундас, д.т.н., профессор кафедры теплоснабжения и вентиляции БНТУ
И.И.Литшван, д.т.н., профессор, академик, главный научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси
А.А.Михалевич, д.т.н., академик, зам. Академика-секретаря Отделения физико-технических наук, научный руководитель Института энергетики НАН Беларуси
А.Ф.Молочко, зав. отделом общей энергетики РУП «БЕЛТЭИ»
Ф.И.Молочко, к.т.н., гл. специалист отдела 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 теплотехники и теплотехники БНТУ

Издатель:

РУП «Белинвестэнергосбережение»

Адрес редакции: 220037, г. Минск, ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н.
Тел./факс: (017) 348-82-61
E-mail: uvic2003@mail.ru
Цена свободная.

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

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

© «Энергоэффективность»

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

Формат 62х94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная. Подписано в печать 20.06.2019. Заказ 2776. Тираж 1037 экз.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Официально

1 ПРИГЛАШАЕМ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ К УЧАСТИЮ В КОНКУРСНЫХ ТОРГАХ

3 ДОПОЛНЕНЫ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБОСНОВАНИЙ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Евразийская экономическая комиссия

2 ГЛАВАМИ ГОСУДАРСТВ ЕАЭС ПОДПИСАН МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДОГОВОР ОБ ОБЩЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ РЫНКЕ

Вопрос – ответ

3 О НЕОБХОДИМОСТИ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ТЭР ОБЩЕЖИТИЯМИ, НАХОДЯЩИМИСЯ НА БАЛАНСЕ ОРГАНИЗАЦИЙ В.В. Мамонтов

Биоэнергетика

4 БИОГАЗ И БИОМАССА: ПОСЛЕДНИЕ ТРЕНДЫ В БИОЭНЕРГЕТИКЕ ЕС ООО «Межрегиональная энергетическая компания»

Международное сотрудничество

8 БЕЛАРУСЬ ИЗУЧАЕТ ОПЫТ ШВЕЦИИ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

10 ДНИ ЭНЕРГИИ В БЕЛУСКИХ ГОРОДАХ ПРОХОДЯТ ВЕСЬ ИЮНЬ МОО «Экопартнерство», фонд «Интеракция»

11 ВТОРАЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ВСТРЕЧА 27-ГО ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФОРУМА ОБСЕ

Теплоэнергетика

12 ЛЕГЕНДЫ И МИФЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ ООО «ИнвестэнергоГрупп»

Возобновляемая энергетика

14 «ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ: ДОРОЖНАЯ КАРТА ДО 2050 ГОДА»: ГЛУБОКАЯ ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ НА ОСНОВЕ ВИЭ Владимир Сидорович, repen.ru

16 В 2018 ГОДУ В МИРЕ БЫЛ ВВЕДЕН В ЭКСПЛУАТАЦИЮ 171 ГВТ ВИЭ-ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ Владимир Сидорович, repen.ru

Энергосмесь

17, 23 ЯПОНЦЫ СОЗДАЛИ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ АККУМУЛЯТОР и другие новости

Биогазовые комплексы в АПК

18 ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ФИНАНСОВОЙ КОРПОРАЦИЕЙ БИОГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ А.В. Чернышев, МФК

22 КОММЕНТАРИИ ЭКСПЕРТОВ Н.Ф. КАПУСТИНА, А.Е. БЕРНАЦКОГО

Вести из регионов

24 УЧАСТНИКАМ КОНФЕРЕНЦИИ ПРЕДСТАВЛЕН ПЕРВЫЙ НА ВИТЕБЩИНЕ ПОЛНОСТЬЮ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЙ ДОМ Ж.В. Сверчкова, Л.Е. Стульбо

25 АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ КОТЕЛЬНАЯ БУДЕТ УПРАВЛЯТЬСЯ ДИСТАНЦИОННО Е.В. Скоромный

25 ЭЛЕКТРОБУСЫ НА ДОРОГАХ СТОЛИЦЫ Т.К. Билокурова

Внимание, конкурс!

26 СТУДЕНТЫ БНТУ – В ФИНАЛЕ VII МЕЖДУНАРОДНОГО ИНЖЕНЕРНОГО ЧЕМПИОНАТА «CASE-IN»

Научные публикации

28 ОЦЕНКА СРЕДНСРОЧНЫХ И ДОЛГОСРОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСТУПЛЕНИЯ СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ А.А. Бутько, В.А. Пашинский, Л.А. Липницкий

Юбилей

32 АКАДЕМИКУ А.В. ВАВИЛОВУ – 70!

Календарь

ДАТЫ, ПРАЗДНИКИ, ВЫСТАВКИ В ИЮНЕ И ИЮЛЕ

Официально

Приглашаем заинтересованных к участию в конкурсных торгах

В рамках реализации совместного проекта Республики Беларусь и Всемирного банка «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения» (заем № 8351-BY) РУП «Белинвестэнергосбережение» Департамента по энергоэффективности приглашает правомочных участников торгов подать в запечатанном виде конкурсные предложения на выполнение работ по международным конкурсным торгам:

1. № BDHP/СВ/19/01 «Строительство комбинированной котельной на МВТ и природном газе в городе

Щучине Гродненской области». Срок подачи заявок: **5 июля 2019 года до 11.00** по местному времени.

2. № BDHP/СВ/19/02 «Строительство модульной котельной на МВТ на территории существующей котельной по ул. Коммунистическая в р.п. Речица Столинского района». Срок подачи заявок: **29 июля 2019 года до 11.00** по местному времени.

Торги будут проводиться согласно процедурам международных конкурсных торгов, которые изложены в Руководстве по закупкам товаров, работ и неконсультационных услуг Заемщиками Всемирного бан-

ка по займам МБПР и кредитам и грантам МАР.

Заинтересованные участники могут получить полную информацию и ознакомиться с документацией для торгов в РУП «Белинвестэнергосбережение» по адресу: ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н, 220037, Минск, Республика Беларусь, тел./факс (+375 17) 360-46-83, 360-20-78, e-mail: tender@bies.by с 8.30 до 17.00.

Все конкурсные предложения должны сопровождаться оригиналом Декларации о залоговом обеспечении конкурсного предложения.

ГЛАВАМИ ГОСУДАРСТВ ЕАЭС ПОДПИСАН МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДОГОВОР ОБ ОБЩЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ РЫНКЕ

29 мая 2019 года в г. Нур-Султан (Республика Казахстан) по итогам заседания Высшего Евразийского экономического совета подписан Протокол о внесении изменений в Договор о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года (в части формирования общего электроэнергетического рынка Евразийского экономического союза).

Данный Протокол подготовлен Департаментом энергетики Евразийской экономической комиссии совместно с государствами-членами Евразийского экономического союза в целях реализации статьи 81 Договора о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года (далее – Договор о Союзе). Договором о Союзе определен срок вступления в силу международного договора об общем электроэнергетическом рынке не позднее 1 июля 2019 года.

Международный договор основан на положениях Концепции формирования общего электроэнергетического рынка Союза и Программы формирования общего электроэнергетического рынка Союза.

Международный договор включает в себя Протокол об общем электроэнергетическом рынке Евразийского экономического союза. Протокол о рынке определяет правовые основы формирования, функционирования и развития общего электроэнергетического рынка Евразийского экономического союза, предусматривает соответствующие полномочия органов Евразийского экономического союза, государственных органов государств-членов, уполномоченных



Необходимо создавать равные условия во всех сферах, включая энергетику. Пока же предпочтение отдается интересам отдельного субъекта хозяйствования, отрасли или страны.

Президент Республики Беларусь Александр Лукашенко на юбилейном заседании Высшего Евразийского экономического совета в Нур-Султане 29 мая 2019 года

в соответствии с законодательством государств-членов на осуществление регулирования и (или) контроля в сфере электроэнергетики, а также содержит положения о доступе к услугам субъектов естественных монополий в сфере электроэнергетики на общем электроэнергетическом рынке Союза, регулировании и контроле их деятельности.

Протоколом о рынке Евразийский межправительственный совет наделяется полномочиями по утверждению необходимых для функционирования общего электроэнергетического рынка Союза правил:

1. правил взаимной торговли электрической энергией;
2. правил доступа к услугам по межгосударственной передаче электрической энергии (мощности);
3. правил определения и распределения пропускной способности межгосударственных сечений;
4. правил информационного обмена.

Функционирование общего электроэнергетического рынка предполагается с даты вступления в силу перечисленных правил.

Протокол о рынке определяет этапы развития общего электроэнергетического рынка Союза: до создания общего рынка газа Союза и после его создания.

Так, до создания общего рынка газа каждое государство-член в соответствии со своим национальным законодательством может наделять субъекта внутреннего оптового электроэнергетического рынка полномочиями участвовать в общем электроэнергетическом рынке Союза. После начала функционирования общего рынка газа Союза государства-члены не вправе уполномочивать на участие в общем электроэнергетическом рынке Союза отдельных субъектов внутреннего оптового электроэнергетического рынка.

Это позволит создать равные условия для хозяйствующих субъектов – участников общего

электроэнергетического рынка различных государств, а именно добровольную и конкурентную основу для участия субъектов внутренних оптовых электроэнергетических рынков в общем электроэнергетическом рынке Союза.

Результатами реализации международного договора являются обеспечение свободы движения товара в сфере электроэнергетики (электрической энергии), повышение энергетической безопасности государств-членов, формирование в Евразийском экономическом союзе правового пространства, позволяющего обеспечить добросовестную конкуренцию, создание условий для повышения эффективности и конкурентоспособности экономики государств-членов в сфере электроэнергетики, дальнейшего укрепления экономического взаимовыгодного и равноправного сотрудничества.

Пресс-служба Минэнерго,
foto mfa.gov.kz

ДОПОЛНЕННЫ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБОСНОВАНИЙ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

В рамках проводимой работы по интеграции строящейся Белорусской АЭС в энергосистему республики принят комплексный план развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции (утвержден постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 марта 2016 г. № 169). Для выработки предложений, позволяющих обеспечить эффективное использование созданных, модернизированных и создаваемых в стране энергогенерирующих мощностей, распоряжением Премьер-министра Республики Беларусь создана рабочая группа с участием специалистов различных отраслей экономики.

По выработанному рабочей группой предложению Департамент по энергоэффективности дополнил Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий перечнем

перспективных направлений увеличения доли электроэнергии в конечном потреблении энергоресурсов с уменьшением потребления первичного углеводородного топлива и типовым алгоритмом расчета эффективности внедрения таких мероприятий. Данное дополнение согласовано с заинтересованными органами государственного управления, иными государственными организациями, местными исполнительными и распорядительными органами, в сфере деятельности которых предполагается реализация перспективных направлений использования электроэнергии. Ознакомиться с дополнением можно на официальном сайте Департамента по энергоэффективности: <http://energoeffekt.gov.by> → Надзорная деятельность → Эффективность проектных решений.

Кроме того, в новой редакции Методических рекомендаций, размещенных на сайте,

имеется ряд изменений и дополнений, в том числе:

исключен алгоритм оценки целесообразности строительства локальных энергоисточников с учетом экономического эффекта для республики, который был изложен в приложении 7;

(Методика оценки целесообразности строительства локальных энергоисточников с учетом экономического эффекта для республики приведена в приложении Г ТКП 241-2018 (33240) «Порядок разработки технико-экономического обоснования выбора варианта теплоснабжения при возведении и реконструкции объектов», утвержденном постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 23 октября 2018 г. № 37.)

в связи с востребованностью алгоритмов расчетов дополнительно включены технико-экономические обоснования эффективности использования вторичных энергоресурсов

(ВЭР) энергии избыточного давления газа (пункт 34) и замены нагревательного электрооборудования в пищеблоках на энергоэффективное (пункт 35);

актуализированы расчеты, приведенные в пунктах 23 (технико-экономическое обоснование внедрения энергоэффективных оконных блоков из ПВХ), 26 (технико-экономическое обоснование внедрения эффективных теплообменников);

в новой редакции представлено технико-экономическое обоснование использования тепловых насосных установок (ТНУ) для утилизации низкотемпературных тепловых ВЭР в системах теплоснабжения и теплотехнологиях (пункт 28), одного из перспективных направлений увеличения доли электроэнергии в конечном потреблении энергоресурсов с уменьшением потребления первичного углеводородного топлива.

Департамент по энергоэффективности

Вопрос – ответ

Просим дать разъяснения о необходимости нормирования расхода ТЭР общежитиями, находящимися на балансе организаций.

Институт энергетики НАН Беларуси

Отвечает заместитель начальника отдела энергетического надзора и нормирования Департамента по энергоэффективности В.В. Мамонтов



Потребление ТЭР юридическими лицами или их обособленными подразделениями, имеющими отдельный баланс, отражается в статистической отчетности 12-тэк «Отчет о расходе топливно-энергетических ресурсов» (далее – отчет 12-тэк), которая ведется

в соответствии с указаниями по ее заполнению, утвержденными постановлением Национального статистического комитета Республики Беларусь 02.06.2014 № 48 (далее – Указания).

В соответствии с пунктом 14 Указаний, расход ТЭР на производство всех видов продукции (работ и услуг), включая данные о потерях, расходе на прочие производственные и коммунально-бытовые нужды организаций (расход в столовых, буфетах, прачечных, детских учреждениях, поликлиниках, спортивных объектах, рабочих и сту-

денческих общежитиях и так далее, находящихся на балансе организации, представляющей отчет) отражается по строке 110 отчета 12-тэк.

Для юридических лиц, на балансе которых находятся рабочие, малосемейные, студенческие общежития, потребление ТЭР на их содержание отражается в строках 110 либо 130, что определено требованиями пункта 19 Указаний.

Нормированию расхода ТЭР подлежат расходуемые на основные и вспомогательные производственно-эксплуатационные нужды юридическими лицами топливо, тепловая и электрическая энергия независимо от источников энергообеспечения.

Отпущенные (проданные) населению ТЭР (строка 130) не нормируются. ■

БИОГАЗ И БИОМАССА: ПОСЛЕДНИЕ ТРЕНДЫ В БИОЭНЕРГЕТИКЕ ЕС

Компания IEC Energy приняла участие в Европейском конгрессе по биомассе и биогазу, прошедшем в Лиссабоне в период 26–30 мая 2019 года. Настоящая статья посвящена статусу, основным вызовам и перспективам европейского рынка биогаза, а также анализу развития этой отрасли в Беларуси.



Биогазовый комплекс сельхозпредприятия

1) Тренд участия в максимуме энергосистемы, предоставлении балансирующей мощности и резерва. В частности, если компания-владелец биогазового комплекса продает энергию в сеть только в часы максимального спроса, а это как правило происходит при уменьшении выработки солнечных и ветряных электростанций, т.е. от 6 до 12 часов в сутки, то инвестор получает гораздо более высокий зеленый тариф по новым правилам рынка. В том числе, некоторые инвесторы даже добровольно отказались от зеленых тарифов и участвуют в конкурентном рынке пиковой мощности и резерва. Для этого они оснащают проекты газопоршневыми когенерационными установками мощностью в 2–3 раза выше изначальной проектной мощности биогазового комплекса и системами накопления и хранения биогаза (газгольдерами) для возможности суточного балансирования и активного регулируемого отпуска.

2) Тренд на уход от дорогого силоса. В своих проектах в качестве энергетических субстратов инвесторы стараются использовать дешевые, бесплатные отходы или даже отходы с отрицательной стоимостью, а именно навоз, помет, пищевые органические отходы, солому, отходы скотобоен, пивоварения, спиртзаводов, просроченные продукты ритейла и т.п.

3) Тренд на повышение эффективности. Инвесторы работают над снижением затрат на собственные нужды проектов, постоянную оптимизируют и автоматизируют процессы. Так, например, некоторые проекты вместо ГПА используют твердотельные топливные элементы (так называемые fuel cells), у которых электрический КПД составляет от 50% до 60% и практически отсутствуют расходы на сервис, так как нет подвижных элементов. Появилась технология рециркуляции дигестата и обработки его ультразвуком перед

БИОГАЗ

В Европейском союзе

В Европе в эксплуатации находятся более 17000 биогазовых комплексов. В том числе около 12000 комплексов находится в Германии, которая является абсолютным мировым лидером по внедрению данной технологии и обладает большинством инновационных патентов.

Среди других стран, активно внедряющих биогазовые проекты, – Польша, Чехия, Великобритания, Австрия, Италия, Латвия, Швейцария.

Ренессанс строительства биогазовых комплексов в ЕС пришелся на период 2005–2015 годов, когда сформировались наиболее эффективные инструменты поддержки инвесторов через механизмы зеленых стимулирующих тарифов и зеленых сертификатов, которые в перечисленных странах составляли от 20 до 35 евроцентов за кВт·ч в зависимости от мощности и типа используемого субстрата.

Ситуация изменилась в последние 3–4 года. Инвесторы в биогазовые комплексы в ЕС в настоящий момент переживают не самые лучшие времена по ряду причин.

Новые проекты получают гораздо более скромную тарифную поддержку от энергетического рынка на уровне 14–17 евро-

центов за кВт·ч ввиду агрессивного давления со стороны других менее затратных зеленых технологий (солнце, ветер). Это приводит к уменьшению валовой выручки инвесторов в биогазовые технологии от реализации электрической энергии в энергосистему.

По сырью большинство существующих биогазовых проектов было ориентировано на кукурузный силос на 40–70% от общей массы входного субстрата, другими словами, на энергетические растительные субстраты (energy crops).

Поскольку цены на силос в ЕС из-за увеличенного спроса на корма существенно возросли, это привело к увеличению операционных затрат инвесторов на существующих биогазовых комплексах. Снижение валовой выручки при увеличении издержек отрицательно отражается на прибыльности и экономической устойчивости проектов, а также на способности обслуживать инвестиционные кредиты.

В таком случае, куда сегодня движутся эти проекты, каковы перспективы биогазовых комплексов в ЕС и как это коррелирует с подобными проектами в Беларуси?

В ответ на вышеперечисленные вызовы в биогазовой сфере ЕС сформировался ряд устойчивых новых трендов.

возвратом в биогазовый реактор. Это повышает способность органики к более быстрому разложению, снижает потребность во времени на пребывание в реакторе (retention time), повышает выход биогаза на 7–15% в зависимости от изначальной конфигурации.

4) Тренд глубокого использования тепловой энергии (теплофикация) и дигестата. В частности, проекты дооснащают технологиями сушки, например, сушки аэробно сброженного дигестата, и затем смешивают его с золой, биоуглем, торфом и продают небольшими пакетами через садовые магазины в виде качественных органических удобрений и оптимизаторов почвенной структуры для частного сектора. Это повышает доходность проектов, дает добавленную ценность и диверсификацию по выручке. Сухой дигестат используют также в качестве идеального подстилочного слоя в коннозаводческих хозяйствах, так как он обладает антисептическими и гидрофобными свойствами.

5) Тренд очистки биогаза до биометана. Технология предполагает удаление углекислого газа CO₂ методом сорбции из биогаза и поставку оставшегося после очистки биометана CH₄ в сети природного газа. Биометан ничем не отличается от качественного природного газа. Одна из других разновидностей технологии – компримирование биометана (CNG/КПГ) для последующих заправок грузового транспорта, городских автобусов либо сжижение газа (LNG/СПГ) криогенными технологиями для транспортировки и реализации на развитом рынке СПГ. В Дании, например, реализовали несколько новых проектов, где при производстве биометана CH₄ удаленный углекислый газ CO₂ очищают до пищевого качества 99,95% чистоты для поставок заводам безалкогольных напитков и пивоварения. Есть проекты с совмещением с тепличными комплексами, где очень высокая потребность в CO₂ для интенсификации фотосинтеза.

Таким образом, на сегодняшний день, в условиях сниженных зеленых тарифов на новые биогазовые проекты, в ЕС пытаются выжимать из этих проектов максимум, иначе они оказываются неконкурентоспособными по отношению к менее капиталоемким технологиям по использованию энергии солнца и ветра.

Сушилка биомассы широкого спектра



Тем не менее, биогазовая отрасль живет, так как у нее есть ряд сопутствующих синергетических эффектов:

- экология обращения с органикой,
- утилизация различных отходов,
- использование эффекта когенерации и глубокое использование дигестата,
- рабочие места в малых городах и на селе,
- возможность регулируемого участия в графике энергосистем,
- возможность инъекции в сети природного газа,
- возможность использования в качестве автомобильного топлива CNG и LNG,
- децентрализованные инвестиции и локальные налоги,
- снижение выбросов парниковых газов в условиях последнего Парижского соглашения.

В Республике Беларусь

Компания IEC GmbH реализует в Республике Беларусь инвестиционный проект по строительству биогазового комплекса посредством создания дочернего предприятия **IEC Biogas Energy** в Костюковичах Могилевской области.

Многие ключевые решения в проекте выполнены с учетом последних европейских трендов.

Как и в тренде 2), проект изначально не использует много кукурузного силоса и рассчитан практически полностью на эксплуатацию на навозе МТФ. Кроме того, в проекте заложено использование дешевого отхода – исходной несепарированной барды производства этилового спирта с содержанием сухого вещества до 6%.

Как и в тренде 3), для повышения эффективности собственных нужд проекта используется так называемая система газификации древесной щепы от компании Spanner Re AG, которая путем пиролиза в специальном реформере производит синтез-газ из древесной щепы для последующего сжигания в когенерационной установке для обеспечения комплекса тепловой и электрической энергией; эта же установка используется для пуска объекта из холодного состояния и для обеспечения резервирования.

Как и в тренде 4), проект предполагает глубокое использование тепловой энергии

на сушку в специальном ленточном сушиле предварительно обезвоженной в сепараторе послеспиртовой барды (высокоценный белковый корм-добавка). При необходимости сушило может быть переведено в режим сушки сепарированного дигестата.

Таким образом, сепарированный и высушенный дигестат можно смешивать с биоуглем от системы газификации щепы и реализовывать через сети садовых центров. Такой подход позволяет иметь добавленную стоимость благодаря полезному использованию тепловой энергии и производству дополнительных сухих продуктов, что повышает диверсификацию и риск-устойчивость проекта.

В перспективе проект предполагается дооснастить системой накопления и хранения электрической энергии для возможности регулируемых поставок электрической энергии в сеть в часы повышенного спроса.

У проекта, как и у всех биогазовых комплексов, есть целый ряд сопутствующих эффектов:

- демонстрационный и образовательный,
- повышение компетенции специалистов в области биогаза и сушки субстратов в Республике Беларусь,
- возможность в перспективе тиражирования и экспорта технологий в ЕС,
- региональные инвестиции и налоговые поступления,
- новые рабочие места в локации,
- активная экологическая направленность и снижение воздействия на окружающую среду.

Безусловно, важнейшим критерием все-таки остается **экономика** и **риск-устойчивость** для инвестора таких проектов, и эти факторы чрезвычайно сильно зависят от величины тарифов и их стабильности в долгосрочной перспективе.

На сегодняшний день установившиеся тарифы в рамках квот и инвестиционных соглашений находятся на уровне 12–14 евро-центов за кВт·ч (при коэффициенте 1,10...1,30), что является достаточно низкими значениями по отношению к мировой практике, особенно принимая во внимание достаточно дорогие для инвесторов заемные ресурсы в локальных банках и лизинговых компаниях. Другими словами, тарифы в настоящий момент минимально приемлемые для того, чтобы в эту чрезвычайно важную и полезную сферу в принципе поступали реальные инвестиции. Данные тарифы фактически соответствуют уровню оплаты за электрическую энергию для одноставочных промышленных и коммерческих потребителей.

На наш взгляд, для инвесторов в долгосрочной перспективе (10–15 лет) чрезвычайно важно гарантировать исполнение обязательств на уровне даже таких относительно невысоких, но, тем не менее, преференцированных тарифов. ►

БИОМАССА

В Европейском союзе

Биомасса – более перспективное направление по отношению к тематике биогаза как в ЕС, так и на глобальном мировом рынке. Не случайно на последнем европейском конгрессе по биомассе и биогазу, прошедшем в Лиссабоне 26–30 мая 2019 года, из более 700 докладов 85% были посвящены тематике биомассы.

Рынок биомассы ЕС несколько отличается от рынка биомассы Беларуси следующими особенностями:

1) **Насыщение рынка** простыми проектами использования традиционной древесной биомассы для нужд централизованного и децентрализованного отопления и электрической энергии довольно высокое. В какой-то степени можно говорить о подобном тренде в Беларуси, где по линии Всемирного банка в системе ЖКХ реализован и реализуется целый ряд проектов перевода отопительных котельных на местные виды топлива.

2) Понятие биомассы с точки зрения практического применения в ЕС более **диверсифицированное**, чем в Беларуси. Сюда входит использование органической части коммунальных бытовых отходов, отходы растение-

водства (солома, некондиционное зерно, тростник), отходы прибрежных вод (водоросли и т.п.), специальные энергетические плантации (energy crops) на не пригодных для традиционного земледелия территориях, классические отходы деревообработки и лесочистки.

3) Формируется определенный **дефицит** классической древесной биомассы для нужд различных проектов в ЕС с учетом перспектив дальнейшего роста.

В соответствии с вышеперечисленными особенностями рынка, в отрасли использования биомассы в ЕС сформировался ряд устойчивых новых трендов.

Тренд следующих основных коммерческих применений биомассы:

- индустриальное энергообеспечение промышленных производств паром, электрической энергией, холодом за счет биомассы – основное коммерческое и самое быстрорастущее применение на сегодняшний день;
- центральное отопление и энергетика – это направление сокращается, но продолжает иметь значительную долю рынка;
- производство биотоплив второго поколения (керосина, дизеля, спирта) и других химических веществ и компонентов из биомассы.

Тренд глубокой диверсификации по видам биомассы

Спрос на проекты и одновременный дефицит в части доступности традиционной древесной биомассы влечет за собой интенсивный поиск различных альтернативных источников биомассы:

- отходы растениеводства (особенно солома, шелуха различного вида зерна, риса, овса и т.п.);
- отходы органические коммунального сектора;
- отходы пищевой промышленности (шелуха кофе, барда, жом, и т.п.);
- специальные быстрорастущие растения для энергетических целей;

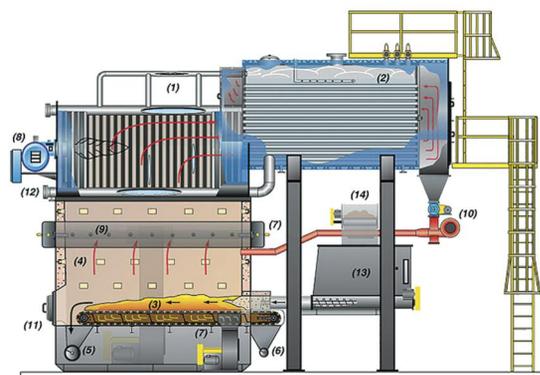


Схема работы котла на щепе

- избыточный или очистных сооружений;
- отходы ферм (навоз, помет).

Тренд специальной термической обработки биомассы

– Торрефикация – мягкий пиролиз при температурах 150–200°C; после такой обработки у биомассы увеличивается стойкость к гниению, уменьшается гидрофобность, увеличивается калорийность до уровня бурого угля; фактически это биоуголь, который можно транспортировать на большие расстояния; тренд связан с дефицитом биомассы в определенных регионах, где она востребована, и активной транспортировкой биомассы внутри ЕС на большие расстояния.

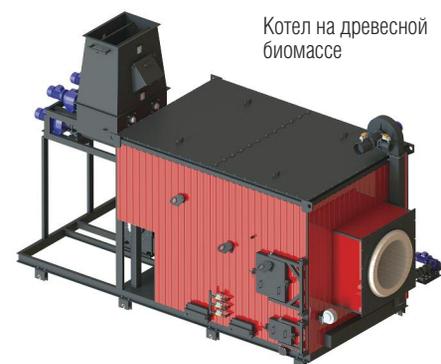
– Обработка биомассы взрывом пара (steam explosion) – технология имеет цели, подобные торрефикации.

Тренд использования биомассы для производства топлив второго поколения и химии (так называемые био-НПЗ)

Это связано с необходимостью уменьшения выбросов парниковых газов на транспорте.

Как известно, в энергетике наблюдается устойчивый тренд выполнения нормативов снижения выбросов парниковых газов за счет расширения использования энергии солнца и ветра. При этом морской, воздушный и сухопутный транспорт отстает и является основным загрязнителем.

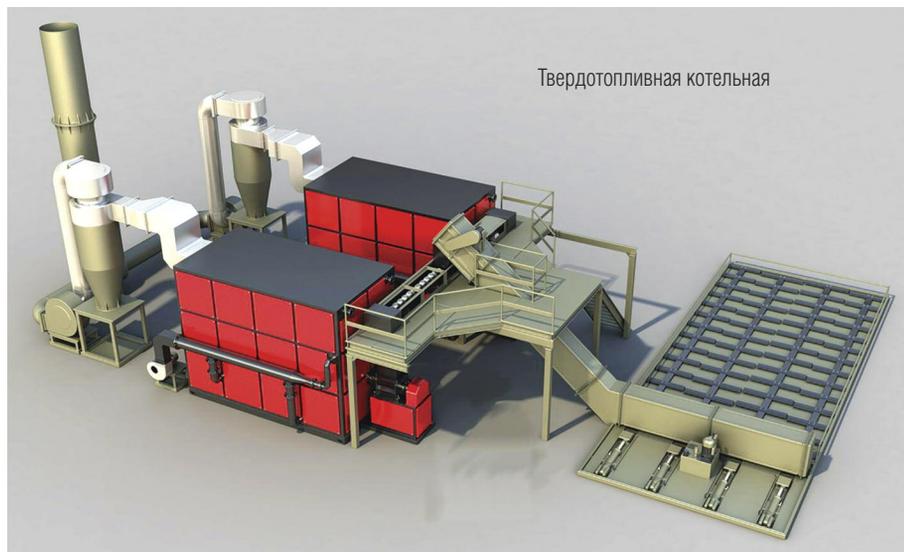
Расширения использования электрического транспорта, использование водорода из электролиза и LNG недостаточно для выполнения Парижского соглашения.



Котел на древесной биомассе



Котел на древесной биомассе



Твердотопливная котельная

В связи с этим в ЕС, США, Японии активно развиваются био-НПЗ с различным технологиями, в том числе газификация и Фишер-Тропш, где в качестве сырья для производства биотоплив второго поколения используются легкие биологические отходы.

Тренд на искусственное выращивание биомассы

Дефицит биомассы в некоторых регионах ведет к необходимости ее выращивания:

- на специальных фермах (быстрорастущая ива, и т.п.);

- в регионах и землях, где традиционно ничего не растет (особо засушливые, горные территории, африканский континент, загрязненные земли, и т.п.) путем использования специальных гибридных видов растений.

Тренд глубокой очистки дымовых газов даже для маленьких проектов

В Швейцарии и Австрии, например, для снижения выбросов твердых веществ в атмосферу и улучшения качества воздуха на альпийский курортах даже на домашние печи и камины ставят электростатические фильтры и системы контроля горения по O₂ (кислороду). Наблюдается тренд на ужесточение нормативов, применяемых к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу от котлов и другого оборудования на биомассе.

Как известно, в Республике Беларусь нормативы для котельных установок средней мощности также достаточно жесткие и требуют использования циклонов, а в некоторых случаях электростатических фильтров. Тем не менее, в подавляющем большинстве проектов пока удается обходиться без абсорбционных фильтров и селективных каталитических реакторов, в том числе благодаря доступности чистой древесной биомассы.

Тренд на использование золы, биоугля в АПК

В попытках увеличить добавленную ценность в проектах проявляется активный тренд на использование золы, шлака, биочара от различных технологий сжигания и пиролиза биомассы в агропромышленном комплексе.

В ЕС перечисленные побочные продукты горения биомассы смешивают с компостом, анаэробным дигестатом биогазовых комплексов, сепарированным или высушенным

илом очистных сооружений и активно продают на розничном и оптовом рынке садовых услуг в качестве органических удобрений и оптимизаторов почвенной структуры. Такой подход позволяет выжимать из бизнеса проектов использования биомассы максимум добавленной стоимости.

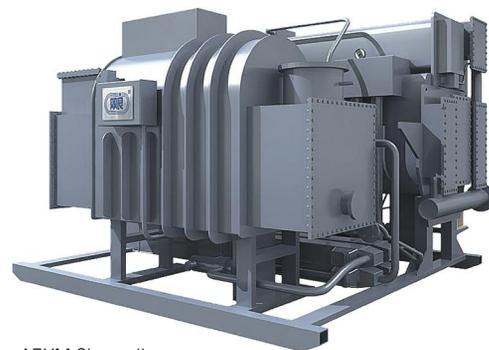
В Республике Беларусь

Можно ли привести примеры использования в Беларуси технологий и бизнес-моделей, характеризующих современный рынок биомассы в ЕС?

Компания IEC GmbH развивает два инвестиционных проекта в Республике Беларусь по тематике биомассы посредством создания дочерних предприятий **IEC Wood Energy I** в Волковыске Гродненской области и **IEC Wood Energy II** в Витебске.

Многие ключевые решения в обоих проектах выполнены с учетом последних европейских трендов.

В частности, в рамках проекта IEC Wood Energy II предполагается строительство энергоисточника на МВТ в непосредственной близости от молокоперерабатывающего предприятия ОАО «Молоко» в Витебске. Техническая цель проекта – обеспечить молочное предприятие технологическим паром, горячей водой и пропилен-гликолевым раствором с температурой +0,5°C на нужды технологического охлаждения и пастеризации молока исключительно за счет биомассы. Даже собственные нужды проекта будут обеспечены за счет возобновляемых источников энергии, а именно когенерационной установки с пиролизом щепы электрической мощностью 140 кВт и фотоэлектрических кровельных панелей электрической мощностью около 20 кВт. В рамках проекта будет использован паровой котел на отходах деревообработки и лесозаготовки паропроизводительностью 8 т/ч и давлением 12 бар. В качестве компенсирующих устройств будут выступать парогенераторы быстрого пуска производства Германии. Благодаря применению абсорбционно-холодильной машины АБХМ специального исполнения, пропилен-гликолевый раствор на нужды холодоснабжения будет вырабатываться за счет подачи пара от котла на МВТ. Таким образом, первичным источников энергии для производ-



АБХМ Shuangliang

ства холода будет служить тепловая энергия из МВТ – так называемая технология БИО-ХОЛОД, которая впервые в Восточной Европе будет применена для нужд молокоперерабатывающего предприятия.

Проект реализуется в формате современной бизнес-модели ЭСКО (энергетического аутсорсинга) за счет стопроцентного финансирования ресурсами инвестора/ЭСКО-провайдера.

Контракты на тепло- и холодоснабжение заключены на период 20 лет. Проект позволит создать 15 дополнительных рабочих мест в Витебске и даст возможность ОАО «Молоко» приобретать энергоносители по специальным устойчивым долгосрочным дисконтным тарифам. Основная цель проекта – привлечение частных инвестиций в фарватере государственно-частного партнерства, снижение издержек на энергоносители для молокоперерабатывающего предприятия в стабильно долгосрочной перспективе, повышение его конкурентоспособности на экспортных рынках.

Это первый подобный проект для предприятия пищевой промышленности Республики Беларусь, в нем заключен огромный потенциал для тиражирования технологии путем вовлечения МВТ в энергетический баланс предприятий пищевой промышленности с целью снижения издержек последних, повышения конкурентоспособности, уменьшения импорта природного газа, создания дополнительных рабочих мест как в секторе генерации, так и в секторе заготовки древесного топлива. ■

ООО «Межрегиональная энергетическая компания»



220114, г. Минск,

пр-т Независимости, 117А, этаж 15.

тел.: +37517 3965113

факс: +37517 3965112

E-mail: office@iec-energy.by

Сайт: www.iec-energy.by



БЕЛАРУСЬ ИЗУЧАЕТ ОПЫТ ШВЕЦИИ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

Заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малашенко в составе белорусской делегации, возглавляемой Министром природных ресурсов и охраны окружающей среды Андреем Худыком, встретился с руководством шведских агентств охраны окружающей среды и международного сотрудничества в области развития, ознакомился с практикой обращения с отходами в двух городах Швеции.



В рамках визита по проекту международной технической помощи «Устранение барьеров для развития ветроэнергетики в Республике Беларусь» белорусские гости встретились с вице-премьером – министром окружающей среды и климата Королевства Швеция Изабеллой Лёвин, с руководством Шведского агентства международного сотрудничества в области развития (СИДА) и представителями муниципальной компании города Фалун. Кроме того, было организовано посещение объекта по утилизации твердых бытовых отходов в г. Борлэнге.

От захоронения отходов – к предотвращению их образования

В ходе встречи с вице-премьером – министром окружающей среды и климата Королевства Швеция Изабеллой Лёвин белорусской стороной была представлена краткая информация по вопросам государственной политики Беларуси в области окружающей среды, развития возобновляемой энергетики и обращения с отходами.

В свою очередь, вице-премьер – министр окружающей среды и климата Швеции отметила, что главным приоритетом ее страны является решение проблемы изменения климата. Достижение Целей устойчивого развития, которым привержены государственные органы Швеции,

считается невозможным без ощутимых мер по снижению негативных последствий изменения климата.

И. Лёвин также рассказала об основных аспектах обращения с отходами в Швеции. Еще до недавнего времени наиболее приемлемым считалось получение энергии из отходов (высокотемпературное сжигание отходов с получением электрической и тепловой энергии). В настоящее время основным стратегическим направлением на пути к экономике замкнутого цикла является предотвращение образования отходов, повторное использование материалов, содержащихся в них.

Также белорусскую делегацию познакомили с отдельными проблемами, с которыми столкнулась Швеция на этом пути. После массового строительства заводов по сжиганию отходов с целью получения энергии за последние 30 лет образовался избыток данных мощностей, который составляет в настоящее время 25%. Сегодня эти предприятия импортируют отходы из других стран. В целях развития иных способов обращения с отходами в Швеции внедряется так называемый налог на сжигание отходов.

Перед Швецией поставлены две основные цели в области охраны окружающей среды к 2045 году: стать экономикой с нулевыми выбросами парниковых газов и к 2040 году перейти на использование возобновляемых источников энергии для

обеспечения своих топливно-энергетических потребностей.

По информации главы природоохранного ведомства Швеции захоронение отходов в стране считается неприемлемым способом их утилизации, поэтому в Швеции перерабатывается и используется более 99% отходов и только менее 1% направляется на захоронение. В стране с 1980-х годов действует депозитарная система для тары.

Сотрудничество с СИДА

В ходе визита также состоялись переговоры с Главой Департамента Европы и Латинской Америки Шведского агентства международного сотрудничества в области развития (СИДА) Эльзой Хостад, которая отметила особую важность данного визита в преддверии начала формирования новой региональной стратегии сотрудничества (действующая стратегия истекает в 2020 году). Э. Хостад также проинформировала, что Агентством принято решение о назначении специального представителя СИДА в Минске, который будет работать над вопросам финансирования и реализации проектов в Беларуси. При поддержке СИДА в Беларуси уже реализуется ряд проектов по модернизации очистных сооружений.

В ходе встречи с Э. Хостад были обсуждены возможные шаги по развитию сотрудничества между сторонами. По результатам встречи были достигнуты договоренности в части поддержки совместных проектов по обращению с отходами, развитию системы мониторинга окружающей среды.

Борлэнге

В ходе рабочего визита белорусская делегация посетила мусоросжигательный завод в г. Борлэнге.

Мощность завода составляет 96 тыс. тонн бытовых отходов в год; в результате сжигания отходов вырабатывается электрическая и тепловая энергия, которая направляется на нужды города. Электрическая мощность мусоросжигательного завода составляет 7 МВт, тепловая – 28 МВт. Отходы, поступающие на завод, уже отсортированы населением и юридическими лицами в местах сбора. Дополнительной сортировки бытовых отходов на предприятии не производится. При этом организация, которая осуществляет доставку отходов на мусоросжига-

тельный завод, полностью отвечает за их состав и качество. Отношения между мусоросжигательным заводом и компанией по доставке отходов регламентируются соответствующим договором.

На заводе организована трехступенчатая система очистки отходящих газов. Для обезвреживания наиболее опасных газообразных веществ требуется обработка в течение 20 секунд при температуре не менее 820°C; на момент посещения объекта температура в топке котлоагрегата составляла 1034°C. Необходимо отметить, что мелкодисперсная зола дымовых выбросов утилизируется, связывается и в дальнейшем направляется на переработку в Норвегию.

Шведские специалисты также информировали белорусскую делегацию о ведущих мировых производителях энергетического оборудования для использования твердых коммунальных отходов: Hitachi Zosen Inova (Швейцария), Babcock & Wilcox Vølund A/S (Дания), Martin GmbH für Umwelt- und Energietechnik (Германия), Standardkessel Baumgarte Group (Германия), CNIM (Франция), Doosan Lentjes (Германия), Koppel Seghers (Сингапур), LAB SA (Франция), Luehr Filter GmbH (Германия), Steinmüller Babcock Environment GmbH (Германия).

Поскольку в состав белорусской делегации также входили представители Министерства энергетики Республики Беларусь, видится целесообразным, чтобы Минэнерго совместно с Минским горисполкомом проанализировали технические характеристики и технологические параметры работы энергетического оборудования данных производителей для оценки его совместимости с энерготехнологическим оборудованием, функционирующим на энергоисточниках ГПО «Белэнерго» в Минске.

Муниципалитет Фалун

В ходе встречи с представителями муниципальной компании города Фалун Falu Energi & Vatten белорусская делегация была информирована о подходах муниципалитета Фалун к вопросам переработки отходов, производства и передачи тепловой и электрической энергии, водоснабжения и канализации, эксплуатации городских тепловых и электрических сетей, мониторинга окружающей среды.

Во владении Falu Energi & Vatten находится несколько предприятий по перера-



ботке отходов (муниципалитет Фалун перерабатывает 99% всех образующихся отходов); очистных сооружений производительностью 270 тыс. куб. м в год; биогазовый комплекс на очистном сооружении, производящий тепловую и электрическую энергию; теплоэлектроцентраль на биомассе производительностью 60 млн кВт·ч тепловой и электрической энергии в год; несколько котельных, работающих в основном на древесном топливе; ветроэнергетические установки производительностью 18 млн кВт·ч в год; гидроэлектростанции, вырабатывающие 12 млн кВт·ч электрической энергии в год; солнечная электростанция производительностью 5 тыс. кВт·ч электрической энергии в год; а также станции водоснабжения, подающие 15 млн литров воды в сутки.

Главной задачей компании является создание инновационной перспективной городской инфраструктуры.

В мае 1992 года муниципалитет принял решение о стопроцентной сортировке отходов в местах их образования по фракциям: опасные отходы; горючие; органические; депонируемые; стекло и бумага. С этого же периода стартовали образовательные программы для детей 5–19 лет в части экологического обращения с отходами.

В настоящее время теплоснабжение города Фалун в отопительный период на

100% обеспечивается энергоисточником на древесном топливе, а в межотопительный период от этого же источника осуществляется централизованное хладоснабжение.

Беларусь и Швеция активно сотрудничают в сфере экологии и борьбы с изменением климата. Белорусская сторона подчеркнула, что внимательно изучает опыт Швеции в области управления отходами, повторного использования первичных ресурсов, а также вовлечения отходов в оборот в качестве энергетического сырья. Особый интерес представляют уроки, извлеченные шведскими партнерами в процессе поиска наиболее экологических решений предотвращения образования отходов и мусоропереработки на принципах экономики замкнутого цикла.

Опыт, полученный в ходе визита, позволит Минэнерго совместно с Минжилкомхозом, Минским горисполкомом и другими заинтересованными сторонами активизировать подготовку проекта по энергетическому использованию твердых коммунальных отходов на энергоисточниках системы ГПО «Белэнерго» в г. Минске.

Сотрудничество Беларуси и Швеции будет продолжено в рамках общих усилий по достижению Целей устойчивого развития с привлечением таких международных инструментов сотрудничества и финансирования, как Глобальный экологический фонд и Восточное партнерство. ■

По материалам Департамента по энергоэффективности

ДНИ ЭНЕРГИИ В БЕЛОРУССКИХ ГОРОДАХ ПРОХОДЯТ ВЕСЬ ИЮНЬ

Июнь – время ярких мероприятий по вопросам энергосбережения и изменения климата. Именно в этот период большинство городов, участвующих в Соглашении мэров, организует Дни энергии. Они включают концерты, конкурсы, квесты, выставки и многое другое. Уже более 20 городов Беларуси заявили о своем желании провести Дни энергии в июне 2019 года.



Проведение Дней энергии является одной из добровольных обязанностей, которые берут на себя города, присоединяясь к международной инициативе «Соглашение мэров по климату и энергии». Улучшить знания жителей о том, как беречь энергию, тепло, воду и другие ресурсы, не менее

важно, чем достигнуть главной цели – сократить выбросы парниковых газов на 30% к 2030 году.

Чтобы заинтересовать жителей темой устойчивой энергии, городские власти используют креативные подходы и привлекают большое количество партнеров – общественные организации, предприятия ЖКХ, учреждения образования, культуры... Чем больше партнеров, тем больше разноплановых мероприятий пройдет в городе.



В 2019 году первыми Дни энергии провели Брест и Пружаны. Брест организовал для жителей выставку-продажу энергоэффективного оборудования от местных производителей, экскурсию на предприятия ЖКХ, где уже внедрены энергоэффективные технологии, квест на энергетическую тематику по улицам города, конкурс детских рисунков. Официальная часть Дней энергии прошла в здании Брестского горисполкома, где гости и местные эксперты рассказали собравшимся о мероприятиях по повышению энергоэффективности и адаптации к изменению климата, которые реализуются в городе. Во встрече принял участие заместитель председателя Брестского горисполкома Николай Якубовский и заместитель начальника Брестского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР Юрий Пшонка.

В учреждениях образования Пружанского района провели целую Неделю энергосбережения с лекциями, информационными часами и посещением Ружанской мини-ГЭС и мини-ТЭЦ г. Пружаны, где детей знакомили с процессом получения тепла и электричества из местных видов топлива. Неделя за-



кончилась конкурсом по энергосбережению, экологии и экономному природопользованию, в котором приняло участие около 15 школьных команд интеллектуалов.

При составлении программы Дней энергии представители любого города могут обращаться в структуры поддержки Соглашения мэров в Беларуси – в фонд «Интеракция» и МОО «Экопартнерство». Здесь им помогают спланировать мероприятия, проводят обучающие вебинары, тренинги, готовят пресс-релизы для публикации в местных СМИ, а главное, передают подарки для награждения активных участников, приобретенные при поддержке Европейского союза – кружки, сумки, пеналы, фликеры, блокноты и многое другое.



Активно Дни энергии белорусскими городами стали проводиться с 2017 года. Вместе с ростом числа городов-участников Соглашения мэров растет и число организованных на местах мероприятий. Если в 2017 году Дни энергии отпраздновали 15 городов, то в 2018 году их было уже 39.

Как показывает опыт прошлых лет, наиболее востребованной формой работы с жителями по вопросам энергосбережения и климата являются конкурсы рисунков и советов, выступления агитбригад и экскурсии на объекты, использующие возобновляемые виды энергии, концерты, образовательные занятия в школах и детских садах, велосоревнования.

Не все города для организации Дней энергии выбирают июнь, некоторые приурочивают их к большим городским праздникам или экологическим датам – Дню города, Дню энергосбережения (11 ноября). Но май-июнь считаются наиболее удачным временем для проведения Дней энергии, так как в это время проходит Европейская неделя устойчивой энергии (в 2019 году EU SEW она организована 17–21 июня).

Города по всему миру, которые проводят Дни энергии в мае-июне, регистрируют их на сайте Европейской недели устойчивой энергии (eusew.eu). Анонсы мероприятий там уже разместили либо ждут их публикации со дня на день такие белорусские



города, как Пружаны, Кобрин, Быхов, Пинск, Ошмяны, Несвиж, Сморгонь, Глубокое, Полоцк, Городок, Толочин, Мстиславль, Кличев, Береза, Краснополье, Марьина Горка, Слоним, Зельва, Шарковщина, Новогрудок, Вилейка, Барановичи и др.

Традиционно фотоотчеты о прошедших Днях энергии размещаются на белорусской интернет-странице Соглашения мэров climate.ecopartnerstvo.by и на сайте Соглашения мэров в странах Восточного партнерства com-east.eu, а также структуры поддержки создают лендинги (одностраничные сайты) с полным обзором мероприятий. ■

МОО «Экопартнерство»,
фонд «Интеракция»

ВТОРАЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ВСТРЕЧА 27-ГО ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФОРУМА ОБСЕ

В Словакии завершила работу Вторая подготовительная встреча 27-го Экономико-экологического форума (ЭЭФ) ОБСЕ по теме «Содействие экономическому прогрессу и безопасности в регионе ОБСЕ посредством сотрудничества в сфере энергетики, новых технологий, надлежащего управления и взаимосвязанности в цифровую эпоху».

Встреча состоялась 27–28 мая 2019 года в Братиславе с участием Государственного секретаря Министерства иностранных дел Словакии посла Ф. Ружичка, Первого государственного секретаря Министерства экономики Словакии В. Ференца, Генерального секретаря ОБСЕ Т. Гремингера, Экономкоординатора ОБСЕ В. Джугича, делегаций 57 государств



участников ОБСЕ, представителей международных организаций. В состав делегации Республики Беларусь вошли представители Департамента по энергоэффективности Госстандарта

и Постпредства Беларуси при ОБСЕ.

В качестве основного докладчика сессии Второй подготовительной встречи 27-го ЭЭФ, посвященной оптимизации

экологических последствий деятельности в области энергетики, выступила специалист производственно-технического отдела Департамента по энергоэффективности Ю. Ефремова. В своем выступлении Юлия Ефремова представила результаты проводимой в Беларуси политики в сфере энергосбережения и энергоэффективности, существующие в Беларуси практики применения экологически чистого транспорта, опыт реализации проектов по снижению потребления ископаемого топлива и увеличению использования возобновляемых энергоресурсов. Она акцентировала перспективность взаимодействия стран-участниц ОБСЕ на обозначенных направлениях. ■

energoeffekt.gov.by

ЛЕГЕНДЫ И МИФЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ

(ПЛАСТИНЧАТЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ И КОЖУХОТРУБНЫЕ АППАРАТЫ ТТАИ)

В настоящей статье предпринята очередная попытка осуществить объективное сравнение двух наиболее известных типов теплообменных аппаратов – пластинчатых и кожухотрубных. За последние десятилетия благодаря массивной, причем зачастую необъективной рекомендации, сформировалось мнение об абсолютном превосходстве пластинчатых теплообменников над кожухотрубными, дошло до того, что пластинчатый теплообменник стал синонимом слова «энергоэффективность» и был неперенным пунктом практически всех региональных программ повышения этой самой пресловутой «энергоэффективности». Настоящим предпринимается попытка восполнить пробел в доказательном ряду сравнений пластинчатых и кожухотрубных теплообменников ТТАИ.

Перечисляя преимущества пластинчатых аппаратов, их апологеты, как правило, выделяют следующее: небольшой вес, небольшой габаритный объем, высокий коэффициент теплопередачи, повышенный срок службы, легкость технического обслуживания.

ЛЕГЕНДА №1 – небольшой вес

Тезис о незначительном весе пластинчатых теплообменников сформировался в начале 90-х годов прошлого века, когда западноевропейские фирмы, придя на рынок стран СНГ, в массовом порядке столкнулись с кожухотрубными аппаратами, использовавшимися в коммунальном хозяйстве Советского Союза и разработанными более века назад. Грешно было бы не использовать такой козырь. Но продолжать эксплуатировать эту легенду представляется просто непорядочным. В настоящее время на рынке есть кожухотрубные теплообменные аппараты ТТАИ, сравнить с которыми пластинчатые аппараты по массе никогда не

возьмется ни один представитель фирм-поставщиков пластинчатых теплообменников, так как вес их аппаратов будет казаться просто пугающе большим.

Пример установки теплообменников ТТАИБ предприятия «Кедр» на одном из объектов вместо пластинчатого теплообменника, который уже был запроектирован для эксплуатации на РУП «Белорусская атомная электростанция». Мощность требуемого теплообменника 25 мВт. В результате расчетов (при прочих условиях: по потере напора и т.д.) представителями западноевропейского производителя был предложен пластинчатый теплообменник весом 6548 кг. Предложенный ООО «Кедр» аппарат ТТАИБ для этих же условий весит 182 кг. Как говорится – комментарии излишни. А от веса зависят затраты и на транспорт, и на погрузку-разгрузку, и удобство монтажа/демонтажа, обслуживания, разборки/сборки, устройство фундамента, опор и проч. и проч.

Таким образом, становится очевидным, что малый вес пластинчатых аппаратов по сравнению с кожухотрубными – не более чем легенда.

ЛЕГЕНДА №2 – небольшой габаритный объем

Как уже отмечалось выше, на фоне «советских» кожухотрубных теплообменников пластинчатые выглядели впечатляюще компактными. Они действительно занимали намного меньше площади. Однако уже все поменялось, и современные кожухотрубные теплообменники не только занимают меньшую площадь, они могут вообще ее не занимать.

Легкость и возможность безфундаментного размещения тех же теплообменников ТТАИ позволяет смонтировать тепловой пункт в плоскости стены или даже потолка (так называемые планшетные теплопункты).



Планшетное исполнение – непосредственно на стене

Одним из первых наглядных примеров компактности теплообменников типа ТТАИ, установленных в Беларуси, является аппарат ТТАИБ предприятия «Кедр», установленный на ОАО «Интеграл». Здесь из-за узкого технологического проема не было возможности доставить запланированный пластинчатый теплообменник к месту установки. Было принято решение установить кожухотрубный теплообменный аппарат ТТАИБ, который на тот момент был новым и малоизвестным на рынке Беларуси. После установки и запуска оборудования в работу аппарат ТТАИБ показал себя как качественное высокоэнергоэффективное оборудование. С тех пор на ОАО «Интеграл» установлено и успешно работает более 10 теплообменных аппаратов ТТАИБ.

Аналогичная ситуация с установкой компактных аппаратов сложилась и в ОАО «Минский электротехнический завод им. В.И. Козлова».

Если сравнивать в цифрах, решим, для наглядности, практическую задачу. Требуется осуществить 2-ступенчатый нагрев воды горячего водоснабжения, при этом расход нагреваемой воды 8,4 т/ч, температуры нагреваемой воды (последовательно по ступеням) – 5,43 и 55°C.

По греющей среде были заданы следующие параметры: расход через 2-ю и 1-ю ступени соответственно 5,6 и 15,2 т/ч, температуры греющей среды на входе во 2-ю и 1-ю ступени соответственно 70 и 52°C.



ОАО «Гомсельмаш», 2006 г.
Тепловая мощность – 12 Гкал/ч

Для выполнения этих условий был предложен пластинчатый теплообменник с габаритным объемом 0,19 м³. Суммарный габаритный объем двух аппаратов ТТАИ для решения той же задачи почти в 5 раз меньше (1-я ступень – 0,03 м³, 2-я – 0,007 м³) при тех же потерях напора. А если используется одноступенчатая схема подогрева ГВС, то выигрыш теплообменников ТТАИ перед пластинчатыми по габаритному объему при прочих равных условиях достигает 10 раз и более.

Приведенные цифровые и визуальные данные подтверждают, что небольшой габаритный объем пластинчатых аппаратов тоже относится к области пусть красивых, но все же легенд.

ЛЕГЕНДА №3 – высокий коэффициент теплопередачи

Описывая положительные потребительские свойства пластинчатых аппаратов, практически всегда отмечают их «значительно более высокий коэффициент теплопередачи», обосновывая это развитой турбулизацией потока и тонкостенностью теплопередающих пластин. Фигурируют разные данные о коэффициенте теплопередачи, в среднем порядка 4000–6000 Вт/(м²·°C). Современные тонкостенные теплообменные аппараты интенсифицированные (ТТАИ) уже давно работают (не в лаборатории, а на предприятиях) с коэффициентом теплопередачи и более 8000 Вт/(м²·°C). Кроме того, специалистам хорошо известно, что методы турбулизации потока для трубок проработаны современной наукой (и практикой) лучше, чем для пластин.

Кстати, параметр «коэффициент теплопередачи», используемый при указании свойств теплообменных аппаратов, – чисто рекламный.

Коэффициент теплопередачи всего лишь определяет необходимую площадь поверхности теплообмена, т.е. говорить о компактности и высоком коэффициенте теплообмена – значит говорить об одном и том же.

Таким образом, становится ясно, что мнение о высоком коэффициенте теплопередачи пластинчатых теплообменников вероятнее всего осознанно формировалось как научно-техническая легенда.

ЛЕГЕНДА №4 – легкость технического обслуживания

Несомненно, возможность разобрать пластинчатый теплообменник и доставить пластины, например, в мастерскую, чтобы их там очистить или заменить, дает этим аппаратам преимущество по сравнению с кожухотрубными, но опять же необходимо подчеркнуть, аппаратами более чем полувекковой давности.

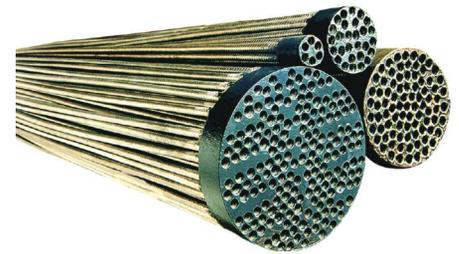
Теперь, когда опыт эксплуатации пластинчатых теплообменников накоплен, почти каждый знает, что разборку и сборку пла-

стинчатых теплообменников нужно осуществлять из-за их веса на месте, зачастую при этом нужны приспособления или оснастка, требуется не менее трех человек, и главное, при этом страдают многочисленные резиновые прокладки, имеющие сложную форму, и их требуется постоянно покупать, чтобы заменять. Стоимость комплекта таких прокладок составляет от 20% и более от стоимости нового пластинчатого теплообменника. Срок службы резиновых уплотнений по паспорту составляет 5 лет, на практике с использованием герметиков этот срок удается растянуть до 7 лет. Таким образом, за 20 лет срока жизни пластинчатого подогревателя его обладателю придется заменить уплотнения по меньшей мере 2 раза, а может так случиться, что и потратить сумму, соизмеримую со стоимостью теплообменника.

Как мы знаем, предприятиями постоянно проводятся энергосберегающие мероприятия по внедрению эффективных пластинчатых теплообменников. Основной критерий, как это принято – цена. Тендер выигрывает подрядчик с низкой ценой на пластинчатые разборные теплообменники, а дальше наступают те самые «суровые условия эксплуатации», как правило, приводящие к разборке и чистке теплообменников, очередной закупке определенного количества прокладок, проведению ремонтных работ, испытаний (при этом всегда ли эти мероприятия проходят беспрепятственно и в срок?). И наконец, при благополучном исходе, с удовольствием начать работу в «суровых условиях эксплуатации» теплообменного оборудования, при этом имея огромное желание больше не повторять вышеперечисленные мероприятия.

Контрастом послужат опять теплообменники ТТАИ, в которых всего две резиновые прокладки, имеющие исключительно простую кольцевую форму. Если потребуются их замена, то стоимость замены прокладок составит 0,015% от стоимости теплообменника, и поскольку, как отмечалось выше, теплообменники ТТАИ в среднем в 10 раз легче современных пластинчатых аппаратов, они легко демонтируются и переносятся

в приспособленное для техобслуживания помещение. Также отметим, что теплообменники ТТАИ тоже разборные, трубный пучок элементарно извлекается одним слесарем. Часто он может провести очистку отложений, как показала практика, достаточно простой щеткой. Но это, конечно, зависит от свойств воды и теплоносителя. Кстати, в теплообменнике реализован принцип са-



моочистки, что, конечно, не исключит волшебным образом его загрязнение (если теплообменный аппарат работает не на расчетном режиме), но сделает это загрязнение гораздо более медленным.

Таким образом, информация о легкости выполнения технического обслуживания пластинчатых теплообменников на поверку тоже является легендой.

Также следует отметить, что современные теплообменные аппараты ТТАИ имеют меньшее гидравлическое сопротивление (от 50% до 80%) по сравнению с пластинчатыми теплообменниками.

ВЫВОДЫ

Вышеперечисленные и ряд названных менее популярных легенд о выдающихся свойствах пластинчатых теплообменников активно пропагандируются и породили, с одной стороны, мнение о необходимости применения только таких аппаратов, а с другой стороны, вызвали бум по организации сборочных или даже почти полномасштабных производств таких аппаратов. Это действительно высокоэффективные и высококачественные теплообменные аппараты, и в ряде случаев их применение оправдано и даже оптимально. Но они не являются панацеей, и в большинстве случаев, особенно в сфере теплоснабжения, им есть более достойная альтернатива, превосходящая их по всему комплексу потребительских свойств – теплообменники ТТАИ.

Многолетний опыт эксплуатации в условиях СНГ более 5000 выпущенных за это время теплообменников ТТАИ позволяет с уверенностью сказать, что утверждение о безальтернативности пластинчатых аппаратов – не более чем миф. ■

Согласно договору о совместной деятельности № 1 от 05.01.2016 года, производство теплообменных аппаратов ТТАИб и их сервисное обслуживание по ТУ ВУ 400497448.001-2009 правообладателя ООО «Кедр» осуществляется обществом с ограниченной ответственностью «ИнвестэнергоГрупп», г. Гомель. УНН 400429820

Тел.: 80232 34 15 67
8044 761 97 42
e-mail: investenergo07@mail.ru
<http://investgroups.by>



«ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ: ДОРОЖНАЯ КАРТА ДО 2050 ГОДА»: ГЛУБОКАЯ ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ НА ОСНОВЕ ВИЭ

Новый анализ Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) показывает, что увеличение использования возобновляемых источников энергии в сочетании с электрификацией потребления энергии может обеспечить более трех четвертей сокращения выбросов, связанных с энергетикой, что необходимо для достижения глобальных целей в области климата. Представленный 9 апреля в рамках «Берлинского диалога по энергетическому переходу» доклад – это вторая публикация IRENA, в которой очерчивается дорожная карта энергетического перехода. Прошлый доклад был опубликован год назад.

Согласно новому докладу IRENA «Преобразование глобальной энергетической системы: дорожная карта до 2050 года», порядка 86% мирового спроса на электроэнергию может быть удовлетворено с использованием возобновляемых источников энергии (в рамках сценария REmap Case, при реализации которого человечество выполняет цель Парижского климатического соглашения).

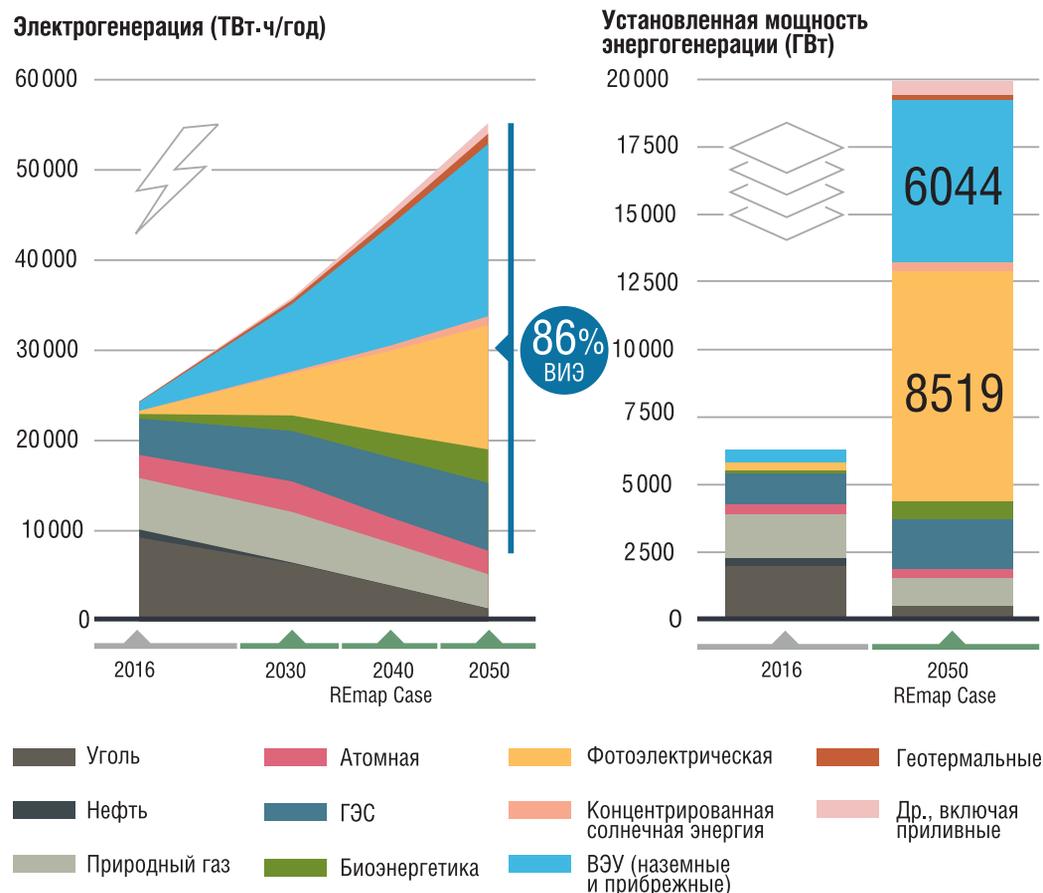
Электричество будет составлять почти половину конечного потребления энергии. Глобальная выработка электроэнергии за этот период увеличится более чем вдвое, причем основная ее часть будет производиться на основе солнца и ветра (см. диаграмму 1).

При этом, как мы видим, установленная мощность фотоэлектрических солнечных электростанций превысит 8,5 ТВт, а ветровых электростанций – 6 ТВт.

Для достижения глобальных целей в области климата к 2050 году необходимо снизить выбросы на 70% по отношению к их нынешнему уровню. Однако выбросы CO₂, связанные с энергетикой, продолжали расти в среднем более чем на 1% в год в течение последних пяти лет. Требуются более решительные действия для достижения целей в области возобновляемых источников энергии и климата.

«Гонка за безопасное климатическое будущее вступила

Диаграмма 1. Микс электрогенерации (ТВт·ч/год) и установленная мощность энергогенерации (ГВт) по видам топлива, REmap Case, 2016–2050 годы



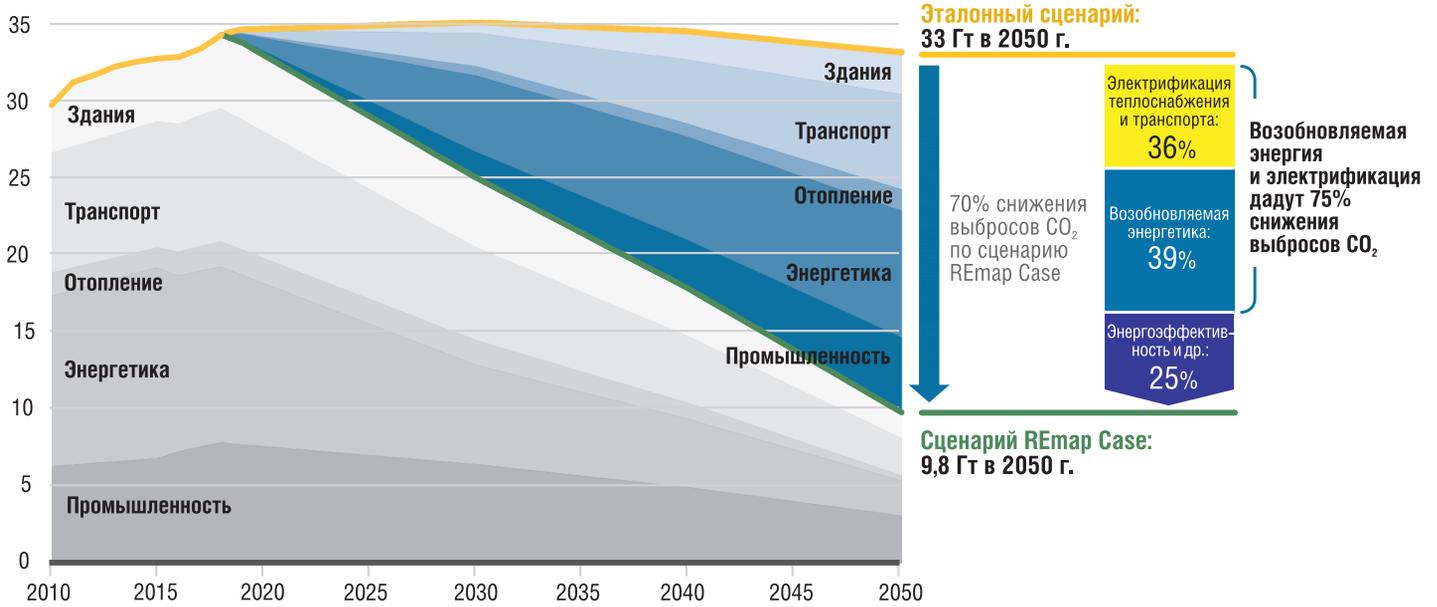
в решающую фазу, – заявил генеральный директор IRENA Франческо Ла Камера. – Возобновляемые источники энергии являются наиболее эффективным и легкодоступным решением

для обращения вспять тенденции роста выбросов CO₂. Сочетание возобновляемых источников энергии с более глубокой электрификацией может обеспечить 75% необходимого сокращения

выбросов, связанных с энергетикой» (см. диаграмму 2).

Какой объем инвестиций потребует для энергетической трансформации по сценарию REmap? По подсчетам

Диаграмма 2. Годовые выбросы CO₂ и их снижение, связанные с сектором энергетики, 2010–2050 годы (гигатонн/год)



IRENA, накапливаемые (кумулятивные) инвестиции на период 2016–2050 годов составят 110 трлн долларов США (см. диаграмму 3).

Учитывая эту внушительную цифру, объем дополнительных инвестиций по сравнению с нынешней траекторией развития (Reference Case) будет равен «всего» 15 трлн долларов. По расчетам IRENA, эти инвестиции с лихвой окупаются. В течение следующих 30 лет мировая экономика в целом сэкономит до 160 триллионов долларов США, избежит части затрат на здравоохранение, энергетические

субсидии и ликвидацию ущерба, связанного с изменением климата. Каждый доллар, потраченный на переход на новые источники энергии, окупится семикратно. К 2050 году энергетическая трансформация даст дополнительный прирост мирового ВВП в 2,5%.

«Переход на возобновляемые источники энергии имеет экономический смысл, – добавил г-н Ла Камера. – К середине столетия мировая экономика станет больше, и рабочие места, созданные в секторе энергетики, повысят глобальную занятость на 0,2%. Политика, направленная

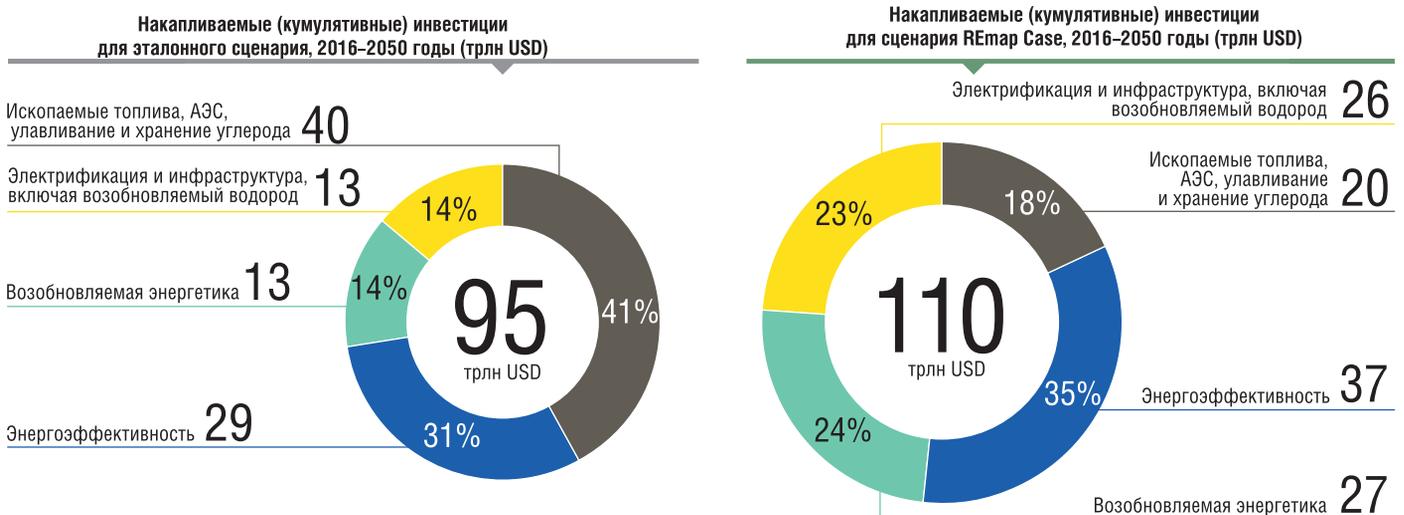
на содействие обоснованному, справедливому и инклюзивному переходу, может максимально увеличить выгоды для разных стран, регионов и сообществ. Это также ускорило бы получение универсального доступа к энергии. Преобразование глобальной энергетической системы выходит за рамки преобразования сектора энергетики. Это преобразование наших экономик и обществ».

Дорожная карта IRENA рекомендует сосредоточить внимание национальных политик на долгосрочных стратегиях, направленных на достижение ну-

левого выброса углерода. В ней также подчеркивается необходимость стимулирования и использования системных инноваций. Это включает в себя создание более интеллектуальных энергетических систем с помощью цифровизации, а также преобразование секторов конечного потребления энергии, в частности, отопления, охлаждения и транспорта, за счет повышения уровня электрификации и децентрализации. ■

Владимир Сидорович,
repen.ru
Диаграммы перевел
Дмитрий Станюта

Диаграмма 3. Накапливаемые (кумулятивные) инвестиции для эталонного сценария и сценария REmap Case, 2016–2050 годы (трлн USD)



В 2018 ГОДУ В МИРЕ БЫЛО ВВЕДЕНО В ЭКСПЛУАТАЦИЮ 171 ГВТ ВИЭ-ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) опубликовало очередной ежегодный статистический сборник сведений о генерирующих мощностях, работающих на основе возобновляемых источников энергии, «Renewable Capacity Statistics 2019».



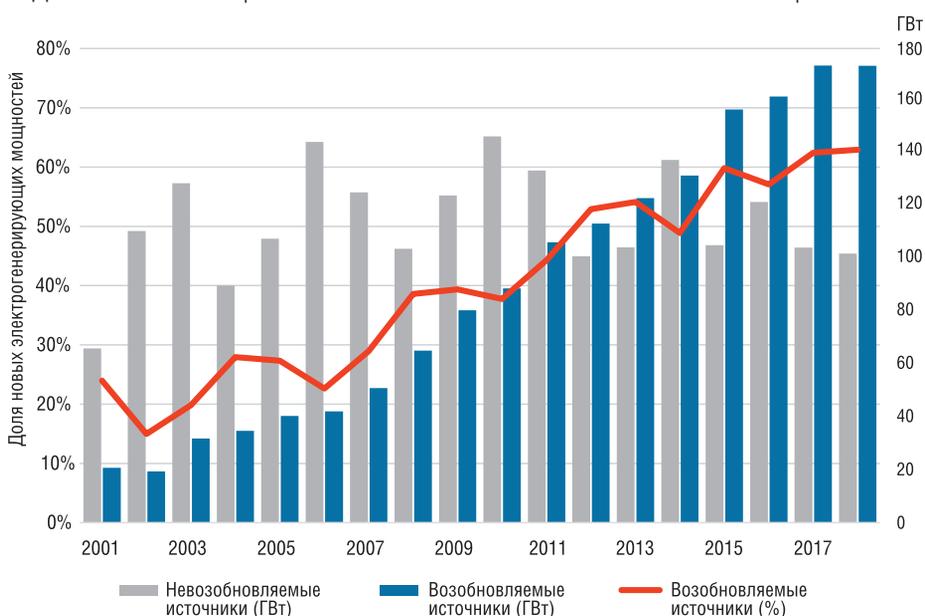
Согласно этой статистике, в 2018 году в мире было введено в эксплуатацию 171 ГВт ВИЭ-электростанций, что несколько меньше, чем в 2017 году. Солнечная и ветровая энергетика обеспечили 84% прироста мощностей ВИЭ в прошлом году.

В региональном разрезе ожидаемо лидирует Азия, где был установлен 61% новых мощностей, функционирующих на основе ВИЭ.

IRENA приводит сравнение исторической динамики объемов нового строительства объектов генерации, работающих на основе ВИЭ, и всех остальных. Как видно на графике 1, с 2015 года в мире ежегодно строится больше возобновляемой генерации, чем другой, то есть работающей на основе ископаемого топлива, в том числе атомной энергетики.

По итогам 2018 года установленная мощность ВИЭ в мире достигла 2351 ГВт, что на 7,9% больше, чем годом ранее. Теперь возобновляемая энергетика представляет примерно треть всех генерирую-

1. Динамика нового строительства объектов ВИЭ и невозобновляемой энергетики



щих мощностей на планете. Половина ВИЭ-мощностей приходится на гидроэнергетику (1172 ГВт), установленная мощность ветроэнергетики составляет 564 ГВт, а солнечной энергетики – 480 ГВт. При этом указанные «новые ВИЭ» (солнце и ветер) являются с большим отрывом самыми быстрорастущими секторами.

Приведем основные факты о развитии ВИЭ в 2018 году в разрезе технологий.

Гидроэнергетика. В 2018 году рост гидроэнергетики продолжил замедляться, и только Китай добавил в 2018 году внушительные новые мощности (+8,5 ГВт).

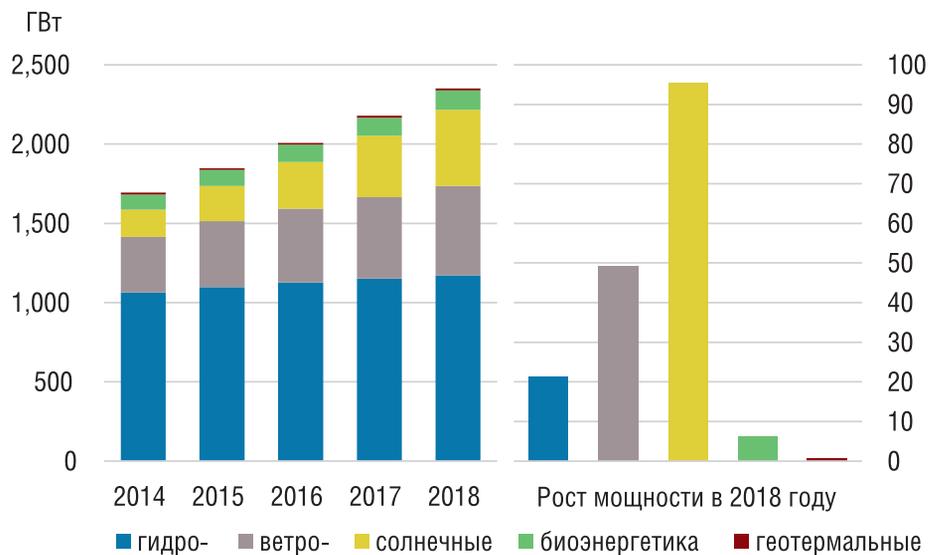
Ветроэнергетика. Глобальная мощность ветроэнергетики увеличилась в 2018 году на 49 ГВт. На долю Китая и США по-прежнему приходилась наибольшая доля расширения ветровой энергии, рост на этих рынках составил соответственно 20 ГВт и 7 ГВт.

Биоэнергетика. Развитие скромное. На три страны приходилось более половины расширения биоэнергетических мощностей в 2018 году. Китай увеличил мощности биоэнергетики на 2 ГВт, Индия на 700 МВт, Великобритания на 900 МВт.

Солнечная энергетика. Самый быстрорастущий сегмент не только ВИЭ, но электроэнергетики в целом. Установленная мощность солнечной энергетики увеличилась в прошлом году на 94 ГВт, в том числе в Азии было построено 64 ГВт.

Геотермальная энергетика выросла на 539 МВт в 2018 году, причем большая часть расширения пришлась на Турцию (+219 МВт) и Индонезию (+137 МВт), за которой следуют США, Мексика и Новая Зеландия.

2. Рост генерирующих мощностей возобновляемых источников энергии в мире



Солнечная энергетика – самый быстрорастущий сегмент не только ВИЭ, но электроэнергетики в целом. Установленная мощность солнечной энергетики увеличилась в прошлом году на 94 ГВт, в том числе в Азии было построено 64 ГВт.

В заключение хотелось бы отметить различие статистических сведений в разных источниках. По информации ряда организаций, установленная мощность солнечной энергетики по итогам 2018 года достигла/превысила 500 ГВт, а IRENA «насчитала» всего 486 гигаватт. Можно предположить, что различия вызваны использованием разных баз данных и методов, разными оценками сроков окончания проектов. В мире нет какой-то единой системы статистики, и вряд ли какой-либо источник можно считать самым достоверным.

Владимир Сидорович, renen.ru
 Диаграммы перевел Дмитрий Станюта

Энергосмесь

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



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

УНП 100338436

Японцы создали самовосстанавливающийся аккумулятор

Группа японских ученых создала уникальную технологию для создания самовосстанавливающихся аккумуляторов. Материал, из которого они изготовлены, обладает высокой износостойкостью и может самовосстанавливаться.

В настоящее время в устройствах используются либо литий-ионные, либо натрий-ионные аккумуляторы. Оба эти типа батарей со временем теряют свою изначальную емкость из-за многочисленных перезарядок. Это происходит из-за того, что слои аккумулятора внутри начинают разлагаться и образуют трещины, что, в свою очередь, уменьшает способность батареи заряжаться. В какой-то момент пользователь сталкивается с необходимостью замены аккумулятора.

Новая японская технология позволила ученым создать специальный восстанавливающийся материал, который увеличивает время износа батареи. Слои этого аккумулятора удерживаются силой кулоновского притяжения, а в обычных – силой Ван-дер-Ваальса, уступающей первой. Также материал, созданный японцами, может самовосстанавливаться. Данная технология применима как в смартфонах, так и в автомобилях.

elektrovesti.net

А.В. Чернышев,
к.ф.-м.н., руководитель проектов Международной
финансовой корпорации по энергетике в Республике Беларусь



ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ФИНАНСОВОЙ КОРПОРАЦИЕЙ БИОГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Биогазовая энергетика является одним из наиболее перспективных сегментов возобновляемой энергетики в Республике Беларусь в силу наличия развитой сельскохозяйственной отрасли и потребности в эффективной утилизации образующихся отходов. Ежегодно в Республике Беларусь образуется 89 млн тонн органических отходов; с целью выработки энергии (как электрической, так и тепловой) используется лишь 2% образовавшихся отходов. В развитых экономиках мира энергоэффективность, ресурсосбережение и переработка отходов создают значительный синергетический эффект с основными традиционными отраслями экономики и способствуют развитию технологий и созданию новых рабочих мест.



Биогазовая энергетика является достаточно сложным сегментом как с точки зрения технологии, так и с точки зрения бизнес-модели и необходимого нормативно-правового регулирования. В отличие от традиционной энергетики, где основными товарами, обеспечивающими инвестору денежные по-

токи в рамках регулируемой системы, являются тепловая и электрическая энергия, в биогазовой энергетике все несколько сложнее. В качестве товаров и услуг, производимых биогазовой установкой помимо тепловой и электрической энергии, могут выступать удобрения как товар, биометан как товар, услуга по

утилизации органических отходов, услуга по сокращению вредных выбросов и выбросов парниковых газов и т.д. В этой связи, как показывает опыт развитых рынков Европы и США, соответствующее нормативно-правовое регулирование нуждается в особом подходе и зачастую выделяется в отдельный рыночный

сегмент со своими правилами и регламентами.

В 2017 году Международная финансовая корпорация (входит в группу Всемирного банка) в рамках протокола о намерениях, подписанного с Министерством энергетики Республики Беларусь, приступила к реализации исследования потен-

циала биогаза в Беларуси. Исследование проводилось совместно с экспертами консалтинговой компании «ЭНЭКА» и включало в себя отбор потенциальных площадок для строительства биогазовых комплексов с использованием набора критериев и методов оценки проектов. Данное исследование должно было дать ответы на вопросы о техническом, экономическом потенциале биогазовой энергетики в Республике Беларусь, а также помочь Минэнерго сформировать подходы и точечные решения в области нормативно-правового регулирования отрасли, в частности, в отношении квотирования.

Исходя из текущих объемов органических отходов в Республике Беларусь, мировой практики эксплуатации биогазовых комплексов (далее БК), наилучшим и наиболее доступным субстратом для БК является навоз крупного рогатого скота (КРС), составляющий 77% от всех органических отходов, ежегодно образующихся в Беларуси. Как правило, навоз КРС используется в смеси с соломой и прочими органическими субстратами (отходы пищевой промышленности, сельского хозяйства и др.). Стоит отметить, что свиной навоз также возможно сбраживать совместно с соломой для получения биогаза. Данный субстрат имеет свои особенности, которые необходимо учитывать по месту расположения площадки. Куриный же помет, как правило, является лишь дополнительным субстратом ввиду высокого содержания азота.

Для БК, функционирующих на отходах предприятий пищевой промышленности, ввиду большого их разнообразия оптимальный состав определяется исходя из типа сырья, его характеристик и, практически в каждом случае, индивидуален.

Осадки сточных вод, как правило, рассматриваются как достаточно перспективный вид субстрата для БК, поскольку вопрос утилизации этих осадков в настоящее время в Республике Беларусь не решен.

Получение свалочного газа на полигонах ТКО – опробованная в Беларуси технология, ко-

Сектор	Потенциальное количество органических отходов, тыс. тВМ*						
	Всего по РБ	в том числе по областям					
		Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
Сельское хозяйство							
КРС	68659,2	13129,5	9803,0	12967,1	11203,1	13323,7	8232,9
Свиньи	3158,3	625,7	332,1	665,4	893,1	470,2	171,9
Куры	981,6	159,5	176,5	139,2	144,4	225,2	136,9
Пищевая промышленность							
Алкогольная отрасль	350,7	41,1	32,2	24,4	12,8	200,0	40,2
Молокоперерабатывающая отрасль	1,8	–	–	0,1	1,7	–	–
Мясоперерабатывающая отрасль	6,0	–	–	1,9	1,5	2,6	–
Сахарная отрасль	300	–	–	–	–	300	–
Другая пищевая промышленность	6	–	–	–	5,71	–	–
Твердые коммунальные отходы	3599,5	414,6	336,6	495,5	351,8	1690,7	310,3
Очистные сооружения сточных вод	12033,8	1449,4	1452,5	1667,1	1097,3	5036,7	1330,7
Итого по РБ:	89096,6	15819,7	12132,8	15960,7	13711,4	21249,2	10222,9

* – приведенное потенциальное количество органических отходов (тВМ – тонна влажного материала) не учитывает особенности образования отходов на предприятиях (фермах), такие как, например, содержание животных (стойловое/пастбищное) и прочие, влияющие на технически достижимый потенциал органических отходов, который можно использовать на БК.

торая может быть реализована на уже существующих полигонах. Также возможно сбраживание органической фракции ТКО на БК, однако это требует либо организации раздельного сбора органических отходов, либо должно реализовываться совместно со строительством мусоросортировочных заводов.

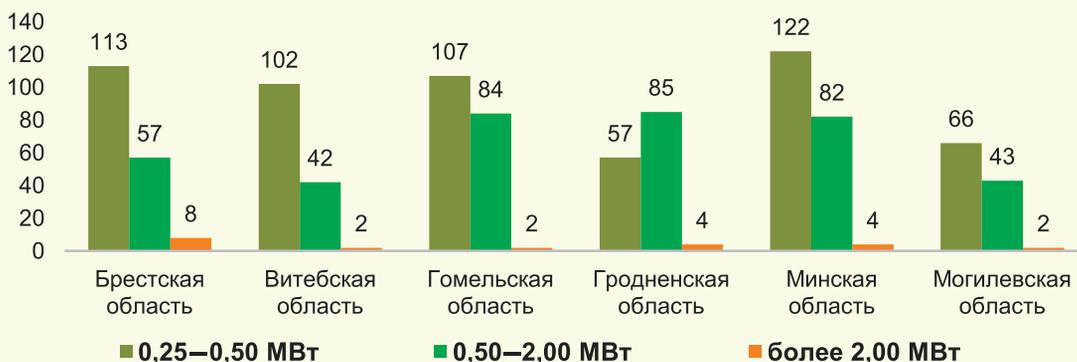
Сбор и анализ информации по объемам органических отходов в Республике Беларусь показал, что наибольшее их количество образуется в секторе сельского хозяйства, в особенности в секторе животноводства (КРС).

По состоянию на начало 2018 года в Беларуси имелось 27 МВт установленной мощности биогазовых проектов, которые были реализованы в виде 21 биогазовой станции. Планировалось построить еще 54 БК общей мощностью около 51 МВт в рамках системы квот.

По результатам исследования было установлено, что общее количество потенциальных БК с величиной установленной мощности свыше 250 кВт, исходя из данных по объемам образующихся отходов, – 982 (см. диаграмму ниже), в том

числе 940 – в секторе сельского хозяйства, 12 – в пищевой промышленности, 17 – на твердых коммунальных отходах, 13 – на очистных сооружениях сточных вод. Общая установленная электрическая мощность вышеуказанных потенциальных БК составляет **669,7 МВт**. Наибольший потенциал электрической мощности – 574,8 МВт (в том числе 512,7 МВт от животноводческих ферм) – может быть достигнут в сельскохозяйственном секторе, где образуется наибольшее количество органических отходов. ▶

Технический потенциал установленной мощности БК по областям Республики Беларусь



С помощью геоинформационных систем и геокодирования был составлен **длинный список потенциальных проектов (long list)**, в который вошли 43 потенциальные площадки для строительства БК общей суммарной электрической мощностью 49,03 МВт.

В рамках исследования площадки были проверены на наличие крупных комплексов по откорму КРС. В результате в рассмотрении осталось **18 площадок**, которые находятся вблизи комплексов по откорму КРС, общая суммарная электрическая мощность БК на них составила **20,61 МВт**.

Все выбранные потенциальные площадки соответствуют следующим критериям:

- рядом с БК имеется развитая дорожная инфраструктура;
- БК располагается в непосредственной близости от источника сырья;
- рядом с БК имеется один или два резервных источника сырья;
- плечо доставки сырья от резервных источников не превышает 10 км;
- резервные источники сырья обеспечат как минимум 50-процентный резерв;
- минимальная электрическая мощность БК составляет 0,5 МВт;
- рядом с БК имеется земельный участок площадью не менее 2,0 га;
- рядом с БК имеется линия электропередач напряжением не менее 10 кВ.

Данные площадки были проанализированы по разработанному перечню критериев с выездом на места и переговорами с заинтересованными сторонами, в результате чего был составлен **короткий список потенциальных проектов (short list)**, в который вошли 12 потенциальных проектов строительства БК общей суммарной потенциальной электрической мощностью 14,52 МВт (определено исходя из наличия биомассы для использования на БК). Указанные площадки расположены в Гродненской (6), Минской (2), Гомельской (1), Могилевской (1), Витебской (1) и Брестской (1) областях.

По каждой из рассмотренных 12 площадок были выполнены

технично-экономические обоснования строительства биогазовых комплексов, в которых приведены такие основные принятые технические решения, как:

- решения по обеспечению БК ресурсами и инженерными системами;
- объемы и источники субстрата, поступающего на сбраживание;
- установленная электрическая мощность БК;
- режим работы БК;
- основные технологические узлы БК;
- необходимое количество сотрудников;
- ожидаемый объем производства (выработки) и реализации (отпуска) электрической энергии.

По каждой из рассмотренных 12 площадок также были определены показатели эффективности инвестиций и целесообразности строительства объектов:

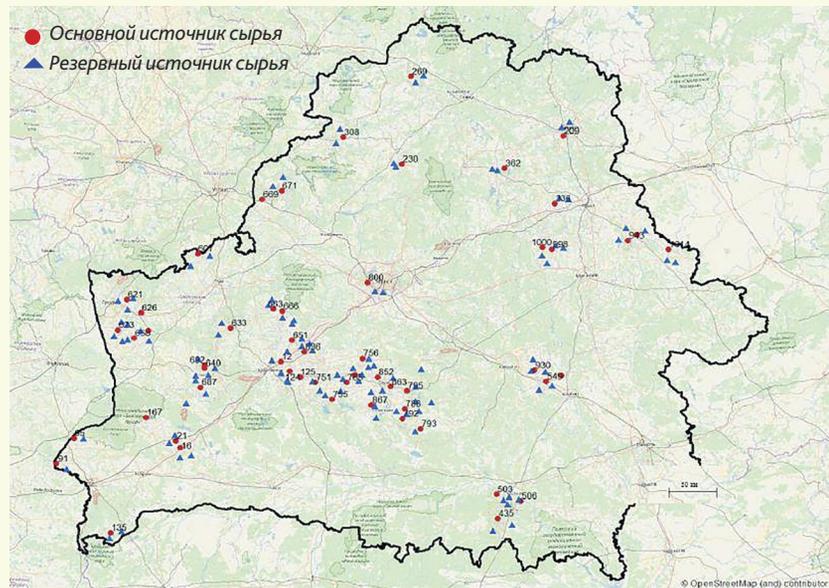
- капитальные затраты;
- показатели эффективности (чистый дисконтированный доход, срок окупаемости и т.д.).

Поскольку на момент разработки технико-экономических обоснований по проектам из короткого списка **квоты получены не были (все проекты новые)**, было принято, что выдача электроэнергии будет осуществляться с применением повышающего коэффициента **1,15 на первые 10 лет и 0,45 на последующие годы**. Для определения показателей эффективности реализации проекта в зависимости от повышающих и понижающих коэффициентов на реализацию электроэнергии, производимой из возобновляемых источников энергии, был проведен анализ чувствительности. Также был определен коэффициент, при котором динамический срок окупаемости проекта составит 10 лет.

Были получены следующие результаты:

- суммарная установленная электрическая мощность 12 потенциальных БК **15,9 МВт**;
- суммарные капитальные затраты на реализацию проектов 12 потенциальных БК **56,8 млн евро без НДС**;

Длинный список потенциальных проектов из 43 площадок общей мощностью 49,03 МВт



- суммарная годовая выработка электрической энергии на 12 потенциальных БК **119,4 млн кВт·ч**;
- динамический срок окупаемости 12 потенциальных проектов БК находится в диапазоне **8,9–10,4 лет**.

На примере БК «Щорсы», одной из 12 потенциальных площадок для размещения, были получены следующие результаты (в рамках действовавших на момент оценки правил регулирования):

Краткая информация по площадке ОАО «Щорсы»

Открытое акционерное общество «Щорсы» – агропромышленное предприятие, находящееся в Новоградском районе Гродненской области.

Хозяйство располагает 10560 гектарами сельскохозяйственных угодий, в том числе 5477 гектарами пашни. Поголовье крупного рогатого скота – 8500 голов. Основными производственными специализациями являются выращивание зерновых, кормовых и технических культур, льноводство и свекловодство, производство молока и мяса.

В состав ОАО «Щорсы» входит 5 молочно-товарных ферм и 1 комплекс по откорму КРС.

Показатели эффективности инвестиций

Показатель	Единица измерения	Проектируемый БК на базе ОАО «Щорсы»
Установленная электрическая мощность	кВт	1274
Объем производства продукции (выработка)	млн кВт·ч	10,19
Объем производства продукции (отпуск)	млн кВт·ч	8,26
Годовой расход условного топлива	тыс. т у.т.	3,07
Капитальные затраты	евро без НДС	4 604 515
Простой срок окупаемости проекта	лет	7,05
Динамический срок окупаемости проекта**	лет	9,02
Индекс рентабельности	евро/евро	1,40
Себестоимость	евро/кВт·ч	0,06
Повышающий коэффициент на продажу электроэнергии, первые 10 лет		1,15
Чистый дисконтированный доход проекта (NPV)*	евро	1 801 442
Чистый дисконтированный доход проекта (NPV)* для инвестора по денежному потоку	евро	4 707 928

* – на выбранный горизонт расчета (15 лет)

** – ставка дисконтирования по указанному проекту 9,0%

Что касается эффективности комплекса, при сроке службы в 20 лет динамический срок окупаемости 9 лет при коэффициенте 1,15 – это очень неплохо по меркам других стран и рынков (индекс рентабельности 1,4!).

Полные результаты исследования были представлены в Минэнерго для осуществления многофакторной оценки влияния развития биогазовых технологий в Республике Беларусь на экономические аспекты электроэнергетики и смежных отраслей.

Отдельно стоит сказать несколько слов относительно особенностей и проблем нормативно-правового регулирования в Республике Беларусь. С 2015 года в стране действует система квотирования, предусматривающая ежегодное установление Советом Министров сроком на 3 года объемов предполагаемых вводов возобновляемых мощностей по каждому типу ВИЭ, цена вырабатываемой электроэнергии которых определяется с учетом повышающих коэффициентов, применяемых к цене покупки электрической энергии для промышленных потребителей.

Что касается биогазовых квот, картина на данный момент следующая: практически 100% из ежегодно объявляемых объемов квот распределяется между участниками конкурса. Однако лишь пятая часть всех распределенных квот в части биогаза доводится девелоперами до стадии сдачи в эксплуатацию. Причин тому несколько: значительные риски подзаконных нормативных документов, риски, связанные с избыточностью мощностей, обусловленных вводом АЭС, риски, связанные с возможностью существенного изменения законодательства верхнего уровня. Все указанные риски находят свое отражение в стоимости заемных средств (и требованиях к величине доходности на собственный капитал), которые девелоперы надеются привлечь для реализации своего проекта после получения квот.

Так, например, договор на покупку электрической энергии, заключаемый между собственником биогазовой установки и одним из РУП «Белэнерго», содержит, как правило, следующие базовые риски: договор заключается сроком на 1 год, в нем нет арбитражной¹ и «дедушкиной»² оговорки, т.е. он содержит риски ретроактивного изменения законодательства, косвенно содержит валютный риск и риск определения цены электрической энергии (задается либо формулой, либо стоит отсылка к закону) и проч. Старшие кредиторы (банки, международные институты развития) в качестве инструмента снижения операционных рисков и рисков дефолта инвестора также хотели бы видеть наличие такого инструмента, как трехстороннее прямое соглашение (Direct Agreement). В соответствии с лучшими международными практиками такое соглашение позволяет существенно снизить риски несоблюдения сторонами своих обязательств и сохранить жизнеспособность проекта.

При анализе результатов проведенного детального исследования биогазового потенциала в Республике Беларусь, а также с учетом текущих и перспективных потребностей энергосистемы страны можно сделать вывод о том, что достижение максимальной инвестиционной привлекательности биогазового сектора возможно при значительном снижении инвестиционных рисков (по крайней мере тех, которые неподконтрольны инвестору: валютный риск, риск изменения законодательства и рыночных правил, риск неплатежей по договору покупки электрической энергии, риск перезаключения договора через каждый год и т.д.), а также при пересмотре или отмене системы квотирования для биогазовых ВИЭ. При этом стоит подчеркнуть, что результатом снижения инвестиционных рисков непременно станет сокращение стоимости электрической энергии от биогазовых станций для конечного потребителя.

Также стоит отметить, что система квотирования как таковая является лишь инструментом регулирования объемов установленной мощности биогазовых электростанций (или иных видов ВИЭ), но сама по себе ни в коей мере не решает вопрос о повышении инвестиционной привлекательности таких проектов или вопрос о снижении стоимости для энергосистемы. Иными словами, если сегодня отменить систему квотирования и убрать все ограничения на годовые объемы мощностей, на которые распространяется действие повышающего коэффициента, то вряд ли можно ожидать лавины инвестиций в сектор биогаза. С большой вероятностью все останется так как есть на данный момент. Причина этого – не система квотирования, а наличие существенных рисков (как с точки зрения международных инвесторов, так и с точки зрения квалифицированных инвесторов). Эффект от наличия указанных рисков состоит в том, что международные институты развития, способные предоставить финансирование на длительный срок и на лучших условиях, не рассматривают указанные проекты несмотря на их техническую или экономическую эффективность. Иные финансовые институты, включая некоторые коммерческие банки, как правило, не имеют экспертизы и опыта в финансировании и структурировании таких сделок и не в состоянии предоставить конкурентные условия, которые устроят инвестора или окажутся приемлемыми для его финансовой модели.

Опытные, квалифицированные инвесторы, имеющие за спиной богатый опыт работы в области строительства биогазовых станций и понимающие все риски этого бизнеса, не готовы участвовать в конкурсе на получение квот, так как заранее понимают, что придется взять на себя риски, контролировать которые они не в состоянии, а также то, что им придется привлечь дешевые длинные деньги в качестве заемного фи-

нансирования. Получается, что несмотря на любую обертку (систему квотирования), начинка конфеты остается непривлекательной.

Что остается на рынке при таких условиях? Остаются в основном начинающие инвесторы или инвесторы, которые готовы пойти на реализацию проекта с наличием потенциальной авантюрной истории в будущем. А также те, кто применяет самые дешевые и ненадежные (устаревшие) технологии, не брезгуя бывшим в употреблении оборудованием для обеспечения максимальной доходности проекта при максимальной же цене на вырабатываемую электроэнергию. Это существенно снижает конкурентность рынка, так как лишает доступа на него квалифицированных девелоперов и финансовых институтов и как следствие, качество и надежность реализации самих проектов и производимой электрической и тепловой энергии.

Один и тот же проект может иметь совершенно разную стоимость продукции (энергии) при различных подходах к регулированию и финансированию. За примером далеко ходить не нужно: достаточно сравнить рыночную стоимость электрической энергии тех же солнечных проектов в различных странах, а затем посмотреть на системные и регуляторные риски в них. Будет четкая корреляция: где ниже риски и выше конкуренция, есть доступ к дешевому длинному финансированию – там ниже цены. И все это при приблизительно одинаковой стоимости солнечных модулей во всем мире.

Для решения указанных вопросов необходима политическая воля и последовательная политика в области возобновляемой энергетики, в частности, биогаза. Иначе зачем ставить цели, достижение которых заранее невозможно, либо проводить отбор проектов, которые не в состоянии получить финансирование и быть реализованными?

Вопрос адресую читателю и оставляю для размышления... ■

¹ Арбитражная оговорка – договорное или отделенное от договора соглашение, принимаемое сторонами при заключении международного коммерческого контракта, где оговариваются вопросы урегулирования возможных споров, которые могут возникнуть между сторонами при исполнении контракта.

² Дедушкина оговорка (англ. Grandfather clause) – сложившийся в мировой практике принцип защиты инвестора от изменения законодательства принимающей инвестиции стороны или введения каких-либо международных санкций или торговых ограничений.

В дни проведения 29-й международной специализированной выставки «БЕЛАГРО-2019», в рамках которой сперва был заявлен, но в итоге не был организован салон «Биогаз-2019», редакция обратилась к экспертам в сфере биогазовых технологий с просьбой дать свои комментарии по теме.

Н.Ф. Капустин,
заведующий лабораторией использования ТЭР РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»



Прежде всего, следует положительно оценить сам факт того, что Международная финансовая корпорация провела определенную оценку потенциала биогаза в Республике Беларусь, особенно в части, касающейся его производства из сельскохозяйственного сырья животного происхождения. Важно также и то, что кроме общей оценки потенциала биогаза проведен отбор потенциальных площадок для строительства биогазовых комплексов, выполнены технико-экономические обоснования их строительства, определены показатели эффективности инвестиций в БК и целесообразность их строительства.

В то же время следует отметить, что в приведенном примере расчета показателей эффективности инвестиций, выполненном для БК «Щорсы», среднегодовой коэффициент загрузки электрогенерирующего оборудования принят равным 0,91. То есть фактически произведенная на БК электроэнергия, например в течение года, должна составлять 91% от ее годовой выработки при работе БК с номинальной мощностью.

Проведенный нами мониторинг работающих в сельхозпредприятиях Республики Беларусь биогазовых комплексов свидетельствует о том, что их реальный сред-

негодовой коэффициент загрузки лежит в пределах 0,6–0,8. Это связано с тем, что развитие биогазовых технологий в Республике Беларусь в настоящее время проходит первоначальную стадию, когда начинают формироваться и приобретать необходимый профессиональный опыт службы сервиса и эксплуатационный персонал БК.

Таким образом, организация технико-технологического обучения персонала для БК является одним из важных факторов повышения инвестиционной привлекательности биогазовой отрасли в Республике Беларусь.

А.Е. Бернацкий,
и.о. ученого секретаря ГНУ «Центр системного анализа
и стратегических исследований НАН Беларуси»



В рамках сотрудничества с Минэнерго Международная финансовая корпорация провела исследование потенциала биогазового сектора в Беларуси. Полученные данные о техническом и экономическом потенциале использования органических отходов в энергетических целях весьма точно и детально отражают сложившуюся картину в сельскохозяйственном секторе и во многом совпадают с предыдущими оценками.

Результатом исследования является формирование «длинного» (long list) и «короткого» списков (short list) потенциальных биогазовых проектов. Определены 12 перспективных площадок и выполнены технико-экономические обоснования строительства биогазовых комплексов, рассчитаны показатели эффективности инвестиций и целесообразности строительства объектов. Данная информация будет с большим интересом воспринята потенциальными инвесторами и обя-

зательно должна быть представлена на профильных бизнес- и инвестиционных форумах.

Имеющуюся информацию о перспективных площадках следует дополнить анализом финансово-хозяйственной деятельности сельхозпредприятий, на базе которых будут реализовываться биогазовые проекты. Практика показывает, что даже при условии привлечения внешних инвестиций порядка 25% их общего объема должно быть обеспечено инициатором проекта. В рассматриваемых вариантах это сумма, превышающая 1 млн евро. В условиях в целом негативной финансовой ситуации в сельском хозяйстве Беларуси важно понимать, сможет ли рассматриваемое предприятие выступить полноценным партнером при реализации проекта.

Также следует отразить возможности и пути использования вырабатываемой тепловой энергии, направления утилизации

получаемых остатков от переработки сырья, другие возможные агротехнические и экологические аспекты, которые повлияют на дальнейшую работу сельскохозяйственного предприятия, а значит, прямо или косвенно отразятся на эффективности рассматриваемых биогазовых проектов.

В то же время, наиболее важным результатом исследования с моей точки зрения является полученная информационная база для изменения, мягко скажем, «консервативной» позиции Минэнерго по данному вопросу и принятия в дальнейшем обоснованных решений в области нормативно-правового регулирования отрасли. В исследовании четко определены риски, сдерживающие приход иностранных инвестиций и реализацию проектов в биогазовом секторе Беларуси. И это преимущественно не лежащие на поверхности ограничения (к примеру, установление квот), а скрытые действия подзаконных ТНПА и прак-

тика их реализации подразделениями министерства и других полисимейкеров.

В этой связи, при формировании дальнейшей стратегии в области биоэнергетики следует понимать, что сегодня мы живем практически в разных с лидерами мирового экономического развития энергетических эпохах и не осознаем очевидных перспектив изменения энергетического сектора. В то время как в Беларуси все внимание сконцентрировано на вводе Белорусской АЭС и трепетном ожидании 2020–2021 годов, не имея четкого понимания дальнейшего стратегического развития энергогенерации и потребления, тарифообразования и проч., остальной мир активно перестраивает свои энергетические системы на принципах устойчивости, гибкости и внедрения рыночных механизмов для всех видов генерации.

На лидирующие позиции в этой связи выходят возобновляемые источники энергии, ко-

торые продолжают показывать активный рост как по установленной мощности (около 8,8% в год), так и по выработке энергии (уже 26,5% от общего объема производства электроэнергии). На эту динамику не оказало влияния даже резкое снижение цен на нефть в 2014 году.

На возобновляемые источники приходится две трети мировых инвестиций в энергетическую мощность, так как для многих стран ВИЭ становятся самым дешевым источником энергии нового поколения. В Европейском союзе на возобновляемые источники приходится 80% новых мощностей.

На данный момент уже 17 стран генерируют более 90% необходимой каждой из них электроэнергии из ВИЭ. При этом возобновляемые источники энергии, которые характеризуются нестабильным (вариабельным, стохастическим) уровнем выработки (ветер, солнце), сегодня достигают высоких уровней использования в отдельных странах. Например, такие страны, как Дания, Германия, Португалия, Испания, Великобритания, Греция и др. более чем на 20% обеспечивают собственные нужды подобными источниками энергии.

Помимо электроэнергетики сегодня существует огромный потенциал для расширения использования ВИЭ в сфере теплоснабжения, охлаждения, электротранспорта и электрификации отопительных систем. Важной тенденцией является переход к использованию гибридных систем, которые объединяют несколько энергетических ресурсов

(например, таких, как солнечная тепловая энергия или энергия биомассы с тепловыми насосами) для обслуживания различных энергетических нужд.

Результатом продолжающегося снижения стоимости установок ВИЭ и роста их эффективности является существенное снижение себестоимости электрической энергии. Доля реализуемых проектов в области ВИЭ (без гидроэнергетики), которые являются конкурентоспособными без всякой поддержки субсидиями, уже сегодня превышает 30% и продолжит расти. Данная динамика подкрепляется тенденциями издержек в секторе традиционной энергетики: затраты на добычу нефти и природного газа будут расти, поскольку операторы вынуждены переходить на меньшие, более удаленные или более проблемные месторождения (актуальный вопрос для Беларуси на фоне проблем с загрязненной российской нефтью, что связано с ее добычей на «старых» месторождениях с падающим дебетом).

При этом стоимость электроэнергии, вырабатываемой солнечными и ветроэнергетическими установками (по показателю приведенной стоимости LCOE), снизилась за последние 10 лет на 88% и 69% соответственно.

В этой связи в Беларуси назрела необходимость совершенствования подходов к развитию ВИЭ на долгосрочную перспективу. Дальнейшее развитие ВИЭ в Беларуси возможно и необходимо независимо от внедрения АЭС. При этом мировое развитие технологий по использованию ВИЭ, снижение стоимости обо-

рудования для установок ВИЭ и повышение эффективности их работы обуславливают необходимость перевода развития ВИЭ от государственной поддержки на условия рыночных отношений.

Видится целесообразным снятие всех технических барьеров на рынке для ВИЭ и его дальнейшее развитие в направлении

Использование в качестве удобрения продуктов биогазовой переработки позволяет увеличить среднюю урожайность возделываемых культур на 5–15%.

установления рыночных отношений и снижения дотаций. В особенности это касается установок, которые будут участвовать в регулировании суточного графика мощности, а также установок, работающих в режиме когенерации.

Очевидно, что требует своего решения и режимное взаимодействие владельцев установок ВИЭ с энергоснабжающими организациями – это вопрос весьма актуальный, но легко решаемый в рамках построения интеллектуальных энергетических сетей производства и потребления электроэнергии (smart grids). Опыт его решения имеется во множестве стран, где доля переменных энергоисточников составляет от 20% до 57%.

В то же время, игрокам энергетического рынка, в первую очередь его регулятору, целесообразно приложить дополнительные усилия для активи-

зации развития биогазовой энергетики. Вопрос государственной поддержки в виде финансовой или технической помощи при реализации биогазовых проектов пока остается актуальным, но точно компенсируется в результате действия экстерналий биоэнергетики. При формировании политики в этой области следует понимать, что объекты биогазовой энергетики решают не только энергетические, но и экологические проблемы сельского хозяйства. Использование в качестве удобрения продуктов биогазовой переработки

позволяет увеличить среднюю урожайность возделываемых культур на 5–15%. Распространение биогазовых технологий будет способствовать снижению себестоимости производства сельскохозяйственной продукции за счет использования в животноводстве и растениеводстве производимой тепловой энергии, снижения затрат на покупку минеральных удобрений и химикатов, сокращения нагрузки на очистные сооружения и экологических налогов. Производство биогаза не имеет суточных и годовых колебаний. Более того, биогазовая установка может аккумулировать получаемый биогаз и сжигать его в момент пиковых нагрузок, тем самым участвуя в суточном регулировании мощности. На каждом биогазовом комплексе создается 6–10 высокотехнологичных рабочих мест, что особенно важно в сельских районах. ■

«Зеленые» аукционы повысят рентабельность биогазовых проектов на 10%

Об этом на пресс-конференции в Украинской форме сказал председатель Правления общественного союза «Биоэнергетическая ассоциация Украины» Георгий Гелетуха.

«На рынок биоэнергетики Украины вышел новый мощный игрок – Ecodevelop. Этот рынок является очень перспективным. В Германии на сегодняшний день около 10 тыс. биогазовых установок, в Украине – 20. Можете себе представить, куда мы можем прийти, если будем двигаться в этом на-

правлении. Биогаз – это будущее сельского хозяйства, и энергетики», – рассказал Гелетуха.

«Новые правила игры на рынке энергетики вводят аукционы. Это дополнительный стимул для развития биогазовых проектов, они будут иметь на 10% большую рентабельность, чем без этого закона. Сама система аукционов предполагает, что компании получают тариф, если выигрывают на аукционе, на 20 лет. Он чуть меньше, чем «зеленый»

тариф, но платить его будут 20 лет», – подчеркнул Гелетуха.

Он подчеркнул, что Украина тратит 12 млрд долларов на импорт различных энергоносителей.

«Давайте развернем эти средства на развитие собственных установок и не будем импортировать энергоносители. Это и новые рабочие места, и налоги», – добавил Гелетуха. ■

elektrovesti.net

Участникам конференции представлен первый на Витебщине полностью электрифицированный дом

Витебским областным управлением по надзору за рациональным использованием ТЭР было организовано проведение конференции «Энергосбережение в промышленности и строительстве» в рамках Восьмого Международного экономического форума «Инновации. Инвестиции. Перспективы», состоявшегося 16–17 мая. Сотрудники управления приняли участие в семинаре «Система работы Витебской области по воспитанию культуры энерго- и ресурсосбережения, формированию эко-дружественного образа жизни учащихся», организованном главным управлением образования Витебского областного исполнительного комитета. Оба мероприятия прошли в первый день работы форума.

На конференции с презентациями выступили представители предприятий, которые реализовали у себя энергоэффективные мероприятия или выпуск инновационной продукции. На семинаре обсуждались вопросы работы по энергосбережению в учреждениях образования, пропаганда эффективного использования энергии, популяризация Целей устойчивого развития среди детей и молодежи.

На конференции говорилось и о том, что в Беларуси в связи с планируемым вводом в эксплуатацию БелАЭС изучаются возможности увеличения использования электрической энергии, поскольку рост электропотребления будет способствовать улучшению технико-экономических показателей работы отечественной энергосистемы и других сфер экономики. Правительством утверждены комплексный план развития энергетической сферы и межотраслевой комплекс мер по увеличению потребления электроэнергии, охватывающие период до 2025 года.

Витебская область занимает активную позицию в решении поставленных задач.



Так, в г.п. Лиозно введен в эксплуатацию жилой дом, в котором для нужд отопления, ГВС и приготовления пищи используется только электрическая энергия. Опыт его эксплуатации поделился главный инженер УП ЖКХ Лиозненского района В.И. Рыженков.

8-квартирное здание по ул. Добромысланской, 13 после реконструкции стало первым на Витебщине домом, где для отопления квартир, подогрева воды и приготовления пищи применяется исключительно электричество. Воду греют бойлеры, а в комнатах установлены электрические конвекторы с регуляторами мощности. Все эти единицы оборудования сами по себе – не новинки, но в комплексе в одном жилом доме их еще не использовали.

Регулирование заданной температуры в помещении, включение и выключение обогревателей осуществляется при помощи терморегулятора, который крепится на противоположной от обогревателя стене, на высоте 1–1,5 м.

Расчетная мощность, потребляемая электропотребителями жилого дома, составляет 63,4 кВт. Использование электрической энергии для целей отопления и горячего водоснабжения запланировано мощностью: на отопление – 3,6 кВт на квартиру; на ГВС – 1,8 кВт на квартиру.

Электроснабжение здания жилого дома выполнено двумя проектируемыми кабелями от существующего ТП. Распределение электроэнергии осуществляется от вводно-распределительного устройства (ВРУ), щитов этажных. Учет электроэнергии, потребляемой квартирами, осуществляется счетчиками, установленными в этажных щитах.

Для контроля объема электроэнергии, потребляемой квартирами, дополнительно в спроектированном ВРУ установлен суммирующий счетчик. Для учета электроэнергии, потребляемой электроконвекторами в местах общего пользования, установлен отдельный прибор учета.

Интерес вызвала динамика потребления электроэнергии в разрезе потребителей, сложившаяся за январь–март 2019 года (таблица 1).

Заинтересовавшиеся информацией участники конференции задали свои вопросы и обменялись контактами.

Мероприятия, подобные форуму, являются уникальными площадками для встреч производителей и потребителей в любой сфере деятельности. Они дают возможность заявить о себе, укрепить существующие и найти новые деловые контакты, быть в курсе новых технологий и инноваций. ■

Ж.В. Сверчкова, заведующий сектором производственно технического отдела
Л.Е. Стульбо, заведующий группой делопроизводства и отчетности
Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Таблица 1. Динамика потребления электроэнергии в разрезе потребителей за январь–март 2019 года

Номер квартиры	Количество комнат	Площадь квартиры, кв. м	Январь 2019 г.	Февраль 2019 г.	Март 2019 г.	Примечание
			Потребление электроэнергии, кВт·ч	Потребление электроэнергии, кВт·ч	Потребление электроэнергии, кВт·ч	
1	2	45,58	1383	1080	1018	Проживают постоянно
2	2	42,06	1207	987	909	Проживают постоянно
3	2	42,09	176	102	0	Не проживают
4	2	45,58	1854	1177	932	Проживают постоянно
5	2	42,09	303	889	1137	Проживают постоянно с 03.03.2019
6	2	45,58	216	586	821	Проживают постоянно с 23.03.2019
7	2	45,58	890	584	620	Не проживают. С 20.02.2019 на датчиках температуры в комнатах установлена t=18°C
8	2	42,06	1111	942	741	Проживают постоянно

Автоматизированная котельная будет управляться дистанционно

Витебское предприятие котельных и тепловых сетей (ГП «ВПКиТС») модернизирует четыре котельные в окрестностях областного центра с установкой теплоутилизаторов и использованием другого энергоэффективного оборудования и материалов. Все работы проводятся с целью снижения себестоимости производства тепловой энергии.

В январе 2019 года в агрогородке Октябрьская Витебского района введен в эксплуатацию первый пусковой комплекс котельной Малая Октябрьская, в состав которого вошел монтаж двух водогрейных котлов КВГМ 1,1-95 и КВГМ 0,8-95, работающих на природном газе, взамен четырех физически и морально устаревших котлоагрегатов «Факел-1Г». Произведена установка двух конденсационных теплоутилизаторов КТГ-0,1 производства ГП «ВПКиТС» тепловой мощностью по 100 кВт каждый, а также выполнены автоматизация и диспетчеризация котельной. По данным на 15 марта текущего года, выработка тепловой энергии теплоутилизатором составила 8%

от выработки котлоагрегата. В настоящий момент на стадии завершения находится второй пусковой комплекс – установка водогрейного котла ПАР-0,45, работающего на природном газе.

Реализация данного мероприятия позволит получить годовую экономию ТЭР в размере 219,3 т у.т., а также сократить фонд заработной платы за счет оптимизации штатной численности персонала котельной. Фактическая экономия ТЭР по итогам работы в первом квартале нынешнего года составила 96,35 т у.т.

Капитальные затраты на строительство объекта согласно проекту составят 316 292,32 рубля, ориентировочный срок окупаемости объекта – 2,1 года.

Котельная Малая Октябрьская после переоборудования станет полностью автоматизированной: она будет управляться дистанционно с общего диспетчерского пульта.

На еще одном теплоисточнике в этом населенном пункте – Октябрьской Большой – газовый паровой котел ДКВР-4/13 переводится в водогрейный режим.



Доля местных топливно-энергетических ресурсов в общем объеме потребления котельно-печного топлива ГП «ВПКиТС» за 2018 год выросла до 29,8%, или 8 331 т у.т. (прирост по сравнению с 2017 годом составил 419 т у.т.). Организацией эксплуатируются 32 теплоисточника суммарной мощностью 192,3 Гкал/ч, в том числе 12 – с использованием МТЭР. Доля автоматизации котельных составляет 43%. ■

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

Электробусы на дорогах столицы

Развитие столицы неразрывно связано с увеличением городского населения и транспорта. Такая тенденция приводит к необходимости и первоочередности использования общественного транспорта с максимальной эффективностью и минимальным воздействием на экологию городских зон.

Именно на транспортный сектор приходится большая часть выбросов загрязняющих веществ в г. Минске. Несмотря на наличие крупных промышленных предприятий, выбросы мобильных источников составляют более 80% от их общего объема. В развитых странах эффективным и экологичным вариантом явилось использование электрических транспортных средств на дорогах мегаполисов.

В г. Минске прогрессивным решением стало внедрение электробусов под брендом «Vitovt» производства холдинга «Белкоммунмаш», которые курсируют в столице с 2017 года. Данный вид транспорта благодаря низкому уровню шума и вибрации, отсутствию выбросов вредных веществ считается «зеленым»

транспортом XXI века. Модели на базе суперконденсаторов с автономным ходом позволяют преодолевать протяженный маршрут без использования контактной сети. Такая особенность дает возможность уйти от применения подвесной сети, что исключает затраты на строительство и содержание троллейбусной инфраструктуры. К тому же эксплуатационные расходы электробуса ниже по сравнению с автобусом. Новый вид транспорта органично вписывается в современный облик города и способствует развитию новых маршрутов без негативного влияния на городскую среду.

На данный момент ГП «Минсктранс» эксплуатирует 80 элек-

тробусов VitovtMaxElectro: 48 шт. модели E-433 и 32 шт. модели E-321. Данные инновационные модели пассажирских транспортных средств сочетают в себе экологичность троллейбуса и автономность и маневренность автобуса. Электробусы оборудованы системой накопителей электроэнергии на базе суперконденсаторов, спроектированы с учетом фактора повышенной комфортности и удобства проезда для всех категорий пассажиров, в том числе для лиц с ограниченной мобильностью и пассажиров с детскими колясками.

Дополнительно ведется работа с размещением и электроснабжением станций зарядки электробусов. В настоящее время

в г. Минске установлено 11 зарядных станций мощностью 0,3 МВт каждая.

Немаловажным является и тот факт, что применение такого рода транспорта в условиях ввода БелАЭС станет дополнительным средством балансирования Белорусской энергосистемы.

Преследуя цель развития устойчивой городской мобильности в совокупности с принципами декарбонизации, столичные власти определили прогрессивный путь расширения транспортной инфраструктуры: электробусы станут неотъемлемой частью парка общественного транспорта г. Минска. Такой шаг соответствует Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития в части сокращения выбросов углекислого газа и увеличения доли экологически чистого транспорта. ■

Т. К. Билокурова, заведующий сектором производственно-технического отдела Минского городского управления по надзору за рациональным использованием ТЭР



СТУДЕНТЫ БНТУ – В ФИНАЛЕ VII МЕЖДУНАРОДНОГО ИНЖЕНЕРНОГО ЧЕМПИОНАТА «CASE-IN»

В Москве состоялся финал VII Международного инженерного чемпионата «CASE-IN», в рамках которого 540 молодых специалистов и будущих инженеров из 60 регионов России, Беларуси и Казахстана изложили экспертам свои идеи по цифровизации топливно-энергетического и минерально-сырьевого комплексов.

БНТУ на престижном чемпионате представила команда «Крокодилы» студентов 4-го курса кафедр «Электрические системы» и «Экономика и организация энергетики» энергетического факультета БНТУ, которая успешно прошла отборочный этап и выиграла онлайн-этап.

26 апреля 2019 года на кафедре «Электрические системы» состоялся онлайн-этап направления «Электроэнергетика» Студенческой лиги Международного инженерного чемпионата «CASE-IN». В отборочном этапе, который прошел в формате телемоста, приняли участие команды, представляющие ведущие технические вузы Беларуси и Казахстана: Карагандинский государственный технический университет, Южно-Ка-

захстанский государственный университет имени М. Ауэзова и Белорусский национальный технический университет.

В ходе соревнований участники выработали решения инженерных кейсов – отраслевых практических задач по общей теме сезона «Цифровая трансформация». В зависимости от вуза будущие специалисты представили один из двух кейсов.

Первый кейс направления «Электроэнергетика» был посвящен развитию системы мониторинга переходных режимов ЕЭС России. Кейс был разработан по материалам и с участием специалистов АО «СО ЕЭС» – стратегического партнера по направлению «Электроэнергетика». Второй кейс направления «Электроэнергетика» был создан при участии ПАО «ФСК ЕЭС» и посвящен



Участники команды «Крокодилы» энергетического факультета БНТУ на онлайн-этапе «CASE-IN»

Наша справка



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ЧЕМПИОНАТ
CASE-IN
СТУДЕНЧЕСКАЯ ЛИГА

Международный инженерный чемпионат «CASE-IN» — международная система соревнований по решению инженерных кейсов среди студентов, школьников и молодых специалистов. Цель чемпионата — популяризация инженерно-технического образования и привлечение наиболее перспективных молодых специалистов в топливно-энергетический и минерально-сырьевой комплексы. Участниками чемпионата, который в 2019 году посвящен теме «Цифровая трансформация», стали более 7000 будущих и молодых инженеров ТЭК и МСК. Отборочные этапы чемпионата прошли в 56 вузах России, Беларуси, Казахстана, Киргизской Республики, Таджикистана. В Лиге молодых специалистов приняли участие представители более 30 компаний ТЭК и МСК. Чемпионат проходит при поддержке семи федеральных министерств и ведомств России.

Высшие учебные заведения Республики Беларусь принимают участие в «CASE-IN» в онлайн-формате. Третий год подряд участниками чемпионата в направлении «Электроэнергетика» являются Белорусский государственный технологический университет, Белорусский национальный технический университет и Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого. Лучшие команды этих вузов становятся финалистами «CASE-IN» и приезжают в Москву на финал чемпионата. Участники из Республики Беларусь высоко оценивают опыт, приобретенный в ходе решения кейсов.



Студенты энергетического факультета БНТУ Мария Русецкая, Марк Флерко, Михаил Чумаченко и ст. преподаватель кафедры «Электрические системы» Д. А. Секацкий во время финальных мероприятий «CASE-IN»

системам диагностики силовых трансформаторов и линий электропередачи.

Особое внимание участники уделили энергоэффективности своих решений: вопрос по теме энергосбережения и энергоэффективности был включен в каждый кейс по инициативе титульного партнера чемпионата ООО «Транснефтьэнерго».

Идеи будущих инженеров оценили эксперты – представители отраслевых компаний, среди которых АО «СО ЕЭС», АО «НТЦ ЕЭС (Московское отделение)», ПАО «РусГидро», а также представители профессорско-преподавательского состава НИУ «МЭИ».

По итогам отборочного этапа были определены команды-финалисты:

Белорусский национальный технический университет – команда «Крокодилы»;

Карагандинский государственный технический университет – команда «4 MULA»;

Южно-Казахстанский государственный университет – команда «Cosmos»;

Белорусский государственный университет транспорта – команда «Три фазы и нейтраль».

Команды, признанные лучшими, представили свой вуз в финале Студенческой лиги Международного инженерного чемпионата «CASE-IN», который состоялся в Москве 30–31 мая 2019 года. В финале будущих инженеров приветствовали заместитель Министра энергетики РФ А.Ю. Инюцын, руководитель Федерального агентства по делам молодежи А.В. Бугаев, заместитель генерального директора платформы «Россия – страна возможностей» В.А. Даванков и другие руководители организаций отраслей ТЭК и МСК.

Планируется, что участие будущих специалистов ТЭК Республики Беларусь в следующих сезонах Международного инженерного чемпионата «CASE-IN» будет расширено.

С более подробной информацией о Международном инженерном чемпионате «CASE-IN» можно ознакомиться на сайте <http://case-in.ru> ■

Рейтинг вузов по количеству призовых мест, занятых командами в рамках финала Чемпионата с 2013 по 2018 год

Вуз	Баллы	Рейтинг
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург)	5,5	1
Тюменский индустриальный университет (Тюмень)	5,5	1
Забайкальский государственный университет (Чита)	5,5	1
Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Томск)	5,125	2
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова (Новочеркасск)	5	3
Санкт-Петербургский горный университет (Санкт-Петербург)	4,33	4
Шахтинский филиал «ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова» (Шахты)	4,25	5
Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина (Иваново)	4	6
Новосибирский государственный технический университет (Новосибирск)	4	6
Самарский государственный технический университет (Самара)	4	6
Саяно-Шушенский филиал «Сибирский федеральный университет» (Саяногорск)	4	6
Иркутский национальный исследовательский технический университет (Иркутск)	3,5	7
Северо-Кавказский федеральный университет (Ставрополь)	3,5	7
Белорусский национальный технический университет (Минск)	3,5	7

Рейтинг команд по баллу за решение кейса направления «Электроэнергетика» в рамках отборочного этапа в 2019 году

Команда	Вуз	Баллы	Рейтинг
Есть контакт	Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)	116,3	1
Обмотка возбуждения	Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина	116,17	2
CyberЭнерго	Национальный исследовательский университет «МЭИ»	116,17	2
Системы и сети	Самарский государственный технический университет	113,83	4
Свидетели ПУЭ	Северо-Кавказский федеральный университет	113,14	5
Крокодилы	Белорусский национальный технический университет	112,75	6
Стоит подумать	Сургутский государственный университет	112,5	7
Гоцифро	Национальный исследовательский Томский политехнический университет	111,88	8
Третий закон Кирхгофа	Омский государственный технический университет	111,71	9
Сообщество защиты прав электричества	Сибирский государственный индустриальный университет	111,2	10
Фиксики	Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова	110,67	11
FORA	Уральский федеральный университет имени первого Президента Б.Н. Ельцина	110,12	12
ТТ	Саратовский государственный технический университет	109,7	13
Новая Энергия	Иркутский национальный исследовательский технический университет	108,67	14
Энергия Идеи	Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)	108,5	15
Холостое Замыкание	Тюменский индустриальный университет	108	16
4 MULA	Карагандинский государственный технический университет	106,25	17
Фаза А	Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова	104,75	18
Cosmos	Южно-Казахстанский государственный университет имени М. О. Ауэзова	104	19
Добровольцы	Сибирский федеральный университет	102,29	20
Пилигрим	Альметьевский государственный нефтяной институт	101,5	21
Резонанс	Дальневосточный федеральный университет	101,33	22
AC/DC	Пермский национальный исследовательский политехнический университет	101,14	23
Digital future	Новосибирский государственный технический университет	99,63	24
WeWatt	Санкт-Петербургский горный университет	97,6	25
Код Шредингера	Филиал Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Волжский	96,5	26
Три фазы и нейтраль	Белорусский государственный университет транспорта	94,75	27

А.А. Бутько | В.А. Пашинский | Л.А. Липницкий |
 МГЭИ им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета

ОЦЕНКА СРЕДНЕСРОЧНЫХ И ДОЛГОСРОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСТУПЛЕНИЯ СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

УДК 621:662.997

Аннотация

В статье представлены результаты оценки поступления суточных и месячных сумм суммарной солнечной радиации, которая поступает на горизонтальную поверхность на основе статистической модели, выполненной по данным поступления суточных сумм прямой и рассеянной солнечной радиации ОМН Минск ($\phi = 53,92^\circ$, $\lambda = 27,63^\circ$), которые получены за период с 2007–2015 гг., а также месячных сумм суммарной солнечной радиации за период 1952–2006 гг. Предлагаемая модель с дискретностью в сутки, в течение года, позволяет оценить поступление суммарной солнечной радиации с заданной обеспеченностью. В качестве опорных точек для создания модели использованы обеспеченности 99, 95, 75, 50, 25, 5 и 1%, рассчитанные по формуле Чегодаева. По опорным точкам обеспеченности коэффициент детерминации R^2 варьирует от 0,683 до 0,982 при уровне значимости $p < 0,000$.

Ключевые слова: статистическая модель, суммарная солнечная радиация, обеспеченность, суточный ход солнечной радиации, месячный ход солнечной радиации.

Abstract

The article presents the results of estimating the daily and monthly sums of total solar radiation arriving on a horizontal surface based on a statistical model made according to the data of daily sums of direct and diffuse solar radiation of the OMN Minsk ($\phi = 53.92^\circ$, $\lambda = 27.63^\circ$) received for the period of 2007–2015, as well as monthly sums of total solar radiation for the period of 1952–2006. The proposed model with discreteness per day, throughout the year, makes it possible to estimate the influx of total solar radiation with a given security. As reference points for the creation of the model, 99, 95, 75, 50, 25, 5 and 1% were calculated using the Chegodaev formula. For pivotal reference points the coefficient of determination R^2 varies from 0,683 to 0,982 at a significance level of $p < 0,000$.

Введение

Согласно Государственной программе «Энергосбережение» на 2016–2020 годы (утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28.03.2016 № 248) и Отраслевой программе развития электроэнергетики на 2016–2020 годы (утвержденной постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 31.03.2016 № 8) предусмотрено увеличение доли производства первичной энергии из возобновляемых источников энергии к валовому потреблению ТЭР на 1% (с 5% в 2015 году до 6% в 2020 года). Так, с учетом природных, географических и метеорологических условий республики, одним из направлений реализации поставленного показателя является развитие солнечной энергетики.

Предполагается, что увеличение выработки электрической и тепловой энергии будет достигнуто за счет:

- внедрения фотоэлектрических станций суммарной электрической мощностью не менее 250 МВт и отдельных фотоэлектрических модулей для электроснабжения обособленного потребляющего оборудования;

- увеличения использования гелиоводонагревателей и различных гелиоустановок для интенсификации процессов сушки продукции и подогрева воды в сельскохозяй-

ственном производстве и для бытовых целей;

- отработки технологий комбинированного использования возобновляемых источников энергии, а также технологий компенсации неравномерности выдачи мощности генерирующими объектами на основе энергии ветра и солнца.

Однако использование солнечных коллекторов и фотоэлектрических станций сдерживается из-за отсутствия научных публикаций о поступлении солнечной радиации на территорию Беларуси. Из-за чего сложилось некомпетентное мнение, что количество солнечной радиации недостаточно для эффективной работы солнечных коллекторов и батарей.

В связи с этим необходима разработка новых, ранее не применявшихся методов и усовершенствование существующих. Более точная оценка потока суммарной солнечной радиации становится особенно необходимой в связи с повышением требований, предъявляемых к точности расчетов характеристик солнечной радиации при проектировании фотоэлектрических станций и гелиосистем.

Методика исследований

При разработке статистической модели оценки потока суточной суммы суммарной солнечной радиации использовались приземные сетевые актинометрические наблю-

дения поступления суточных сумм прямой и рассеянной солнечной радиации ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр» по ОМН Минск ($\phi = 53,92^\circ$, $\lambda = 27,63^\circ$), полученные за период с 2007–2015 гг., а также месячных сумм суммарной солнечной радиации за период 1952–2006 гг.

Величину располагаемого потенциала и режимные характеристики солнечного излучения определяют на основе обработки результатов наблюдений за солнечной радиацией на актинометрических станциях и построения соответствующих статистических моделей потока солнечной радиации в том или ином районе [1].

Оценке подлежат краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные характеристики. При этом под перечисленными характеристиками понимаются средние значения интенсивности солнечной радиации в часовом, суточном, месячном и годовом интервалах времени.

Среднегодовые значения потока солнечной радиации на горизонтальной поверхности находят по формуле [1]:

$$H = \sum_{i=1}^{12} H_i, \quad (1)$$

где H_i – среднемесячные значения потоков прямой, рассеянной и полной солнечной радиации на горизонтальную поверхность для i -го месяца ($i = 1, 2, \dots, 12$).

По среднесрочным характеристикам потока суммарной солнечной радиации определяют суточные величины, а также обеспеченность. Согласно [3, 4] обеспеченность характеризует суммарную повторяемость выше или ниже определенного предела (раньше или позднее указанного срока).

Расчет обеспеченности поступления солнечной радиации p , %, выполнен по формуле Чегодаева [2]:

$$p = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} \cdot 100, \quad (2)$$

где m – порядковый номер члена ряда, в котором значения рассматриваемой величины расположены в порядке убывания, n – число членов ряда.

Статистическая обработка результатов исследования выполнена с помощью статистического пакета STATISTICA v.10 и OriginPro v. 2018.

Результаты и обсуждение

Среднее годовое количество суммарной солнечной радиации за период 2007–2015 гг. составляет 3869,48 МДж/(м²·год), из этого: на весенние месяцы приходится 1317,97 МДж/(м²·год), что составляет 34,1%; на летние месяцы 1755,63 МДж/(м²·год) – 45,4%; на осенние месяцы 563,63 МДж/(м²·год) – 14,6%, на зимние месяцы 232,25 – 6,0%. Поступление солнечной радиации имеет правильный годовой ход, при котором максимальное количество солнечной радиации приходится на июнь-июль – 633,40–629,91 МДж/(м²·месяц), минимальное количество на декабрь – 39,78 МДж/(м²·месяц). Вклад рассеянной солнечной радиации в годовой сумме суммарной солнечной радиации составляет 50,1%, что составляет 1880,8 МДж/(м²·год). На весенние месяцы приходится доля рассеянной солнечной радиации в 48,5 %; на летние месяцы – 46,5%; на осенние месяцы – 55,3%; на зимние месяцы – 72,5 %. Максимальный вклад рассеянной солнечной радиации приходится на декабрь – 81,3%, минимальный – на июнь – 55,5%.

Таблица 1. Статистическая обработка значений суммарной солнечной радиации

Месяц	\bar{x}	min	max	σ	s	A	K	c_v
I	69,2	50,1	98,8	18,41	5,82	0,47	-1,49	0,27
II	123,3	94,1	176,3	26,98	8,53	0,94	-0,07	0,22
III	295,0	242,7	363,7	43,51	13,76	0,37	-0,92	0,15
IV	460,5	375,1	593,3	59,89	18,94	1,09	2,02	0,13
V	562,5	469,5	619,6	50,80	16,06	-0,72	-0,62	0,09
VI	633,4	556,1	717,2	53,01	16,76	-0,03	-0,94	0,08
VII	629,9	515,5	731,2	57,13	18,07	-0,28	1,51	0,09
VIII	492,3	344,7	603,8	78,02	24,67	-0,30	-0,04	0,16
IX	327,7	288,1	378,5	34,84	11,02	0,18	-1,80	0,11
X	173,7	126,2	241,4	39,70	12,56	0,66	-0,70	0,23
XI	62,3	48,4	84,6	12,43	3,93	0,52	-0,90	0,20
XII	39,8	20,0	58,7	11,86	3,75	-0,04	-0,64	0,30

Средние месячные значения математического ожидания \bar{x} , минимального значения min , максимального значения max , стандартного отклонения s , среднеквадратического отклонения σ , коэффициенты асимметрии A , эксцесса K , вариации c_v суммарной солнечной радиации представлены в табл. 1.

При разработке модели оценена связь между многолетним ходом поступления среднемесячных сумм суммарной солнечной радиации за период 1952–2006 гг. и среднемесячными суммами суммарной солнечной радиации, полученными на основании суточных сумм прямой и рассеянной солнечной радиации за период 2007–2015 гг. (рис. 1, рис. 2).

Коэффициент детерминации составил $R^2 = 0,995$, что свидетельствует о сильной связи между временными рядами. Значение F -статистики равно 1985,1 при уровне значимости $p < 0,000$. Оценка точности прогнозирования временных рядов: средний модуль отклонений (MAD) – 19,31 МДж/(м²·месяц); средний квадрат отклонений (MSE) – 657,37 МДж/(м²·месяц); квадратный корень из среднеквадратической ошибки (RMSE) –

Таблица 2. Коэффициенты регрессии

a	b	c	d	e	f
11,189	0,011	97,391	9,982	1,068	3,150

25,64 МДж/(м²·месяц); средняя абсолютная ошибка (MAPE) – 6,05%.

При среднесуточном значении суммарной солнечной радиации за период 2007–2015 гг. суточный ход поступления солнечной радиации в течение года описывается нелинейным уравнением:

$$\bar{H} = a + b \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot c}{365} \cdot n\right) + d \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot e}{365} \cdot n + f\right), \quad (3)$$

где a, b, c, d, e, f – коэффициенты регрессии (табл. 2); n – номер дня года.

Кривая, описывающая среднесуточный ход поступления суммарной солнечной радиации за период 2007–2015 гг. по ОМН Минск представлена на рис. 3. Оценка точности прогнозирования временных рядов: средний модуль отклонений (MAD) – 1,11 МДж/(м²·сутки); средний квадрат отклонений (MSE) – 2,46 МДж/(м²·сутки); ▶

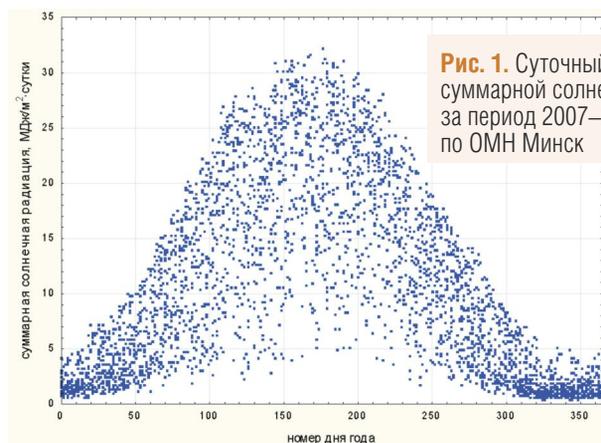
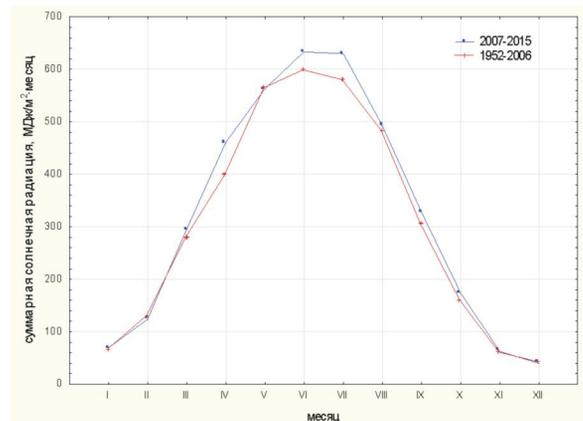


Рис. 1. Суточный ход поступления суммарной солнечной радиации за период 2007–2015 гг. по ОМН Минск

Рис. 2. Среднегодовой ход поступления суммарной солнечной радиации за периоды 1952–2006, 2007–2015 гг. по ОМН Минск



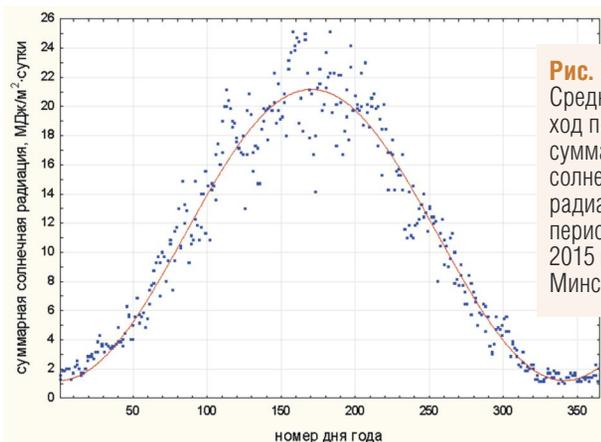


Рис. 3. Среднесуточный ход поступления суммарной солнечной радиации за период 2007–2015 гг. по ОМН Минск

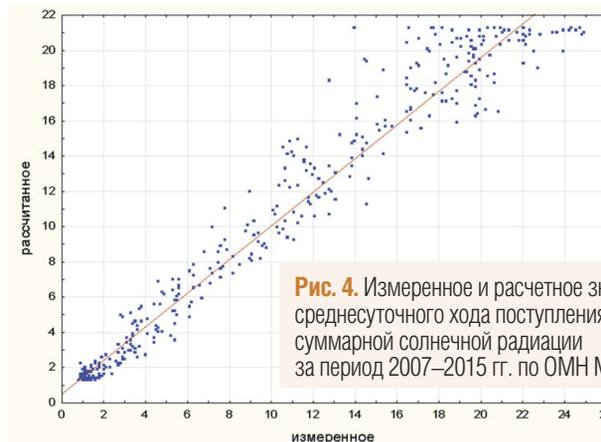


Рис. 4. Измеренное и расчетное значение среднесуточного хода поступления суммарной солнечной радиации за период 2007–2015 гг. по ОМН Минск

квадратный корень из среднеквадратической ошибки (RMSE) – 1,57 МДж/(м²·сутки); средняя абсолютная ошибка (MAPE) – 14,55%.

Графическая интерпретация измеренных и расчетных значений среднесуточного хода поступления суммарной солнечной радиации представлена на рис. 4. Коэффициент детерминации предложенного уравнения составил $R^2 = 0,955$, что свидетельствует о сильной зависимости между измеренными и расчетными значениями. Значение F-статистики равно 7706,7 при уровне значимости $p < 0,000$.

Переход к 50% обеспеченности, рассчитанной по формуле Чегодаева, от среднесуточного количества суммарной солнечной радиацией, рассчитанной по формуле (3), осуществляется по формуле:

$$H_{(p=50\%)} = a + b \cdot \bar{H}, \quad (4)$$

где $a = -0,5578$, $b = 1,0709$ – коэффициенты регрессии.

Коэффициент детерминации при переходе к 50% обеспеченности составил $R^2 = 0,928$, значение F-статистики = 4702,3

при уровне значимости $p < 0,000$, средний модуль отклонений (MAD) – 1,62 МДж/(м²·сутки), средний квадрат отклонений (MSE) – 4,92 МДж/(м²·сутки); квадратный корень из среднеквадратической ошибки (RMSE) – 2,22 МДж/(м²·сутки); средняя абсолютная ошибка (MAPE) – 18,39%.

Графическая интерпретация поступления суммарной солнечной радиации в течение года с обеспеченностью $p = 1\div 99\%$ представлена на рис. 5.

Годовая сумма суточного хода суммарной солнечной радиации по формуле (1) при $p = 50\%$ показала значение, превышенное к математическому ожиданию на 1,53%. Завышение значений месячной суммы суммарной солнечной радиации: апрель 5,61%, май 5,98%, июнь 0,93%, июль 6,48%, август 1,43%, сентябрь 1,93%. Занижение значений месячной суммы суммарной солнечной радиации: январь 14,06%, февраль 9,69%, март 1,14%, октябрь 8,90%, ноябрь 19,21%, декабрь 17,15% соответственно.

Расчетные значения месячной и суточной суммы суммарной солнечной радиации за-

данной обеспеченности представлены в табл. 3.

По полученным данным (рис. 5, табл. 3) для обеспеченности 99, 95, 75, 50, 25, 5 и 1%, принятых в качестве опорных значений, по формуле (5) определены значения суточного хода суммарной солнечной радиации:

$$H_{(p)} = p_0 + A \cdot \sin\left(\pi \cdot \frac{n - n_c}{w}\right), \quad (5)$$

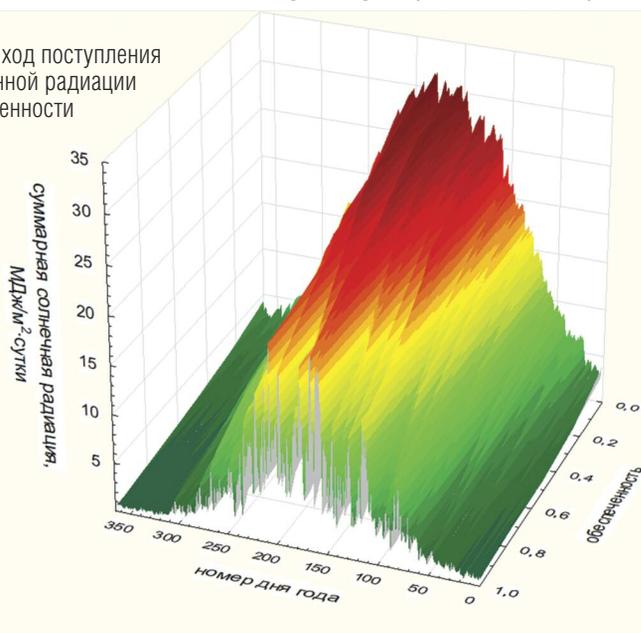
где p_0 – смещение колебания; A – амплитуда колебания; w – период колебания; n – номер дня года; n_c – сдвиг фазы колебания.

Эмпирические константы суточного хода суммарной солнечной радиации с обеспеченностью 99, 95, 75, 50, 25, 5 и 1% представлены в табл. 4.

При $p = 99\%$ значение F-статистики = 785,90 при $p < 0,000$, MAD – 1,56 МДж/(м²·сутки), MSE – 6,09 МДж/(м²·сутки); RMSE – 2,47 МДж/(м²·сутки); MAPE – 48,39%. При $p = 95\%$ значение F-статистики равно 1002,5 при $p < 0,000$, MAD – 1,56 МДж/(м²·сутки), MSE – 5,79 МДж/(м²·сутки); RMSE – 2,41 МДж/(м²·сутки); MAPE – 41,12%. При $p = 75\%$ значение F-статистики = 2312,5 при $p < 0,000$, MAD – 1,57 МДж/(м²·сутки), MSE – 5,26 МДж/(м²·сутки); RMSE – 2,29 МДж/(м²·сутки); MAPE – 29,29%. При $p = 50\%$ значение F-статистики = 4713,7 при $p < 0,000$, MAD – 1,54 МДж/(м²·сутки), MSE – 4,61 МДж/(м²·сутки); RMSE – 2,15 МДж/(м²·сутки); MAPE – 20,53%. При $p = 25\%$ значение F-статистики = 10401 при $p < 0,000$, MAD – 1,22 МДж/(м²·сутки), MSE – 2,74 МДж/(м²·сутки); RMSE – 1,66 МДж/(м²·сутки); MAPE – 13,75%. При $p = 5\%$ значение F-статистики = 19434 при $p < 0,000$, MAD – 0,98 МДж/(м²·сутки), MSE – 1,63 МДж/(м²·сутки); RMSE – 1,28 МДж/(м²·сутки); MAPE – 10,53%. При $p = 1\%$ значение F-статистики = 19631 при $p < 0,000$, MAD – 0,98 МДж/(м²·сутки), MSE – 1,65 МДж/(м²·сутки); RMSE – 1,28 МДж/(м²·сутки); MAPE – 10,40%.

Для расчета суточного хода суммарной солнечной радиации с заданной обеспеченностью в интервале $p = (1\div 99\%)$ расчет

Рис. 5. Суточный ход поступления суммарной солнечной радиации заданной обеспеченности



Легенда:
■ > 30
■ < 26
■ < 21
■ < 16
■ < 11
■ < 6
■ < 1

Таблица 3. Месячные¹ и суточные² суммы суммарной солнечной радиации заданной обеспеченности

Месяц	Обеспеченность, %						
	99	95	75	50	25	5	1
I	23,7 0,76	25,7 0,83	36,9 1,19	59,5 1,92	97,1 3,13	138,5 4,47	147,9 4,77
II	41,8 1,49	45,4 1,62	66,7 2,38	111,3 3,98	176,5 6,31	230,4 8,23	240,6 8,59
III	117,7 3,80	133,0 4,29	190,7 6,15	287,1 9,26	403,7 13,02	470,1 15,16	477,6 15,41
IV	181,7 6,06	204,7 6,82	321,6 10,72	483,9 16,13	609,8 20,33	676,1 22,54	689,5 22,98
V	201,2 6,49	239,1 7,71	401,9 12,96	597,6 19,28	733,4 23,66	810,7 26,15	827,2 26,68
VI	356,3 11,88	379,9 12,66	499,0 16,63	638,3 21,28	779,0 25,97	867,5 28,92	883,3 29,44
VII	310,0 10,00	334,7 10,80	481,7 15,54	670,4 21,63	779,1 25,13	841,5 27,15	858,0 27,68
VIII	235,4 7,59	267,6 8,63	386,0 12,45	501,7 16,18	605,7 19,54	694,3 22,40	714,5 23,05
IX	122,1 4,07	145,0 4,83	236,9 7,90	335,1 11,17	428,5 14,28	485,5 16,18	492,8 16,43
X	58,3 1,88	65,1 2,10	96,9 3,12	160,6 5,18	249,8 8,06	309,3 9,98	319,6 10,31
XI	19,7 0,66	22,8 0,76	32,3 1,08	50,9 1,70	90,8 3,03	130,3 4,34	136,9 4,56
XII	12,8 0,41	14,0 0,45	20,5 0,66	32,5 1,05	53,5 1,72	86,1 2,78	95,9 3,09

Примечание: ¹ в числителе – месячная сумма, МДж/(м²·месяц),
² в знаменателе – суточная сумма, МДж/(м²·сут.).

Таблица 4. Эмпирические константы

Обеспеченность p, %	Константы				R ²
	p _o	A	n _c	w	
99	4,139	3,833	90,116	165,588	0,683
95	4,821	4,472	90,915	165,402	0,734
75	7,678	7,201	90,160	165,321	0,846
50	11,079	10,293	86,111	169,284	0,928
25	13,842	12,409	80,463	177,300	0,966
5	15,606	13,334	77,948	182,257	0,982
1	15,967	13,492	77,756	182,657	0,982

Таблица 5. Эмпирические константы и их оценка точности

	p _o '	A'	n _c '	w'	R ²	MAD	MSE	RMSE	MAPE
p _{o(p=1÷99%)}	19,6087	– 34,0142	292,3366	185,8487	0,999	0,029	0,001	0,031	0,398
A _(p=1÷99%)	14,0557	– 17,4882	190,8152	103,5982	0,999	0,022	0,001	0,025	0,371
n _{c(p=1÷99%)}	77,3274	13,4199	87,5269	46,9365	0,999	0,103	0,026	0,162	0,115
w _(p=1÷99%)	184,6250	– 19,7439	83,2545	51,2707	0,999	0,121	0,016	0,128	0,070

эмпирических констант p_o, A, n_c, w, входящих в формулу (4), выполняется по формуле:

$$\left. \begin{matrix} p_{o(p=1\div 99\%)} \\ A_{(p=1\div 99\%)} \\ n_{c(p=1\div 99\%)} \\ w_{(p=1\div 99\%)} \end{matrix} \right\} = p'_o + \\ + A' \cdot \exp \left(-\exp \left(\frac{p-n'_c}{w'} \right) \frac{p-n'_c+1}{w'} \right), \quad (6)$$

где p – заданная обеспеченность, %.

Значения эмпирических констант формулы (6) и их статистическая обработка с значениями констант из табл. 4. представлены в табл. 5.

Заключение

Предложенная статистическая модель оценки поступления суммарной солнечной радиации с учетом суточной изменчивости позволяет восполнить существующий пробел в содержании действующих нормативно-технических документов и может быть востребована при решении широкого спектра практических задач, связанных с разработкой генеральных планов городов, поселков, сельских населенных пунктов, при проектировании зданий и сооружений, а также систем отопления, вентиляции, кондиционирования, водоснабжения, канализации, газоснабжения, теплоснабжения, электроснабжения, расположения и конфигурации солнечных коллекторов и фотоэлектрических станций, при выборе материалов для конструкций и исполнения инженерного оборудования.

Литература

1. Рекомендации по технико-экономическому обоснованию применения нетрадиционных солнечных и солнечно-теплонасосных систем теплоснабжения на гражданских и промышленных объектах. – М., 1987. – 53 с.
2. БНБ 2.04.02-2000. Будаўнічая кліматалогія. – Мн.: Мінстройархітэктуры, 2001. – 37 с.
3. ТКП 17.10-36-2011(02120). «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила составления справочника по агроклиматическим ресурсам». – Мн.: Минприроды, 2011. – 66 с.
4. Кобышева Н.В., Наровлянский Я.Г. Климатологическая обработка метеорологической информации. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1978. – 292 с. ■

Статья поступила в редакцию
28.03.2019

ПРОФЕССОРУ А.В. ВАВИЛОВУ – 70!

27 июля 2019 года 70-летний юбилей отметит Антон Владимирович Вавилов, заведующий кафедрой «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса» Белорусского национального технического университета, член редакционного совета журнала «Энергоэффективность», доктор технических наук, профессор, иностранный член Российской академии архитектуры и строительных наук, академик Подъемно-транспортной академии наук Украины, известный ученый в области энергоэффективности, энергоресурсосбережения, промышленной и экологической безопасности.

Практически с первых номеров журнала «Энергоэффективность» А.В. Вавилов являлся автором и соавтором статей, размещенных в журнале. В 1990-е годы углеводородное топливо для Беларуси стало импортным и стоило немало. Поэтому первые статьи Антона Владимировича в «Энергоэффективности» были посвящены биомассе как местному виду топлива и возобновляемому источнику энергии. В них с экологической точки зрения обосновывалась выгода превращения древесных отходов в топливную щепу. Под руководством профессора Вавилова в рамках выполнения задания ГНТП «Ресурсосбережение» под производство топливной щепы была создана первая в республике рубильная машина на базе отечественного трактора. Эта машина выпускалась двумя машиностроительными предприятиями и положила начало созданию рубильных машин на МТЗ и в ОАО «Амкор».

Известны многочисленные научные работы профессора А.В. Вавилова по эффективному использованию местных видов топлива в Беларуси, в частности по топливообеспечению энергетических установок на биомассе.

Его монографии «Малая энергетика на биотопливе», «Ресурсосберегающие технические средства для топливообеспечения энергетических установок на биомассе», «Пеллеты в Беларуси: производство и получение энергии», «Брикеты из возобновляемых биоэнергетических источников», «Топливо из нетрадиционных энергоресурсов», а также многочисленные публикации в журнале «Энергоэффективность», по существу, явились основой для развития це-



лой отрасли под названием «Топливообеспечение из возобновляемых энергоресурсов».

На семинарах по вопросам заготовки и транспортировки древесного топлива, проходивших в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Применение биомассы для отопления и горячего водоснабжения в Республике Беларусь», профессор А.В. Вавилов вносил конструктивные предложения по эффективным биоэнергетическим технологиям и технике.

Он организовывал семинары по областям Беларуси с работниками лесного комплекса, жилищно-коммунального хозяйства, энергетиками, строителями, мелиораторами, работниками образования и торговли, пропагандируя использование возобновляемых источников энергии. На таких семинарах обосновывалось, на каких объектах и каким образом целесо-

образно переходить на использование биомассы в качестве топлива. Теоретические расчеты подкреплялись выполнением эффективных проектов по топливообеспечению котельных и мини-ТЭЦ в различных уголках Беларуси.

В частности, были выполнены проекты по обеспечению местными видами топлива на объектах БелГРЭС, в Росском ЖКХ, объединении «Полоцклес», Дятловском ЖКХ, а также по топливообеспечению домов культуры в Лидском районе Гродненской области, Логойском районе Минской области, объектов

торговли в Ганцевичском районе Брестской области и т.д. Более 10 лет являясь генеральным директором Белорусского общественного научного объединения создателей технологических машин, Антон Владимирович координировал усилия руководителей, конструкторов и технологов более 30 машиностроительных предприятий Беларуси по созданию современной конкурентоспособной техники для строительного и топливно-энергетического комплексов.

Результатом научной и преподавательской деятельности профессора Вавилова явилось опубликование свыше 500 трудов, включая монографии, учебники, учебные пособия, статьи и изобретения.

Источником для научных публикаций явились научные исследования, которые проводились в направлении использования биомассы в качестве топлива, нейтрализации ее вредных включений, в частности, в процессе пиролиза. Появились статьи и по использованию в энергетике целлюлозосодержащих твердых коммунальных отходов (ТКО), а затем и монография «ТКО целлюлозобитумосодержащие и минерального происхождения: получение вторичных продуктов». Выполнение ряда научных проектов позволило впервые в Беларуси открыть в БНТУ специализацию «Инновационное оборудование для получения продуктов из отработанных строительных конструкций». ■

Кафедра «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса» Белорусского национального технического университета

Редакция журнала «Энергоэффективность» присоединяется к словам поздравлений в адрес члена редсовета А.В. Вавилова и желает Антону Владимировичу плодотворного научного поиска и неиссякаемой энергии на пути практической реализации научных достижений на благо замещения импортных ТЭР и повышения энергоэффективности.

1–28

июня
2019 года

В информационном центре (к. 609) Республиканской научно-технической библиотеки (РНТБ) проходит тематическая выставка «Энергетика. Экология. Энергосбережение».

Среди представленных на выставке изданий значительное место занимают журналы, в т.ч. «Энергоэффективность», «Энергосбережение». «Надежность и безопасность энергетики», «Живи как хозяин». «Инновации», «Теплоэнергетика», «Энергобезопасность и энергосбережение» и др.

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

Выставка будет интересна специалистам в сфере энергетики, экономики, производства, а также студентам, аспирантам и преподавателям вузов. Вход свободный: Минск, пр-т Победителей, 7, в будние дни с 9.30 до 17.30, тел. (017) 306-20-74, 203-34-80.

29

июня
2019 года

День изобретателя
и рационализатора

3

июля
2019 года
День Независимости
Республики Беларусь
(День Республики)

9–11

июля
2019 года

Сан-Франциско, США
Intersolar North America 2019 –
международная специализиро-



ванная выставка и конференция,
посвященные солнечной энергетике.

Организаторы: Freiburg Management and Marketing International GmbH, Solar Promotion GmbH

www.intersolar.us

10–11

июля
2019 года

Владивосток, Россия



Восточный нефтегазовый форум 2019 – III международный инвестиционный форум и выставка.

Организатор: Vostock capital
Тел.: +7 495 109 9 509
E-mail: events@vostockcapital.com
<https://eastrussiaoilandgas.com>

10–12

июля
2019 года

Сурабая, Индонезия,



Indonesia Building Mechanical & Electrical Expo 2019 – трехдневное главное отраслевое мероприятие совместно со Smart Building Smart City Expo Week, объединяющей 3-ю Индонезийскую лифтовую и эскалаторную экспозицию, 3-ю Индонезийскую выставку HVACR и Energy Efficiency Expo, а также 2-ю выставку Facility Management Expo.

Организатор: Wahyu Promo-Citra, PT

17–19

июля
2019 года

Джакарта, Индонезия



Indo Waste Expo & Forum 2019 – выставка и конференция по технологиям, управлению и решениям в сфере утилизации и переработки отходов, возобновляемым источникам энергии (№1 в Индонезии).

Indo Renergy Expo & Forum 2019 – 11-я Международная выставка альтернативных и возобновляемых источников энергии. Это специализированное мероприятие в области разработки ресурсосберегающих и энергоэффективных технологий, установок, оборудования, приборов и материалов. Ключевым направлением выставки является вопрос энергосбережения. Параллельно пройдет выставка-форум по технологиям водоснабжения и удаления сточных вод и отходов Indo Water Expo & Forum 2019.

Организатор: PT. Napindo Media Ashatama
www.indorenergy.com

17–20

июля
2019 года

Хошимин, Вьетнам

Vietnam ETE 2019 – международная выставка по электротехнике и оборудованию. Предполагает участие более 140 международных компаний известных брендов и около 300 стендов.

Организатор: C.I.S Vietnam Advertising & Exhibition JSC, HCMC Supporting Industry Development Center, (HCMC Department of Industry & Trade)

21

июля
2019 года

День металлурга

23–25

июля
2019 года

Орегон, США

HydroVision 2019 – выставка, международное специализированное мероприятие для профессионалов водной отрасли.

Обширная выставочная и техническая программа представляет лучшие разработки, самые свежие результаты научных исследований, решений и передовых технологий в области сохранения и управления природными ресурсами. Конференция HydroVision International – современная площадка, объединяющая опыт и знания ведущих представителей гидроэнергетического сообщества.

Организатор: PennWell Corporation

25–27

июля
2019 года

Найроби, Кения



Power & Energy Africa 2019 – 8-я международная выставка энергии и энергетического сектора.

East Africa Oil & Gas Exhibition & Conference 2019 – 8-я международная выставка и конференция нефтегазовой отрасли Кении.

Пройдут параллельно с Solar Africa – выставкой «Солнечные технологии для восточной Африки», а также выставкой Oil & Gas Africa 2019 на главной международной арене Кении, KICC в Найроби.

29 июля –
1 августа
2019 года

Амман, Иордания

Joenergy 2019 – выставка энергетических технологий и достижений.

Организатор: Global Exhibition Est



РЕСПУБЛИКАНСКИЙ КОНКУРС НА СОИСКАНИЕ ПРЕМИИ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ "ЛИДЕР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ - 2019"

ДОКАЖИТЕ **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ**
СВОЕГО ПРОИЗВОДСТВА, ТЕХНОЛОГИИ, ПРОДУКТА

5
лет

ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ К ЛИДЕРАМ

НОМИНАЦИИ КОНКУРСА:

- «Энергоэффективный продукт года»
- «Энергоэффективная технология года»
- «Энергоэффективное здание года»
- «Технологии и проекты на основе ВИЭ»
- «Энергоэффективные бытовые приборы и оборудование» **NEW!**
- «Проекты по использованию электрической энергии для повышения эффективности энергосистемы Беларуси» **NEW!**

ПРИГЛАШАЕМ К УЧАСТИЮ

Производственные, научно-исследовательские, строительные-монтажные, инжиниринговые предприятия и организации Беларуси и зарубежья.

СТАРТОВАЛ ПРИЕМ ЗАЯВОК!

Прием заявок – до 30 августа 2019 г.
Работа жюри – до 30 сентября 2019 г.
Объявление победителей и церемония награждения – в рамках Белорусского энергетического и экологического форума EnergyExpo-2019 (08-11 октября 2019 г.)

ОРГКОМИТЕТ КОНКУРСА

+375 (17) 268-51-60/61
+375 (29) 182-80-10
info@energokonkurs.by

Положение о конкурсе
и условия участия:
www.energokonkurs.by

ОРГАНИЗАТОРЫ



Департамент по энергоэффективности
Госстандарта Республики Беларусь



РУП «БЕЛТЭИ»



РНПУП «Институт энергетики НАН Беларуси»



Центр поддержки предпринимательства
«Деловые медиа»

Статус победителя включает:

- Право на использование Знака победителя конкурса и звания «Лидер энергоэффективности Республики Беларусь» в рекламных целях
- Публикацию перечня победителей и описания продуктов-победителей на сайте Департамента по энергоэффективности Госстандарта и на сайте energokonkurs.by
- Распространение официального каталога продуктов-победителей конкурса по специальной адресной базе (4000+ госучреждений и предприятий)
- Рекламная кампания (публикации в более чем 10 СМИ)
- Презентация победителей на выставках «Energy Expo 2019», «БудЭкспо-2019», «Вода и тепло-2020».

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



/ www.energobelarus.by/

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОПАРТНЕР:



/ Журнал "Энергоэффективность" /

ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ПАРТНЕРЫ:

