

Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь



ИЮЛЬ 2018

# ЭНЕРГО

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ



### E5P

Восточноевропейское партнерство по вопросам энергоэффективности и экологии



**Страны-доноры программы E5P объявили о выделении свыше 17 млн евро на поддержку проектов по повышению энергоэффективности в Беларуси**

Стр. 5

**Фотовольтаика для применения в частном секторе**

Стр. 10

**Три новых «зеленых» проекта в Новогрудском районе**

Стр. 22

Изменение № 2 ТКП 339-2011 (02230) «Электроустановки на напряжение до 750 кВ...» и постановление СМ РБ «О подготовке к работе в осенне-зимний период 2018/2019 года»

Приложение



# ВЫКЛЮЧАЙ

# И

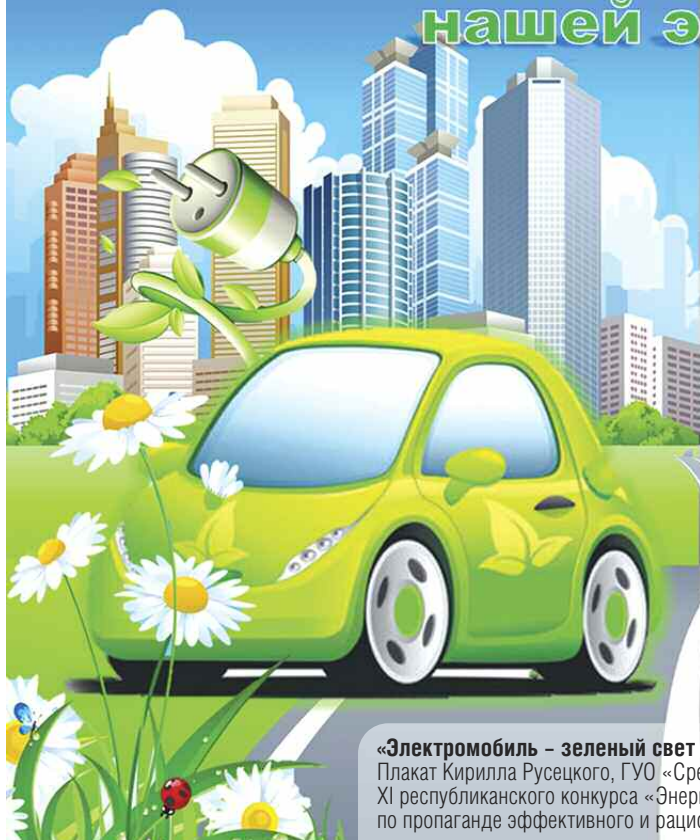
# ПОЛУЧАЙ!

**«Экономьте электроэнергию. Берегите деньги»**

Плакат Никиты Боровика, УО «Минский государственный колледж сферы обслуживания», победитель минского городского этапа XI республиканского конкурса «Энергомарафон» в номинации «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов»

**ЭКОНОМЬТЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ. БЕРЕГИТЕ ДЕНЬГИ**

## Электромобиль – зелёный свет нашей экологии!



**«Электромобиль – зеленый свет нашей экологии!»**

Плакат Кирилла Русецкого, ГУО «Средняя школа №26 г. Могилева», I место по итогам XI республиканского конкурса «Энергомарафон» в номинации «Художественная работа по пропаганде эффективного и рационального использования энергоресурсов»



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

№7 (249) июль 2018 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. Мацко  
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.Лиштван**, д.т.н., профессор, академик, главный научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси

**А.А.Михалевич**, д.т.н., академик, зам. Академика-секретаря Отделения физико-технических наук, 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.Полюхович**, к.т.н., директор Департамента по ядерной энергетике Минэнерго

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

#### Издатель:

РУП «Белинвестэнергосбережение»

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

Тел./факс: (017) 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. Переписка информации допускается только по согласованию с редакцией.

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография»

Адрес: 230025 г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4  
Лиц. №02330/39 до 29.03.2019

Формат 62x94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная.

Подписано в печать 23.07.2018. Заказ 3774. Тираж 1100 экз.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### Международное сотрудничество

**2 НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ – ВАЖНЫЙ ДРАЙВЕР ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ЕВРОПЕ** В.Н. Шевченко

**3 НОВЫЕ ПРОГРАММЫ EU4CLIMATE И EU4ENVIRONMENT ДЛЯ СТРАН ВОСТОЧНОГО ПАРТНЕРСТВА** В.Н. Шевченко

**5 ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКОЕ ПАРТНЕРСТВО ПО ВОПРОСАМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИИ НАЧАЛО СВОЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В БЕЛАРУСИ** Д. Станюта

### Выставки. Семинары. Конференции

**6 ПРЕДСТАВИТЕЛИ ДЕПАРТАМЕНТА ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ ВО ВТОРОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ В РАМКАХ СОГЛАШЕНИЯ МЭРОВ ПО КЛИМАТУ И ЭНЕРГИИ** Д. Станюта

**7 ОБ УЧАСТИИ ГОРОДА БРЕСТА В ЕВРОПЕЙСКОМ ДВИЖЕНИИ «СОГЛАШЕНИЕ МЭРОВ»** А. Делесевич

### Возобновляемая энергетика

**10 ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ФОТОВОЛЬТАИКИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЧАСТНОМ СЕКТОРЕ** А.В. Бедулько

**14 IRENA, МЭА И REN21 О ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКЕ РАЗВИТИЯ ВИЭ** Владимир Сидорович, Renep.ru

### Вести из регионов

**18 ДНИ ЭНЕРГИИ ПРОШЛИ В БЕЛАРУСИ** Ольга Салахеева

**19 К СОХРАНЕНИЮ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – ЧЕРЕЗ СБЕРЕЖЕНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ** Ю.Е. Пшонка

**19 «ВЫБЕРИ БУДУЩЕЕ СЕГОДНЯ!»** Д. Лустенкова, Э. Врублевская

**21 ОАО «ПОЛОЦК-СТЕКЛОВОЛКНО»: ТРЕБУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЕСПЕЧИТ НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МЕНЬШЕЙ МОЩНОСТИ** Е.В. Скоромный, Л.В. Хомич

**21 ОБУЧАЮЩИЕ СЕМИНАРЫ: ЭФФЕКТ ОЧЕВИДЕН** А.Э. Войтко

**22 СТРОИТСЯ МАЛАЯ ГЭС В ДОБРУШЕ** В.В. Новик, С.А. Прокопенко

**22 В НОВОГРУДСКОМ РАЙОНЕ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ ЕС РАЗВИВАЮТСЯ ТРИ НОВЫХ «ЗЕЛЕННЫХ» ПРОЕКТА**

### Энергосмесь

**7, 17 УКАЗ СТИМУЛИРУЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ** и другие новости

### Энергомарафон

**23 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПОСРЕДСТВОМ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ НА КРАСИТЕЛЯХ** Г. Алимов, Д. Шимов, В. Светлаков

### Научные публикации

**28 РАЗДЕЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОТЫ И ХОЛОДА НА ОСНОВЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДХОДА** С.В. Дубовской, А.С. Твердохлиб

### Внимание, конкурс!

**32 «ЛИДЕР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ-2018»: ПОДАНЫ ПЕРВЫЕ 20 ЗАЯВОК**

### Календарь

**ДАТЫ, ПРАЗДНИКИ, ВЫСТАВКИ** в июне и июле

### ПРИЛОЖЕНИЕ

### Официально

**1 Изменение № 2 ТКП 339-2011 (02230) «Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловых и аккумуляторных, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний»**

**12 Постановление Совета Министров Республики Беларусь 6 июня 2018 г. № 430 «О подготовке к работе в осенне-зимний период 2018/2019 года»**

## Внимание фирм и организаций!

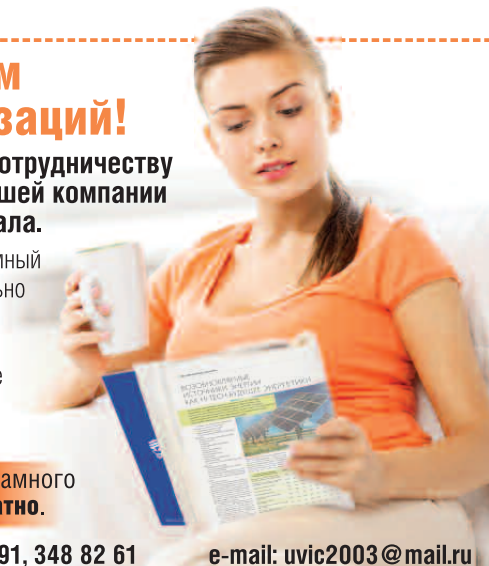
Приглашаем к активному сотрудничеству с целью представления Вашей компании на страницах нашего журнала.

Будьте уверены: статью или рекламный модуль Вашей компании обязательно заметят – наша аудитория читателей (подписчиков) включает не только энергетические предприятия, но и все сферы народного хозяйства.

При размещении у нас – дизайн рекламного модуля или написание статьи **бесплатно**.

тел./факс редакции: (+375 17) 350 56 91, 348 82 61

e-mail: [uvic2003@mail.ru](mailto:uvic2003@mail.ru)



# НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ – ВАЖНЫЙ ДРАЙВЕР ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ЕВРОПЕ

Департамент по энергоэффективности был представлен на мероприятиях ежегодной «Европейской зеленой недели», которая организуется Еврокомиссией в форме серии семинаров и дискуссий по «зеленой» энергии и охране окружающей среды. 6 июня 2018 года в рамках EU Green Week в Брюсселе международную аудиторию собрали два семинара со сходной тематикой: «Накопители энергии и интеграция между секторами» и «Роль батарей в энергетическом повороте».

Как отмечалось на семинарах, в связи с принятыми ЕС целями по достижению к 2030 году сокращения выбросов CO<sub>2</sub> на 27%, сокращения потребления энергии на 27%, увеличения доли ВИЭ в валовом потреблении ТЭР до 40%, а также падением цен на технологии ВИЭ, в законодательстве ЕС (в пакете по «чистой» энергии) закреплен термин «накопители энергии», что представляет собой технологию, позволяющую обеспечить эффективную интеграцию ВИЭ в энергосистему, а также повышение энергоэффективности и экономии ТЭР в результате взаимной интеграции систем газо-, электро- и теплоснабжения. Потребуется создание системы интеллектуального взаимодействия между транспортным и энергетическим секторами, в том числе, в случае, если будет прослеживаться возрастающая роль газа в качестве резерва в электроэнергетике.

Европейской комиссией проводится отдельная работа по оценке потенциала накопителей энергии. На сегодняшний день установленная мощность накопителей энергии в Европе достигла 57 ГВт, что представляет собой резерв для ее роста, привлечения инвестиций и инноваций, так как данный

показатель составляет всего лишь 5,5% от общей установленной мощности энергогенерации.

В транспортном секторе реализуется «стратегия мобильности с низкими выбросами», которая предполагает достижение наивысшей эффективности транспортного сектора, использование энергетических альтернатив с низкими выбросами и, конечно, электромобилей. В ЕС поставлена цель сократить выбросы CO<sub>2</sub> от транспорта на 15% к 2025 году и на 30% от уровня 2021 года к 2030 году, на 80% от уровня 2005 года к 2050 году.

В Европе продолжают уделять большое внимание разработке технологий производства электроэнергии, изготовления топливных элементов, источников бесперебойного питания и двигателей внутреннего сгорания на основе водородного топлива, в том числе работе Международного центра водородных энерготехнологий в Стамбуле (Турция).

Регламентом ЕС 79/2009 утвержден тип механических транспортных средств, работающих на водороде. В Исландии используются городские автобусы на топливных элементах, которые работают на водороде из воды, разлагаемой электрическим током, который получают из возобновляемых источников энергии.

Главным инструментом продвижения политики исследований и инноваций в ЕС была и остается программа «Горизонт 2020», в рамках которой предоставляется широкий спектр возможностей для получения финансирования ЕС. Так как производство водорода становится все более дешевым и эффективным, Еврокомиссия в рамках программы «Горизонт 2020» намеревается продолжить продвижение вопроса «широкомасштабного накопления чистого для окружающей среды водорода» или совместного использования водорода в газопроводах.

В промышленном секторе образован «Союз батарей ЕС», представляющий собой платформу для сотрудничества и реализации совместных проектов трансграничного значения в сфере использования накопителей энергии.



Союзом разработан «План действий по батареям», который будет опубликован летом 2018 года как часть 3-го Пакета мобильности. Данный план содержит мероприятия, сопровождающие весь жизненный цикл батарей: от применения сырья для их производства, задействованных трудовых ресурсов, исследований и инноваций, оказания финансовой поддержки до создания рыночных условий регулирования их использования и рециклинга.

В сентябре 2017 года Еврокомиссией запущена инициатива «Чистая энергия для островов», в рамках которой острова выполняют роль лидеров внедрения инновационных технологий, обмениваются наилучшими практиками при переходе к использованию новых источников энергии, в том числе к технологиям накопления энергии.

Заинтересованным белорусским научным организациям и высшим учебным заведениям рекомендуется рассмотреть возможность привлечения международной технической помощи по программе ЕС «Горизонт 2020», по линии Центрально-Европейской инициативы, других международных организаций на цели исследования технологий водородной энергетики, «умного» учета потребления энергоресурсов, развития в Республике Беларусь электро-мобильного транспорта, разработки и внедрения концепции интеграции газо-, электро-, теплоснабжения и транспортного сектора с целью повышения энергоэффективности и экономии ресурсов. ■

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



# НОВЫЕ ПРОГРАММЫ EU4CLIMATE И EU4ENVIRONMENT ДЛЯ СТРАН ВОСТОЧНОГО ПАРТНЕРСТВА

12–13 июня текущего года в Киеве состоялось заседание Панели по окружающей среде и изменению климата 3-й платформы Восточного партнерства «Сопряженность, энергоэффективность, окружающая среда и изменение климата».

В заседании приняли участие представители Европейской комиссии, Европейской экономической комиссии ООН, ПРООН, Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Европейского инвестиционного банка, Австрийского агентства охраны окружающей среды, неправительственных организаций, министерств и ведомств стран Восточного партнерства, осуществляющих деятельность в сфере охраны окружающей среды, управления обращения с отходами. Наша страна была представлена сотрудниками Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Департамента по энергоэффективности Госстандарта.

Европейской комиссией была сделана презентация новых программ сотрудничества с Арменией, Азербайджаном, Беларусью, Грузией, Молдовой и Украиной: EU4Climate и EU4Environment.

## EU4Climate

Программа EU4Climate с бюджетом 8 млн евро является продолжением программы ClimaEast (2013–2017 годы), в рамках которой будет оказываться техническое содействие ЕС странам Восточного партнерства для достижения семи результатов:

1. подготовка национально определенных вкладов для выполнения обязательств, а также подготовка национальных стратегий до 2050 года по Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Парижскому соглашению;
2. межведомственное информирование и координация на политическом и техническом уровне выполнения Парижского соглашения;
3. совершенствование систем проведения измерений, отчетности и верификации в соответствии с требованиями системы прозрачности по Парижскому соглашению;



4. разработка конкретных руководств по секторам для выполнения Парижского соглашения в каждой стране Восточного партнерства;

5. сближение законодательства с законодательством ЕС в рамках двусторонних соглашений с ЕС;

6. усиленная мобилизация климатических финансов, включая Инструмент финансирования добрососедства (ИФД), который вскоре будет трансформирован в Инвестиционную платформу добрососедства (ИПД);

7. усиленное проведение мер по адаптации к климатическим изменениям.

В рамках Парижского соглашения вопросы адаптации к климатическим изменениям впервые стали в один ряд с мерами по сокращению выбросов парниковых газов. Пилотные проекты, реализованные в рамках программы ClimaEast, продемонстрировали то, как естественные природные экосистемы (болота, лес, вечная мерзлота, степи) могут положительно влиять и на сокращение выбросов парниковых газов, и на адаптацию к климатическим изменениям, а также улучшать жизнь людей. Основываясь на результатах этих пилотных проектов, выборочно будут реализованы двусторонние широкомащтабные проекты в рамках ИФД. Будет изучена и возможность использования средств Адаптационного фонда для Украины и Беларуси.

С целью достижения результата 6 соответствующим министерствам в каждой стране Восточного партнерства будет предоставлена техническая помощь по обучению и взаимодействию с международными финансовыми институтами по подготовке приемлемых для финансирования банками проектов, включая проекты для финансирования в рамках ИФД.



Для достижения результата 7 планируется оказать поддержку по вопросам адаптации к изменению климата в трансграничном контексте в соответствии с целями Парижского соглашения. Странам будет предоставлена техническая поддержка в разработке национальных и секторальных планов по адаптации; в проведении политики, которая будет поддерживать мероприятия по адаптации в рамках Соглашения мэров по климату и энергии, в привлечении малыми и средними предприятиями инвестиций в энергоэффективность и устойчивую энергетику.

## EU4Environment

Программа EU4Environment на 2018–2022 годы с бюджетом 20 млн евро является преемником программы EaP GEEN (2013–2018 годы), в рамках реализации которой был разработан и принят Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года, а также создан Центр чистого производства на базе Института бизнеса и менеджмента технологий Белорусского государственного университета. ▶

Программа EU4Environment направлена на оказание технического содействия шести странам Восточного партнерства в принятии таких природоохранных решений, как стратегическая экологическая оценка, оценка воздействия на окружающую среду, повышение восприятия общественностью концепции «зеленой» экономики, развитие экономики замкнутого цикла, в том числе продолжение поддержки деятельности созданных центров чистого производства, развитие охраняемых природных территорий, «зеленых» закупок и стратегических подходов по управлению обращением с отходами.

Также предусмотрено оказание технического содействия по вопросу использования бюджетных средств для осуществления «зеленых» инвестиций и реализации природоохранных инфраструктурных проектов, а также проектов по развитию транспортной инфраструктуры, что связано с внедрением мероприятий по сокращению выбросов, с повышением энергоэффективности и развитием возобновляемой энергетики. Министрствам финансов в странах-участни-

цах будет оказано содействие по повышению эффективности государственных расходов, пересмотру действующих и созданию новых механизмов «зеленого» финансирования, включая использование государственно-частного партнерства.

Для двух-трех выразивших заинтересованность стран будет проведено обучение государственных служащих планированию бюджетных программ, связанных с сокращением выбросов, оценке эффек-

тивности выполнения этих программ, а также структурированию привлечения инвестиций из климатических фондов.

\*\*\*

В ходе заседания также была сделана презентация принятой в 2018 году Стратегии

ЕС по пластику в экономике замкнутого цикла. Благодаря этой стратегии все виды пластиковой упаковки на рынке ЕС к 2030 году будут подвергаться переработке, будет сокращено использование изделий из пластика одноразового назначения, а также ограничено преднамеренное использование микропластика.

По мнению Департамента по энергоэффективности, обучение государственных служащих вопросам планирования бюджетных программ, связанных с сокращением выбросов, оценки эффективности реализации этих программ, а также привлечения инвестиций из климатических фондов для реализации соответствующих государственных программ является одним из перспективных направлений продолжения работы с Европейской комиссией в рамках программы EU4Environment.

По программе EU4Climate целесообразно продолжить взаимодействие с Европейской комиссией по использованию для Беларуси средств Адаптационного фонда, привлечению инвестиций малыми и средними предприятиями для повышения энергоэффективности и развития устойчивой энергетики в рамках запланированной деятельности по адаптации к изменениям климата и Соглашению мэров.

Не следует также забывать о возможностях привлечения в Беларусь средств международных финансовых организаций на реализацию проектов городами – подписантами Соглашения мэров. ■

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

По программе EU4Climate целесообразно продолжить взаимодействие с Европейской комиссией по использованию для Беларуси средств Адаптационного фонда.

+375 222 70-60-86

+375 44 566-00-01

+375 33 627-00-01

info@e-optima.by

www.e-optima.by



# ЭнергоОптимa

Частное производственное унитарное предприятие

## ЭНЕРГЕТИКА

- ✓ Энергетическое обследование предприятия.
- ✓ Тепловизионное обследование. Разработка теплоэнергетического паспорта здания.
- ✓ Электрофизические измерения.
- ✓ Разработка бизнес-планов инвестиционных проектов.
- ✓ Разработка обоснования инвестиций.
- ✓ Технично-экономическое обоснование проектов.
- ✓ Расчет нормируемых теплопотерь. Расчет тепловых нагрузок.
- ✓ Сервис измерительного оборудования.
- ✓ Измерение параметров качества электроэнергии (протокол).
- ✓ Разработка ТЭО варианта теплоснабжения объекта.
- ✓ Разработка и корректировка норм расхода ТЭР. Сопровождение.
- ✓ Аэродинамические испытания.

## ЭКОЛОГИЯ

- ✓ Инструкция по обращению с отходами производства.
- ✓ Нормативы образования отходов.
- ✓ Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.
- ✓ Проект нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.
- ✓ Экологический паспорт предприятия.
- ✓ Технологические нормативы водопользования.
- ✓ Проект зоны санитарной охраны артезианских скважин.
- ✓ Проект обоснования границ горных отводов для добычи подземных вод.
- ✓ Паспортизация газоочистных установок и вентиляционных систем.
- ✓ Проект санитарно-защитной зоны предприятия.
- ✓ Отчет об оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС).
- ✓ Расчет выбросов загрязняющих веществ и расчет рассеивания в атмосфере.

## РЕМОНТ И ПОВЕРКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- ✓ Ремонт и поверка станков, стенов, машин для балансировки колес.
- ✓ Ремонт и поверка дымометров.
- ✓ Ремонт и поверка стенов «Развал-схождение».
- ✓ Ремонт и поверка тормозных стенов.
- ✓ Ремонт и поверка приборов проверки света фар.
- ✓ Ремонт и поверка газоанализаторов.
- ✓ Ремонт и поверка приборов проверки эффективности тормозных систем «Эффект».



Собственная Аккредитованная Испытательная Лаборатория



Самая Современная Приборная База



Работаем по Всей Стране!

212011, г. Могилев, переулок Березовский, дом 5, кабинет №4

# ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКОЕ ПАРТНЕРСТВО ПО ВОПРОСАМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИИ НАЧАЛО СВОЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В БЕЛАРУСИ

10 июля 2018 года в Минске официально начало свою деятельность Восточноевропейское партнерство по вопросам энергоэффективности и экологии (E5P). На мероприятии, посвященном этому событию, присутствовали представители Департамента по энергоэффективности Госстандарта, Минэкономики, Минжилкомхоза, местных органов управления Республики Беларусь, стран-доноров и международных финансовых организаций.

Как отметил в своем слове на мероприятии заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности М.П. Малашенко, энергоэффективность – единственная сфера деятельности человека, в которой не грозит перепроизводство. Только посредством повышения энергоэффективности достигается сокращение выбросов CO<sub>2</sub>, рост ВВП, снижение материалоемкости. Ежегодно в соответствии с программами энергосбережения в стране экономится порядка 1 млн тонн условного топлива. Установленная мощность энергогенерации с использованием ВИЭ в Беларуси достигла 379 МВт; до 2022 года запланировано увеличить ее вдвое.

Руководитель познакомил присутствующих с основными нормативными документами в сфере энергосбережения, наиболее крупными проектами в сфере развития возобновляемой энергетики, реализованными за последнее время, а также со стратегическими направлениями сотрудничества с международными финансовыми структурами в этой области. Михаил Малашенко отметил, что в нашей стране направлениями привлечения средств E5P, EBPP, EIB, NEFCO и других международных организаций являются такие сферы, как:

1. развитие электротранспорта и зарядной инфраструктуры, в том числе с использованием возобновляемых источников энергии;
2. строительство биогазовых комплексов и реконструкция водоочистных сооружений;



3. тепловая модернизация жилого фонда и зданий социальной сферы;

4. обращение с твердыми коммунальными и промышленными токсичными отходами;

5. энергоэффективное освещение улиц;

6. модернизация сетей центрального теплоснабжения.

Страны-доноры E5P уже объявили о выделении взносов на сумму свыше 17 миллионов евро на поддержку проектов в Беларуси, осуществляемых международными финансовыми организациями. ЕС, сумма объявленного взноса которого составляет 10 миллионов евро, является крупнейшим вкладчиком фонда на сегодняшний день, вместе с тем Беларусь также выделила 1 миллион евро. Другие взносы поступили из Эстонии, Германии, Польши и Швеции. Ожидается, что в ближайшем будущем к E5P в Беларуси присоединятся и другие страны.

«ЕС обязался внести 10 миллионов евро в Восточноевропейское партнерство по вопросам энергоэффективности и экологии (E5P), один из инструментов поддержки в рамках Восточного партнерства. Мы приветствуем приверженность Беларуси Восточ-

ноевропейскому партнерству по вопросам энергоэффективности и экологии. Европейский союз как крупнейший донор фонда надеется, что E5P послужит катализатором стратегических решений и разумного инвестирования в устойчивую инфраструктуру на благо граждан и окружающей среды. Нам предстоит сотрудничество в разработке как реформ, так и пакета эффективных проектов. Мы готовы обсуждать возможные стратегические решения со всеми заинтересованными сторонами в Беларуси и организациями-донорами», – отметила Андреа Викторин, глава Представительства ЕС в Республике Беларусь.

Первый грант от E5P в размере 2 миллиона евро в Беларуси будет предоставлен проекту по твердым отходам в Пуховичах, осуществляемому EBPP. Он окажет помощь в строительстве первого в стране регионального и более экологически безопасного полигона отходов в соответствии со стандартами ЕС.

«Сбор отходов будет вестись со всего Червеньского и Пуховичского района, – рассказал директор ГП «ЭкоВторСнаб» Алексей Бресский. – Таким образом, на новый полигон ежегодно будет по-

## Наша справка

E5P – это многосторонний фонд с капиталом 200 миллионов евро, созданный для стимулирования инвестиций в энергоэффективность в таких странах Восточного партнерства, как Армения, Беларусь, Грузия, Молдова и Украина. Ресурсы E5P используются в качестве грантов в дополнение к кредитам от международных финансовых организаций в целях содействия улучшению энергоэффективности и окружающей среды, способствуя экономической конкурентоспособности и политическому диалогу. Основные секторы, получающие грантовую поддержку E5P: централизованное теплоснабжение, утилизация твердых отходов, уличное освещение, местный транспорт и теплоизоляция общественных зданий. EBPP выступает в качестве управляющего фондом E5P от имени его доноров и международных финансовых организаций, являющихся его участниками.

ступать около 270 тыс. куб. м, или 60 тыс. тонн отходов. Их углубленная переработка достигнет 25–30% по сравнению с нынешними 7%. Прорабатывается и производство из отходов RDF-топлива, что может повысить долю переработки до 90%. Высокий процент пластика можно использовать в качестве топлива, как это делается в Европе. Все это позволит минимизировать захоронение ТБО. По достижении через 5–7 лет определенного объема отходов на полигоне начнется извлечение биогаза и его использование в энергетических целях посредством газопоршневых установок».

Ожидается, что новый полигон отходов будет ежегодно сокращать выбросы парниковых газов в объеме, эквивалентном 6764 тоннам CO<sub>2</sub>, и позволит сэкономить в общей сложности 3 миллиона евро на эксплуатационных расходах. Открытие нового полигона позволит закрыть четыре уже существующих места их складирования и захоронения. ■

Д. Станюта

# ПРЕДСТАВИТЕЛИ ДЕПАРТАМЕНТА ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ ВО ВТОРОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ В РАМКАХ СОГЛАШЕНИЯ МЭРОВ ПО КЛИМАТУ И ЭНЕРГИИ



28 июня 2018 года в городе Ивье Гродненской области состоялась Вторая конференция по Соглашению мэров в Беларуси. Мероприятие собрало представителей целого ряда белорусских городов, участвующих в Соглашении мэров по климату и энергии.

На конференции были рассмотрены статус инициативы «Соглашение мэров по климату и энергии в Беларуси»; пути повышения энергоэффективности в разных секторах; преобразование амбициозных планов действий по устойчивому энергетическому развитию и климату (ПДУЭРК) в проекты; источники и механизмы привлечения финансирования. Опыт реализации проектов в области повышения энергоэффективности поделились представители белорусских Ивья, Бреста, Новогрудка, Пуховичей, украинских Первомайска и Вознесенска, сотрудники энергетических агентств Тарту и Риги, председатель Совета по экологическому строительству в России и координатор сети энергетически умных городов Европы. В секциях обсуждался большой потенциал сокращения выбросов парниковых газов в рамках Соглашения мэров, лежащий в области очистки водных ресурсов и управления отходами.

Организаторами мероприятия выступили МОО «Экопартнерство», Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики

Беларусь, Ивьевский районный исполнительный комитет.

Как отметил выступивший на конференции заместитель начальника отдела научно-технической политики и внешнеэкономических связей Департамента по энергоэффективности Владимир Шевченко, к Соглашению мэров присоединились уже 44 города, в которых проживает более 30% населения Беларуси. Присоединившись к данной инициативе, города и районы взяли на себя обязательства снизить на своей территории к 2030 году выбросы CO<sub>2</sub> на 20–30% по сравнению с базовым уровнем. К настоящему времени ПДУЭРК подготовили 12 городов.

В рамках реализации проекта международной технической помощи ЕС «Поддержка инициативы «Соглашение мэров» в Беларуси», исполняющей организацией по которому является МОО «Экопартнерство», городам – участникам «Соглашения мэров по климату и энергии» оказывается консультационная и экспертная поддержка по подготовке ПДУЭРК с целью привлечения инвестиций международных финансовых организаций на выполнение энергосберегающих и климатически нейтральных мероприятий.

В целях выполнения обязательств, включенных в ПДУЭРК, в Республику Беларусь на сегодняшний день привлечены грантовые

средства ЕС в размере более 3 млн евро (4,2 млн евро с учетом 20% софинансирования белорусской стороной) на выполнение следующих энергосберегающих мероприятий:

г. Браслав – модернизация системы уличного освещения, установка теплового насоса и гелиоколлекторов в муниципальных зданиях, модернизация системы теплоснабжения с использованием энергии биомассы (бюджет проекта 735 140 евро, сроки реализации – 2016–2018 годы);

г. Полоцк – модернизация системы уличного освещения (бюджет проекта 1 млн 630 тыс. 521 евро, сроки реализации – 2015–2018 годы);

г. Чаусы – модернизация системы теплоснабжения, горячего водоснабжения и очистных сооружений, внедрение системы автоматизации учета энергии (бюджет проекта 595 268 евро, сроки реализации – 2015–2017 годы);

г. Ошмяны – внедрение мероприятий по энергоэффективности в ГУО «Ясли-сад №3 г. Ошмяны»: утепление кровли и стен, замена окон, установка солнечного коллектора с тепловым насосом, вентиляция с рекуперацией, автоматизация теплоснабжения, энергоэффективное освещение, энергоэффективное оборудование кухни (бюджет проекта 696,6 тыс. евро, сроки реализации – 2018–2020 годы);



г. Береза – внедрение системы светодиодного уличного освещения в Березовском районе с использованием системы автоматического регулирования (бюджет проекта 775 тыс. евро, сроки реализации – 2018–2020 годы).

Департамент по энергоэффективности рассматривает ПДУЭРК, подготовленные подписантами Соглашения мэров, как инструмент привлечения инвестиций в города и районы на нужды их социально-экономического развития и выполнения Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы.

Наряду с привлечением грантовых средств Европейской комиссии актуально привлечение грантовых средств фонда «Восточноевропейское партнерство по вопросам энергоэффективности и экологии» (E5P) в связке с кредитами таких международных финансовых организаций, как Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР), Ев-

ропейский инвестиционный банк (ЕИБ), Всемирный банк, Северная экологическая финансовая корпорация (НЕФКО) для реализации проектов в таких сферах, как:

- модернизация сетей центрального теплоснабжения;
- повышение энергоэффективности общественных зданий (школ, детских садов, больниц) и жилых зданий;
- возобновляемые источники энергии (включая биомассу);
- энергоэффективное освещение улиц;
- очистка воды и стоков;
- сбор и удаление твердых отходов;
- городской общественный транспорт.

В настоящее время ЕБРР осуществляется подготовка проекта «Твердые отходы в Пуховичах», предусматривающего совместно с Минским облсполкомом и Минжилкомхозом организацию переработки отходов с привлечением кредитных средств ЕБРР в размере 7 млн евро (из которых 2 млн евро



составляют грантовые средства фонда E5P); а также проекта «Энергоэффективность в жилых зданиях», предусматривающего совместно с Минским горисполкомом и Минжилкомхозом осуществление термомодернизации жилых зданий в Минске с привлечением кредита ЕБРР в размере 20 млн евро (из которых 5 млн евро составляют грантовые средства фонда E5P). ■

Записал Д. Станюта



## Энергосмесь

### 32% конечного потребления энергии в ЕС должно обеспечиваться за счет возобновляемых источников энергии

Европейская комиссия, Европейский парламент и Совет Европы решили, что к 2030 году 32% конечного потребления энергии в ЕС должно обеспечиваться за счет возобновляемых источников энергии. Соглашение дополнено оговоркой: в 2023 году цель может быть пересмотрена, но только в сторону повышения.

Речь идет не только об электроэнергии, но и о всем потреблении энергии, включая транспорт и теплоснабжение. В электроэнергетике данная планка в 32% достигнута в Европе уже сегодня.

Напомним, что к 2020 году доля ВИЭ в потреблении энергии ЕС должна достигнуть 20%. Поэтому 32% – это весьма амбициозная задача.

В декабре Совет Европы проголосовал за 27%, но Европейский парламент, а также ряд государств, таких как Испания, Италия, Швеция, а также многочисленные группы интересов лоббировали более амбициозный показатель – 35% ВИЭ к 2030 году. В результате сейчас стороны достигли компромисса.

Новая цель призвана помочь выполнить задачу Европейского союза по снижению выбросов парниковых газов к 2030 году на 40% от уровня 1990 года.

Директива должна быть формально утверждена Европейским парламентом и Советом Европы и после публикации в официальном журнале ЕС вступит в силу. ■

Владимир Сидорович, *Renex.ru*

**Александр Делесевич,**  
представитель Брестского горисполкома



# ОБ УЧАСТИИ ГОРОДА БРЕСТА В ЕВРОПЕЙСКОМ ДВИЖЕНИИ «СОГЛАШЕНИЕ МЭРОВ»

Город Брест присоединился к Европейскому движению «Соглашение мэров» в 2015 году и взял на себя обязательства по снижению выбросов парниковых газов в объеме не менее 20% по сравнению с базовым 2010 годом.

«План действий устойчивого энергетического развития (ПДУЭР) г. Бреста» был разработан и утвержден решением сессии Брестского городского Совета в 2016 году. План предполагает снижение выбросов CO<sub>2</sub> в разных отраслях городского хозяйства на 31% к уровню 2010 года, или на 84,5 тыс. тонн.

В горисполкоме создана комиссия по реализации запланированных мероприятий. Особое внимание уделяется воспитанию привычек экономного использования энергоресурсов у населения, в частности, среди молодежи. Для этого ежегодно в городе проводятся Дни энергии.

В ходе реализации ПДУЭР внедрен целый ряд мероприятий, носящих пилотный характер. Так, введен в эксплуатацию биогазовый комплекс на Брестском мусороперерабатывающем заводе, в результате чего доля использования местных видов топлива выросла с 13,7% до 22,1%, объем вырабатываемой теплоэнергии увеличился на 44%.

В соответствии с разработанным ПДУЭР в ближайшие годы планируется внедрение еще целого ряда пилотных проектов. Внедрение технологии по сбраживанию отходов органики на БМФЗ с последующей выработкой «зеленой» электроэнергии (в объеме порядка 9 тыс. МВт·ч) из получаемого биогаза позволит уменьшить выбросы CO<sub>2</sub> на 3,9 тыс. тонн.

Использование теплового насоса на районной котельной по ул. Поплавского, 27 сделает возможным исключить потребление здесь природного газа в летний период и снизит расхода газа на величину порядка 900 тыс. м<sup>3</sup>, а выбросы CO<sub>2</sub> – на 1711 тонн в год.

Модернизация котельной «Катин Бор» с установкой комплекса по газификации биомассы мощностью 2,4 МВт тепловой и 1 МВт электрической энергии позволит вырабатывать ежегодно 21,2 тыс. МВт·ч с использованием возобновляемой энергии и сократить выбросы CO<sub>2</sub> на 4,3 тыс. тонн.

Установка котла на МВт мощностью 12 МВт на котельной по ул. Инженерная, 17 даст воз-



Пропаганда экономии ресурсов на здании центрального теплового пункта в брестском микрорайоне Ковалево

можность практически исключить потребление природного газа в отопительный период в объеме 4,1 млн м<sup>3</sup> (с учетом подключенной нагрузки проектируемого района). Снижение выбросов CO<sub>2</sub> составит 7,8 тыс. м<sup>3</sup>.

В настоящее время в городе разрабатывается концепция «Симбио-Сити-Брест», которая предусматривает мероприятия по повышению энергоэффективности и увеличению использования ВИЭ. Участие в движении «СМ» позволяет городу претендовать на выделение грантовых средств для реализации мероприятий, способствующих снижению выбросов CO<sub>2</sub>.

Так, город стал одним из победителей конкурса в рамках проекта ЕС «Поддержка инициативы «Соглашение мэров» в Беларуси» с местной инициативой «Внедрение энергоэффективных мероприятий на объектах городской коммунальной собственности – котельных г. Бреста, стимулирующих снижение выбросов CO<sub>2</sub>». На реализацию этого проекта Европейским союзом выделено городу 42 948 евро. В рамках данной инициативы запланирована полная реконструкция котельных по ул. Красногвардейской, 31 и по ул. Орджоникидзе, 14 с установкой энергоэффективных котлов конденсационного типа и с включением в схему ГВС существующих солнечных коллекторов

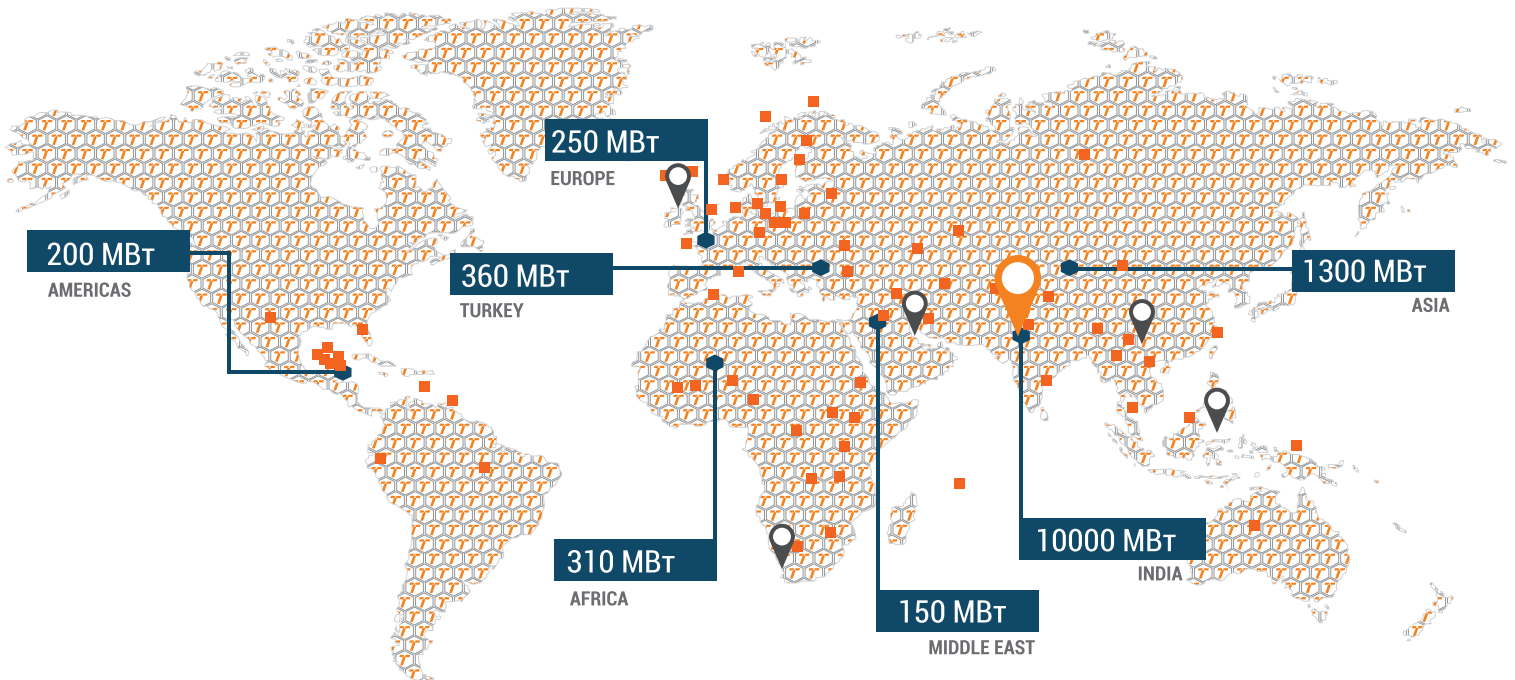
через двухспиральный емкостной водонагреватель. На котельной по ул. Медицинской, 5В планируется замена теплообменников-утилизаторов в составе газопоршневой установки PG-1250B на новые, более эффективные, что приведет к повышению КПД и расчетному снижению потребления газа на 6,5%. За счет собственных средств города в размере около 22 тыс. евро будут производиться работы по проектированию и реконструкции объектов, закупка отдельных видов технологического оборудования, а также проведение информационно-образовательных мероприятий для населения.

Партнерами Брестского горисполкома при реализации данной местной инициативы выступают КУПП «Брестское котельное хозяйство», газета «Брестский вестник» и БМО «Время Земли». Реализация этого проекта даст возможность ежегодно экономить 125,9 тыс. м<sup>3</sup> природного газа и расширить использование энергии солнца в целях горячего водоснабжения. Снижение объемов выбросов CO<sub>2</sub> составит 239,4 тонны в год.


В городе завершается разработка «Концепции устойчивой городской мобильности», которая позволит эффективно решить транспортные проблемы Бреста с минимальным воздействием на окружающую среду. ■

# ВСЕМИРНАЯ СЕТЬ ЭНЕРГОГЕНЕРАЦИИ

## РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА ПАРОВЫХ ТУРБИН НА ПРОТЯЖЕНИИ БОЛЕЕ 50 ЛЕТ



 ШТАБ-КВАРТИРА – ИНДИЯ

 ОФИСЫ ПРОДАЖ И ОБСЛУЖИВАНИЯ –  
ИНДОНЕЗИЯ, ЮЖНАЯ АФРИКА, ОАЭ,  
ТАЙЛАНД, ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

 ГЛОБАЛЬНОЕ ПРИСУТВИЕ

**70**  
СТРАН  
ПРИСУТВИЯ

**12000** МВт  
УСТАНОВЛЕННОЙ  
МОЩНОСТИ

**3000**  
ТУРБИН, УСТАНОВЛЕННЫХ  
ПО ВСЕМУ МИРУ



ИНЖЕНИРИНГОВОЕ  
СОВЕРШЕНСТВО



РЕКОНСТРУКЦИЯ  
ТУРБИН ЛЮБОГО  
ПРОИЗВОДСТВА



МОНТАЖ  
И НАЛАДКА



МЕЖДУНАРОДНЫЕ  
СТАНДАРТЫ  
КАЧЕСТВА



НЕПРЕРЫВНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ  
И РАЗРАБОТКИ

### Наши контакты:

- 12 A, Peenya Industrial Area, Phase 1, Bengaluru – 560058, India
- Email: [mktg@triveniturbines.com](mailto:mktg@triveniturbines.com), [skumars@triveniturbines.com](mailto:skumars@triveniturbines.com), [marijus.gintaras@envijaes.lt](mailto:marijus.gintaras@envijaes.lt), [info@envijaes.lt](mailto:info@envijaes.lt)
- Phone: +370 (37) 452 138, +91 80 22164000 Fax: +91 80 22164100



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY  
INVESTING IN OUR PLANET



Empowered lives.  
Resilient nations.

**А.В. Бедунько, национальный эксперт по вопросам внедрения солнечных батарей в системах энергообеспечения в жилом секторе проекта ПРООН/ГЭФ «Повышение энергоэффективности жилых зданий в Республике Беларусь», директор ООО «ИнолексЭнерджи»**



# ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ФОТОВОЛЬТАИКИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЧАСТНОМ СЕКТОРЕ

**Международная конференция «Энергоэффективные здания XXI века», Минск, 7 июня 2018 года**

## Тарифы как стимул

Рассмотрим современные тарифы для коммерческих солнечных станций, созданных в пределах квот 2017 года. Повышающий коэффициент к тарифу приема электроэнергии в сеть значительно ниже, чем изначальный 3,0. При таких тарифах и современной стоимости оборудования для солнечных станций коммерческий проект мощностью более 600 кВт окупается в срок от 6 лет.

Напомню, что повышающий коэффициент применяется к базовому тарифу. Тарифы указаны в белорусских рублях. Но поскольку они привязаны к курсу доллара, всегда указывается, при каком курсе они рассчитывались. В случае изменения курса доллара идет фактический пересчет тарифов в белорусских рублях.

### Тарифы:

**1. для фотоэлектрических установок, созданных в пределах выделенных в 2017 году квот**

Первые 10 лет со дня ввода в эксплуатацию установок электрической мощностью:	Кoeffициент	Тариф (для курса долл. 1,9963 рубля)
до 300 кВт включительно	1,3	0,31262
от 301 кВт до 2 МВт включительно	1,25	0,30060
более 2 МВт	1,2	0,28858
свыше 20 лет эксплуатации	0,45	0,10822

**2. для установок, созданных исключительно для энергетического обеспечения хозяйственной деятельности**

	коэффициент	тариф
по 31.12.2017 включительно:	0,7	0,16834
с 01.01.2018 в течение первых 10 лет со дня ввода в эксплуатацию	0,45	0,10822
последующие 10 лет эксплуатации	0,4	0,09619
свыше 20 лет эксплуатации	0,1	0,02405
для установок, введенных в эксплуатацию после 1 января 2018 г.	0,1	0,02405

Источник: [http://www.energosbyt.by/tariffs\\_ul\\_ee.php](http://www.energosbyt.by/tariffs_ul_ee.php)

Во второй таблице – тарифы для установок ВИЭ (в том числе солнечных станций), установленных для собственного потребления предприятия, с возможностью поставок излишек энергии в сеть. Изначальный коэффициент 0,7 понижен до 0,1, и предприятиям стало невыгодно поставлять излишки электроэнергии в сеть.

Также напомню, что теперь есть тариф, который позволяет официально устанавливать зарядные станции и оказывать услуги по зарядке электромобилей:

наименование	тариф
Электрическая энергия, используемая станциями электрозарядными стационарными, предназначенными для зарядки электромобилей	0,15693

Подключение к сети солнечных станций физических лиц возможно, но с учетом двух моментов:

1. Параллельное подключение установок по использованию ВИЭ к электрической сети возможно только при условии разработки проектной документации и получении разрешительной документации.

2. Государственная энергоснабжающая организация не имеет правовых оснований приобретать у граждан излишки электроэнергии, выработанной установками по использованию ВИЭ.

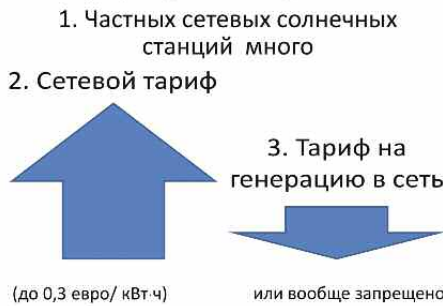
Если пройти все этапы оформления документов (затратив время и деньги) для подключения солнечной электростанции на частном доме к сети, то, по факту, вы получаете разрешение на бесплатную поставку излишков вашей электроэнергии в сеть.

## В русле европейских тенденций

Все новшества в сфере частной солнечной энергетики приходят к нам из Европы. По большей части из Германии, т.к. именно Германия одной из первых стран начала массово вкладывать финансы в эту сферу и остается значимым источником инноваций по сей день.



Текущие условия развития



1. На данный момент установлено большое количество частных солнечных станций. В источниках встречается цифра, что в Германии установлено около 980 тыс. крышных станций мощностью до 10 кВт. Проезжая по Германии, можно увидеть большое количество частных домов с солнечными панелями на крышах.

2. При этом сетевой тариф на потребляемую электроэнергию значительно вырос и доходит до 0,3 евро за киловатт-час.

3. В то же время тариф на продажу в сеть значительно снизился, или возможность продажи электроэнергии в сеть вообще отсутствует.

Во многих странах Европы генерация в государственную сеть уже запрещена, хотя раньше домохозяйства могли свободно продавать излишки электроэнергии в сеть по выгодным тарифам. Это связано с перенасыщением электросетей электроэнергией солнечных станций и увеличением нестабильности генерации/потребления. В Беларуси домохозяйства могут получить разрешение отдавать энергию в сеть, если оформят все документы, включая проектную документацию, подтверждение качества электроэнергии и прочее, но при этом продавать электричество в сеть тоже запрещено.

В такой ситуации для домохозяйств экономически выгодно потреблять максимальный процент вырабатываемой солнечной электроэнергии. Таким образом они уменьшают потребление от сети и достигают максимальной экономии финансов.

Стратегии self-consumption

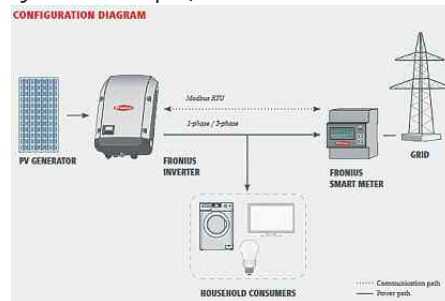
Указанные выше факторы привели к развитию стратегии максимального самостоятельного потребления всей выработанной электроэнергии – self-consumption. Один из путей ее реализации – разработка механизмов динамического управления потреблением электроэнергии от солнечных станций. Выработка солнечной станции нестабильна и зависит от погоды. Следовательно, и потребители электроэнергии должны подстраиваться под работу солнечных панелей, чтобы потратить всю энергию на нужды домохозяйства.



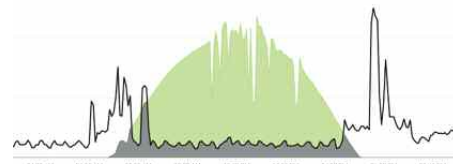
Далее рассмотрим различные варианты применения указанных механизмов.

1. Ограничение генерации в сеть

В регионах, где запретили генерацию в сеть, системы получили ограничители. Специальное устройство – счетчик – контролирует поток электроэнергии. Как только появляется излишек и энергия может перетечь в сеть (станция генерирует больше, чем потребляет дом), инвертор уменьшает свою генерирующую мощность. Таким образом гарантируется нулевой баланс – отсутствие генерации в сеть.



Политика ограничения генерации приводит к большим потерям в выработке электроэнергии. Пик выработки солнечных станций приходится на обеденное время, а пики потребления в частном доме – на утро и вечер.



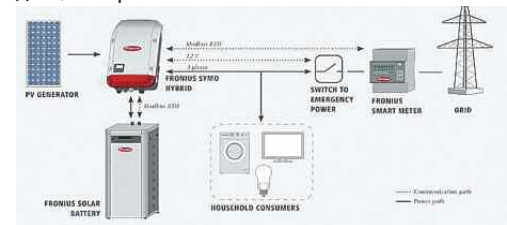
Приведенный типовой график актуален фактически для любой страны наших широт. Электричество в частном доме потребляется

преимущественно утром и вечером. Серым на графике обозначена потребленная энергия, зеленым – потери.

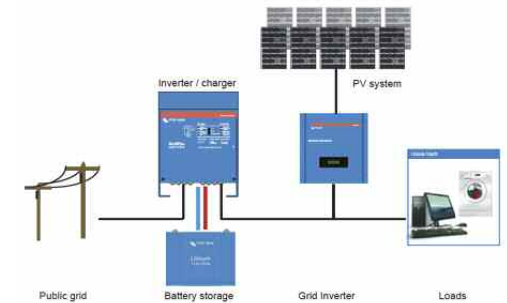
2. Аккумуляирование энергии

Следующий шаг – аккумуляирование излишков электроэнергии. Многие компании выпустили продукты, которые позволяют запасать излишки энергии днем, чтобы потреблять их вечером и ночью. При достаточной емкости аккумулятора возможно использовать 100% вырабатываемой солнечной электроэнергии. В странах с высокими сетевыми тарифами (такими, например, как Германия) использование аккумуляторов стало экономически оправданным.

В Беларуси сетевой тариф пока низкий. Современные литий-ионные аккумуляторы окупают себя в течение 20 лет. Для сравнения, в Германии 1 кВт·ч электричества из сети стоит до 0,3 евро, в Беларуси – от 0,05 до 0,16 евро за 1 кВт·ч.



Продукт компании Fronius: инвертор Fronius Symo Hybrid + Fronius Solar Battery



Аналогичный продукт от компании Victron Energy – гибридные инверторы Victron Multiplus/Quattro, которые могут работать, в том числе, и с сетевыми солнечными станциями



Пример установленной системы аккумуляирования энергии в г. Минск Частный дом (г. Минск): среднее суточное потребление – 25 кВт·ч; мощность солнечной станции – 5 кВт; емкость LFP аккумуляторов – 16 кВт·ч.

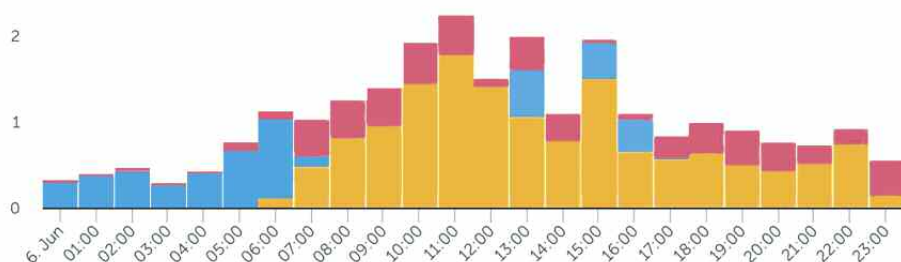
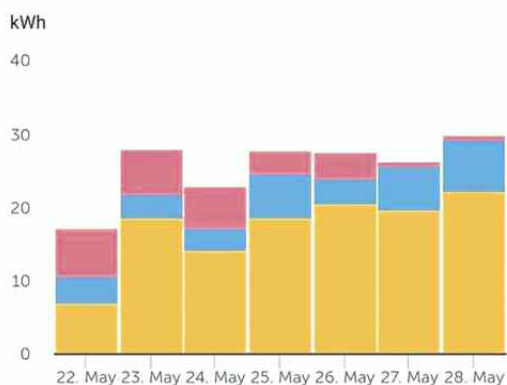


График потребления домом электроэнергии 6.06.2018. Синий цвет – потребление энергии от аккумуляторов, оранжевый цвет – прямое потребление от солнечной станции, красный цвет – потребление от сети



В одном из частных домов в Минске установлена солнечная станция мощностью 5 кВт и гибридный инвертор Victron Multiplus вместе с литий-ионными аккумуляторами суммарной емкостью 16 кВт·ч.

Статистика электропотребления по дням показывает высокий процент закрытия потребностей дома электроэнергией от солнечных панелей (синий и оранжевый цвета вместе).



На данной схеме показана работа фотоэлектрической станции частного дома в утреннее время. Дом потребляет 6513 Вт, а солнце дает только 3640 Вт. Оставшаяся часть энергии подается от аккумуляторов, которые еще не разрядились. От сети берется всего 46 Вт.



На данной схеме показана работа фотоэлектрической станции частного дома в ночное время. Солнечная станция ничего не дает; все потребление дома ложится на аккумуляторы с минимальным потреблением от сети.

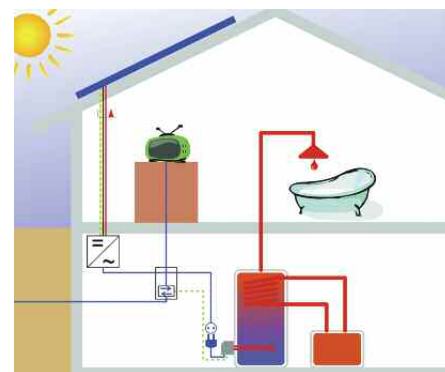


Статистика электропотребления дома в летнее время за 24 часа, 7 дней и 30 дней

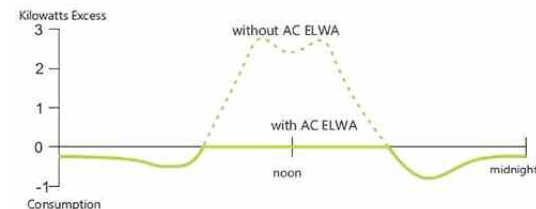
Из статистики видно, что в летнее время от сети потребляется только 15% всей используемой электроэнергии. При этом вла-

делец дома не экономит электричество, находится в стандартном режиме потребления.

### 3. Нагрев воды



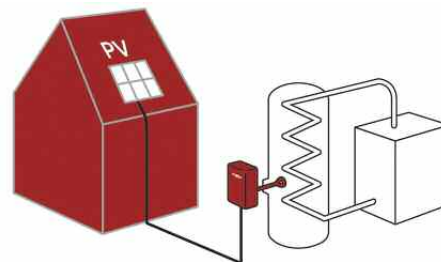
Один из вариантов увеличения потребления энергии на собственные нужды – использовать излишки электроэнергии на нагрев воды (тем самым экономя, например, на стоимости газа). Устанавливается устройство – счетчик, который сигнализирует об излишках энергии контроллеру нагрева воды. Контроллер плавно регулирует мощность электротэна, «сжигая» на нем ровно то количество энергии, которое ушло бы в сеть.



Суточный график поставки энергии в сеть с системой нагрева воды и без нее (пунктир)

Такие устройства позволяют исключить поставку электроэнергии в сеть и экономить ресурс для нагрева горячей воды. В летнее время излишки электрической энергии от солнечной станции могут закрыть до 100% потребляемой горячей воды для нужд горячего водоснабжения дома. Таким образом, экономия идет не только за счет стоимости газа, но и за счет продления срока службы газового котла.

### 4. Прямой нагрев воды – PV-heater



В тех случаях, когда сетевой инвертор требует замены, возможна установка PV-хитеров. Эти устройства напрямую под-

ключаются к солнечным панелям и нагревают воду за счет постоянного тока. PV-heater (пв-хитер) – система нагрева воды от солнечных батарей (фотоэлектрических модулей). Система состоит из солнечных панелей, контролера нагрева, электрического нагревателя (ТЭНа) и накопительной емкости.

В Беларуси такие системы устанавливаются и в частных домах, и на коммерческих объектах (например, АЗС). Для широты Минска система из 8 солнечных панелей (общая мощность 2 кВт) с апреля по август может нагревать в среднем по 200 л горячей воды ежедневно.

**5. Микс self-consumption технологий**



Итак, выше мы рассмотрели технологии, получившие развитие в европейских текущих условиях. Можно уверенно сказать, что чем скорее Беларусь будет приближаться к ним, тем более актуальными будут описанные технологии и для нашего рынка.

Что из сказанного может быть актуально в Беларуси?

1. Из практики в первую очередь сейчас спросом пользуются автономные системы электроснабжения. В нашей стране большое количество красивых озер с дачными домиками на их берегах и ближайшими линиями электропередач в 5–6 км через лес и болото. Системы с использованием солнечных панелей позволяют жить в весенне-осенний период с привычным уровнем комфорта (холодильник, свет, телевизор, зарядка мобильных устройств, электрочайник, микроволновка, вода из скважины). В крайних случаях всегда возможно подключение бензинового генератора.

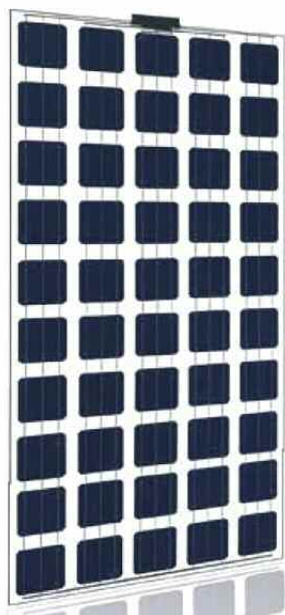
2. Для дачных домов также актуальны PV-heaters. 4 солнечные панели в течение будних дней нагревают в бойлере 500 л горячей воды, которые используются на выходных людьми, приехавшими отдохнуть. Система требует минимального обслуживания, не перегревается, провода проложить значительно проще, чем утепленные трубы от коллекторов. Получается полностью автономная система, которая тихо и незаметно делает свое дело – греет воду.

3. Аккумуляторные системы на данный момент экономически невыгодны и остаются выбором экспериментаторов, технически творческих людей и любителей максимальной автономии от государства. Однако, с ростом стоимости электроэнергии и удешевлением аккумуляторов (тех же литий-ионных накопителей) будет расти и актуальность таких систем.

4. Солнечные панели, интегрированные в здание, начинают неспеша входить на наш рынок. На данный момент это больше имиджвые проекты, чем экономически обоснованные. ■



троэнергию, но и несут определенную дополнительную функциональную нагрузку. Они могут заменить покрытие крыши, вентилируемые фасады, остекленные фасадов, скатов крыш и навесов. В таком случае возникает дополнительная экономическая составляющая: при расчете экономики учитывается стоимость экономных строительных материалов (например, того же керамогранита на фасаде). Можно рассмотреть данное решение с другой точки зрения: например, если вентилируемый фасад просто выполняет свою функцию фасада, то аналогичное решение из солнечных панелей дополнительно еще и окупает себя за счет выработки электроэнергии. Ваша крыша может не только защищать от холодов и осадков, но и экономить вам электроэнергию.



Некоторые производители оборудования (например, Fronius International GmbH) разработали комплексное решение, когда можно по собственному желанию выбрать необходимые компоненты: аккумуляторы, нагреватель воды, взаимодействие с тепловым насосом и даже управление зарядной станцией электромобиля. Каждый из продуктов самостоятелен и может использоваться отдельно с солнечной станцией. Но совместная эксплуатация различных компонентов позволяет максимально использовать солнечную энергию и закрыть потребности дома.

**BIPV – building integrated PV**

Одна из тенденций – интегрированные в здание солнечные панели. Т.е. солнечные панели не только вырабатывают элек-

# IRENA, МЭА И REN21 О ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКЕ РАЗВИТИЯ ВИЭ

В апреле текущего года был опубликован совместный доклад трех уважаемых институций – Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), Международного энергетического агентства (МЭА) и сети REN21 – по вопросам поддержки возобновляемых источников энергии в мире.

В докладе, названном «Renewable Energy Policies in a Time of Transition», содержится обзор государственных политик в области ВИЭ и даются рекомендации по их совершенствованию в связи с переменами, происходящими в мировом энергетическом секторе. Фактически перед нами методическое руководство, с помощью которого можно оптимизировать национальные программы развития ВИЭ.

Когда мы обсуждаем возобновляемые источники энергии, мы практически всегда представляем себе солнечные модули или ветряные турбины, то есть устройства, вырабатывающие электроэнергию. В докладе

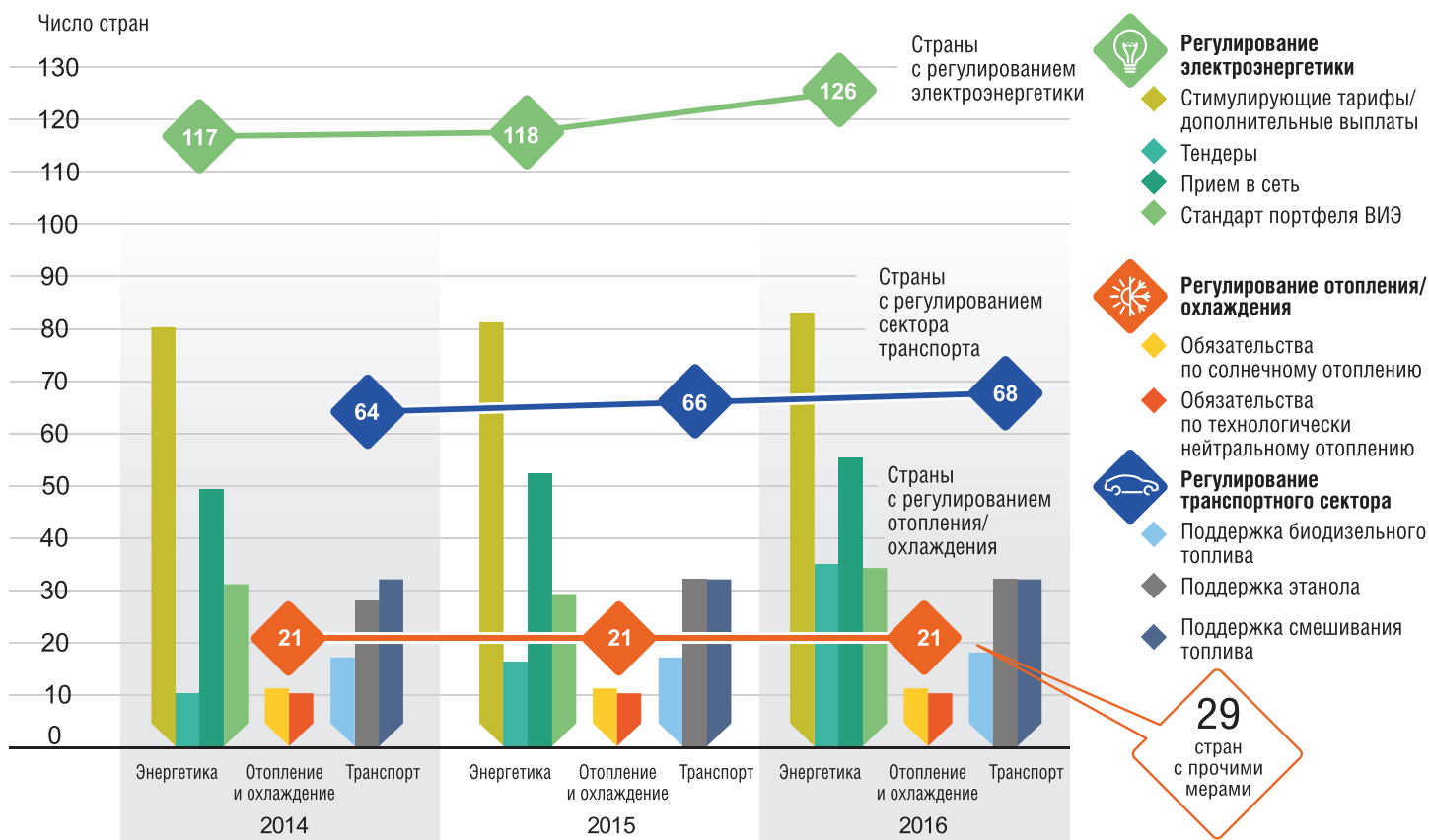
подчеркивается, что политика в области ВИЭ должна фокусироваться на других секторах, а не только на электроэнергетике (в которой набор инструментов стимулирования хорошо известен, апробирован и энергетическая трансформация уже идет полным ходом).

Диаграмма показывает в сводном виде набор государственных политик в области ВИЭ в электроэнергетике, теплоснабжении и на транспорте (график 1).

Мы видим, например, что в 2016 году 126 стран имели утвержденные меры стимулирования ВИЭ в электроэнергетике (верхняя линия).

В докладе сектор за сектором обозреваются основные сферы конечного потребления энергии и потенциал использования ВИЭ в каждом из них. При этом видны диспропорции: на электроэнергетику приходится лишь около пятой части глобального конечного потребления энергии, а на сектор тепла – порядка 50%. Более 70% потребностей человечества в тепле обеспечиваются с помощью ископаемого топлива. Современные ВИЭ дают всего лишь 7%, еще 14% – это так называемая «традиционная биомасса», то есть использование «подручного» сырья для обогрева в бедных странах (график 2).

График 1. Число типов стимулов и видов поддержки ВИЭ, 2014–2016 годы



Источник: REN21, 2017b.



График 2. Общее мировое энергопотребление на отопление, 2015 год



Для увеличения использования возобновляемых источников энергии в теплоснабжении требуется ряд инструментов. К ним относятся виды поддержки и обязательства, которые могут обеспечить

определенность для более широкого внедрения ВИЭ; строительные стандарты, которые опосредовано поддерживают отопление и охлаждение с использованием возобновляемых источников энергии, уста-

навливая требования к энергоэффективности зданий; фискальные и финансовые стимулы, которые уменьшают капитальные затраты; налоги на углерод или энергию, которые формируют важные ценовые сигналы и снижают внешние эффекты (экстерналии).

Транспорт является вторым по величине сектором конечного использования энергии, на который приходится 29% от общего конечного потребления энергии (2015 год) и 64,7% мирового потребления нефти. За исключением биотоплива, практический опыт стимулирования использования возобновляемых источников энергии на транспорте практически отсутствует. Политики и системы планирования должны помочь преодолеть такие препятствия, как незрелость или высокая стоимость определенных технологий, неадекватная энергетическая инфраструктура, медленное принятие потребителями новых технологий и систем. Необходим также отказ от субсидирования ископаемого топлива, особенно в судоходстве и авиации.

Комплекс используемых мер поддержки в секторе ВИЭ в электроэнергетике изображен на графике 3.

В докладе отмечается возрастающая роль аукционов (конкурсных отборов, тендеров) в возобновляемой электроэнергетике. Сегодня уже 70 стран утвердили политики, предусматривающие аукционы, в 2016 году конкурсные отборы были проведены в 34-х странах.

График 3. Классификация политик, проводимых в энергетике



Аукционы уже доказали свою эффективность, они позволяют выйти на реальную цену и способствовали пятикратному снижению цен в период 2010–2016 годов в солнечной энергетике. При этом в докладе подчеркивается критическая важность правильной организации аукционов (тендеры бывают неудачными именно по причине их неэффективной организации).

Наряду с регуляторными политиками в области ВИЭ в докладе выделяются нерегуляторные, к которым относят разного рода фискальные и финансовые меры (налоговые вычеты, государственные инвестиции, гранты) (график 4).

В настоящее время, как видно на графике, данные меры поддержки действуют в доброй сотне стран.

В разделе об электроэнергетике приведена таблица 1, на которой обозначены сильные и слабые стороны той или иной формы поддержки ВИЭ.

Здесь также подчеркивается критическая важность постановки конкретных государственных средне- и долгосрочных целей развития ВИЭ, обозначающих понятные перспективы для индустрии, инвесторов и потребителей.

Отдельный раздел доклада посвящен вопросам интеграции ВИЭ в энергосистему. Доля переменных ВИЭ (солнечной и ветровой энергии) растет, что формирует новые вызовы для управляющих энергетическим хозяйством разных стран. Поэтому стратегии системной интеграции возобновляемых источников энергии имеют решающее значение для минимизации негативных воздействий,

максимизации выгод и повышения экономической эффективности энергосистемы.

Для поддержки роста возобновляемых источников энергии во всем мире был принят широкий спектр стратегий. Их характер в той или иной стране зависит от зрелости сектора, особенностей сегмента рынка и более широких социально-экономических условий.

Набор мер, применяемых в связи с интеграцией переменных ВИЭ в энергосистемы, с примерами приведен в специальной таблице на стр. 96 доклада.

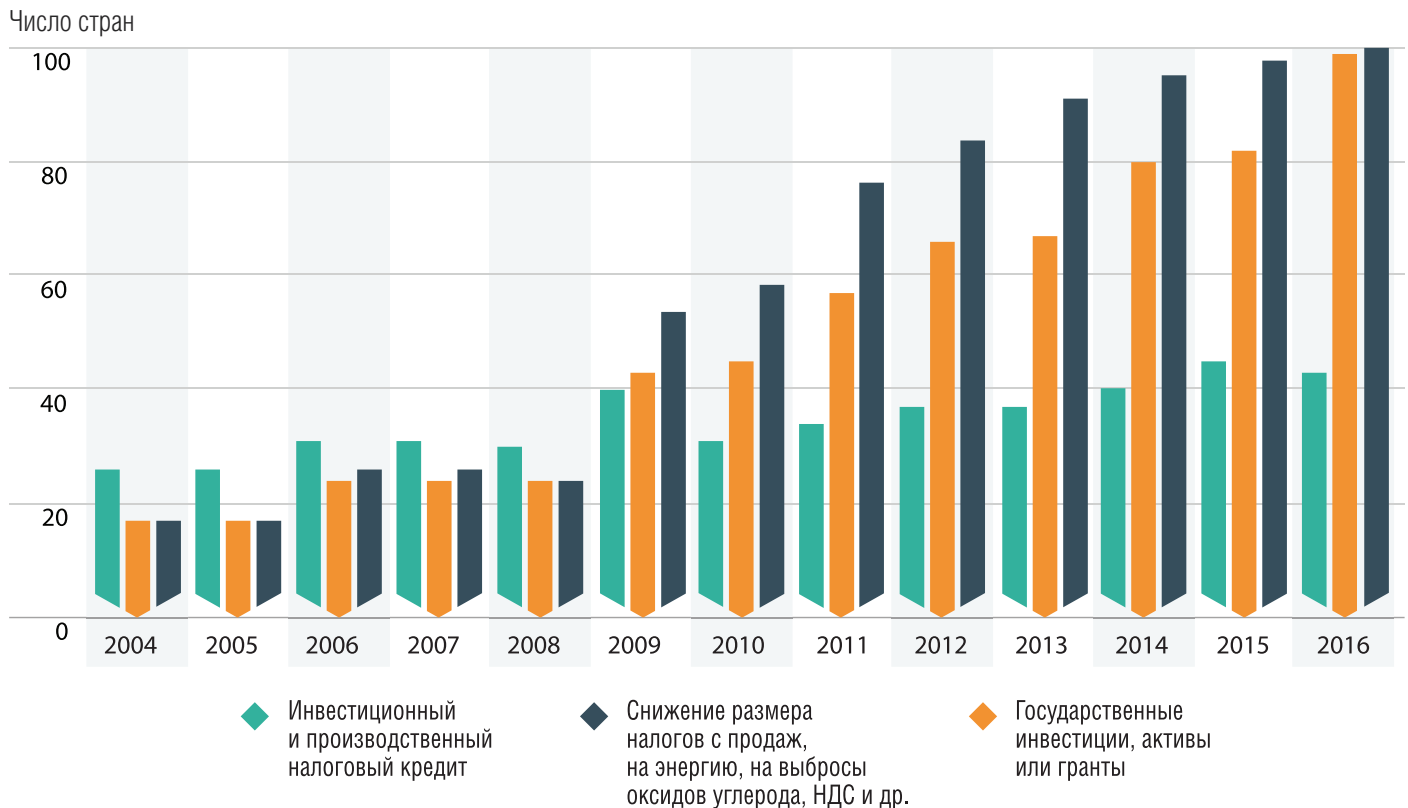
В докладе говорится, что политика по управлению энергосистемами должна становиться более комплексной и обеспечивать, в том числе, интеграцию ВИЭ с другими секторами конечного потребления энергии (sector coupling). ■

**Владимир Сидорович, Renen.ru**

**Таблица 1.** Инструменты политики в области возобновляемой энергетика – сильные стороны и ограничения

Технологии	Сильные стороны	Ограничения
Средне- и долгосрочные цели	Обеспечивают четкое направление и сигналы для потребителей и отрасли.	Сильно зависят от продолжающейся политической приверженности. Неэффективны сами по себе, требуют конкретных мер для их реализации.
Квоты и обязательства (например, стандарт зеленого портфеля, обязательства по приобретению энергии из ВИЭ и др.)	Помогают обеспечить обязательные и обязывающие цели, назначив ответственное лицо за их достижение. Могут быть масштабированы с низкого процента, а затем увеличиваться с каждым годом.	Требуют мониторинга и соблюдения мер, а также системы штрафов за недобор. В большинстве случаев они должны быть привязаны к системе торгуемых сертификатов и других механизмов.
Торгуемые сертификаты	Рыночные механизмы, обеспечивающие дополнительный доход для генераторов.	Требуют соблюдения механизма функционального рынка.
Инструменты административного установления цен (стимулирующие тарифы)	Ограниченный риск для разработчиков. Подходят для рынков с низким уровнем развития возобновляемых источников энергии и маломасштабных проектов. Снижают риск волатильности цен на энергию и электроэнергию путем введения фиксированной составляющей в микс электроснабжения.	Сложность установления тарифов и корректировки тарифов, особенно при динамическом изменении структур затрат. Проблемы, связанные с интеграцией на рынке, когда доля переменных ВИЭ растет.
Инструменты административного установления цен (стимулирующие премии)	Включают интеграцию на рынке возобновляемых источников энергии. Обеспечивают стимулирование производства электроэнергии при низком уровне предложения.	Риск для генераторов, когда рыночная цена на электроэнергию низка, и риск непредвиденных прибылей, когда рыночная цена высока (без верхнего и нижнего предела). Могут налагать дополнительные расходы на производителей, включая передачу, балансировку, прогнозирование и планирование.
Инструменты конкурентного установления цен (аукционы)	Гибкость в организации и потенциал для установления реальной цены.	Риск демпинга и вытеснения мелких/новых игроков с рынка.
Чистый учет/биллинг	Может обеспечить экономию как для конечного потребителя, так и для системы в целом. Помогает уменьшить потери при передаче и распределении, а также перегруженность и максимальный спрос в системе.	Может поставить под угрозу возмещение затрат системы и создавать перекрестное субсидирование различных групп потребителей (для собственных нужд и не только) при высоких уровнях распределенной генерации. Риск того, что розничные тарифы неточно отражают фактическую стоимость электроэнергии в каждом конкретном месте и периоде времени.
Финансовые стимулы (например, гранты, налоговые кредиты, инвестиционные субсидии)	Повышают доступность технологий и могут помочь преодолеть барьер высоких капитальных затрат.	Уровни поддержки могут подвергаться частым изменениям из-за смещения политических приоритетов. Не всегда адекватны объемам генерируемого электричества.
Добровольные программы	Включают развертывание без каких-либо принудительных дополнительных затрат для государства или потребителей.	Требуют хорошего информирования общественности. Не обязательно учитываются при планировании.

График 4. Тренды по введению финансовых и фискальных мер поддержки ВИЭ, 2004–2016 годы



Источник: REN21, 2005–17.

Энергосмесь

### Указ стимулирует использование электромобилей

Президент Республики Беларусь Александр Лукашенко 10 июля подписал указ № 273 «О стимулировании использования электромобилей». Документом предусматриваются меры, направленные на стимулирование спроса на электромобили, а также создание зарядной и сервисной инфраструктуры.

В частности, предусмотрено освобождение от уплаты «транспортного налога» – пошлины за выдачу разрешения на допуск электромобилей к участию в дорожном движении, а также налога на добавленную стоимость при ввозе зарядных устройств, не производимых на территории Беларуси.

Государственным оператором по созданию и развитию зарядной сети для электромобилей выступит РУП «ПО «Белоруснефть», которое обеспечит разработку и реализацию соответствующей программы.

Пресс-служба Президента Республики Беларусь

### Проект E.ON: хранение электроэнергии без аккумуляторов

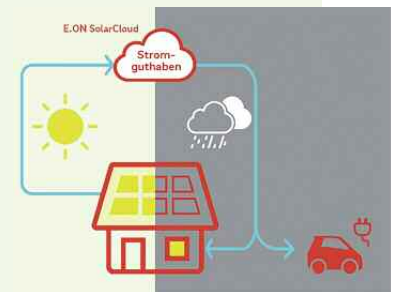
«Облачные» решения для хранения солнечной электроэнергии уже не являются новинкой. Произведенная домашней солнечной электростанцией избыточная электроэнергия, которая не может быть потреблена и «не помещается» в накопитель, не продается в сеть, а передается в облачное хранилище. Немецкий энергетический концерн E.ON уже примерно год предлагает соответствующее решение под названием «Солнечное облако» (SolarCloud).

«Сданная на хранение» электроэнергия будет учитываться на специальном виртуальном счете. Причем использовать эту электроэнергию можно будет не только дома, но и «в других местах».

«Клиенты экономят на покупке и монтаже накопителя, а также на расходах по обслуживанию. Прежде всего, они имеют возможность запасти энергию на зиму на выгодных условиях и обеспечивать себя на 100% солнечной энергией из своей собственной фотоэлектрической системы», – утверждает E.ON.

На первых порах продукт предлагается в Германии и Италии.

Тарифы на электроэнергию для граждан в Германии высоки, а продавать свою «солнечную» электроэнергию в сеть невыгодно. При этом если у вас нет накопителя энергии, доля собственного потребления будет существенно ниже 50%, а остальное не-



избежно придется продавать по «зеленому» тарифу. Разница между ценой на электроэнергию и «зеленым» тарифом и создает возможность для применения бизнес-модели облачного хранения, в рамках которой может заработать и провайдер (E.ON), и его клиент.

Базовый вариант нового продукта предлагается за 30,99 евро в месяц.

Renen.ru

# ДНИ ЭНЕРГИИ ПРОШЛИ В БЕЛАРУСИ

В этом году более 25 белорусских городов – подписантов Соглашения мэров организовали у себя Дни устойчивой энергии. В Днях энергии-2018 приняли участие около 15 тысяч человек.

Жителям малых городов недостаточно просто получить листовку с полезной информацией или принять участие в конкурсе, им хочется знать больше, видеть на живых примерах, как работают возобновляемые источники энергии и энергоэффективные технологии. Возможно, поэтому в этом году были популярны экскурсии на объекты. В Полоцке школьники сводили на ГЭС, студентов Пружанского аграрно-технического колледжа – в «Пружанские электросети», учеников Пружанской СШ №3 – на городскую мини-ТЭЦ, работающую на местных видах топлива. Минская ТЭЦ-5 открыла свои двери для воспитанников ГУО «Руденская вспомогательная школа-интернат», в Пинске для всех желающих организовали экскурсию-велопробег по

культурно-историческим местам города с посещением объектов, использующих возобновляемые источники энергии. Всего в рамках нынешних Дней энергии состоялось 11 таких экскурсий – знакомств с энергоэффективными технологиями.

## Корма и Верхнедвинск

Эти два города оказались самыми изобретательными на интересные форматы и названия мероприятий. К слову, оба города присоединились к Соглашению мэров недавно и впервые проводили у себя Дни устойчивой энергии. В Корме организовали для детей дошкольный экологический лагерь «Берегоша», где ребятам не давали скучать. Их вовлекли в экологические постановки «Лесная поляна», «Рас-



тительный мир», «Поляна загадок», «Крылатые друзья», «Животный мир», «Царство водяного», в экотушевание «Береги свою планету, ведь другой на свете нету!», а также в различные познавательные игры, акции и викторины: «18 дней бережливости», «Об энергоэффективности и не только», «Ветер, ветер! Ты могуч...» и др. В Верхнедвинске, к слову, провели около 30 различных мероприятий с такими названиями, как «Экологический светфор», «Зеленый патруль», «Не опоздай спасти планету», «Земля – наш общий дом», «Энергичный заряд». Запомнился и необычный конкурс «Самый энергичный велосипедист» по выработке электроэнергии на велотренажере.

## Полоцк

Жители Витебской области хорошо понимают ценность экологического мышления и образа жизни, а также своевременной адаптации к изменениям климата. «Инклюзия + энергосбережение» – энергоэффективную викторину с таким названием провели в Полоцке на городском фестивале активного отдыха. В ходе викторины дети и взрослые узнали много интересного о Соглашении мэров, энергосбережении и чистой энергии. Выяснили, какие лампы самые экономные (светодиодные), где в Беларуси са-



мый большой ветропарк (под Новогрудком), на скольких улицах освещение заменят на энергоэффективное в рамках проекта Евросоюза «ГорСвет» (на 16), сколько человек в год может обеспечить электроэнергией Полоцкая ГЭС (около 150 тысяч!).

## Светлогорск

Во время проведения нынешних Дней устойчивой энергии Светлогорский райисполком обратился к горожанам и жителям района с предложением «проявить высокую сознательность и активнее вносить свои предложения по повышению энергоэффективности и улучшению экологической обстановки, ведь все это положительно скажется на жизни города, который мы все считаем своим домом», а также напомнил, что в городе есть яркие положительные



примеры повышения энергоэффективности, один из которых – реконструкция завода полиэфирных текстильных нитей ОАО «СветлогорскХимволокно», в результате которой в 3,5 раза снизилась энергоемкость выпускаемой продукции.

### Новогрудок и Глубокое

Вторым после Полоцка Соглашение мэров подписал Новогрудок. В 2014 г. там утвердили План действий по устойчивому развитию Новогрудского района до 2020 г. По направлению повышения энергоэффективности в Новогрудке установили сол-

нечные вакуумные коллекторы для подогрева воды в бассейне ГУО «Ясли-сад №10», заменили 150 светильников на энергоэффективные в г.п. Любча, построили станцию сортировки твердых коммунальных отходов и др. В рамках Дней энергии Новогрудок принял у себя официальную делегацию из г. Глубокое Витебской области. Коллег из Глубокого особенно заинтересовала установка солнечных коллекторов и тепловых насосов для оптимизации системы горячего водоснабжения родильного отделения Новогрудской центральной больницы.

\* \* \*

В успешной реализации мероприятий инициативы «Соглашение мэров по климату и энергии» городам-подписантам в Беларуси помогают две структуры поддержки – фонд «Интеракция» и МОО «Экопартнерство». Проекты CoM-DeP «ГорСвет» (в Полоцке) и «Поддержка инициативы «Соглашение мэров» в Беларуси» финансируются Европейским союзом в рамках инициативы EU4Energy.

**Ольга Салахеева,**  
коммуникационный эксперт  
инициативы ЕС «Соглашение  
мэров по климату и энергии»

### Брест

## К сохранению окружающей среды – через сбережение энергоресурсов

В 2015 году город Брест присоединился к инициативе Европейского союза «Соглашение мэров по климату и энергии». 15 июня 2018 года представители Брестского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР приняли участие в торжественном открытии Дня энергии, состоявшемся в Парке культуры и отдыха (театр эстрады) в рамках Соглашения мэров. Мероприятие проводилось в городе во второй раз и призвано привлечь внимание общественности к вопросу сохранения окружающей среды через сбережение энергии, рациональное использование и утилизацию ресурсов.

Брестчане смогли принять участие в ярмарке энергоэффективных товаров (светодиодные лампочки, светильники и твердотопливный котел).

В процессе мероприятия состоялось награждение победителей конкурса по энергосберегающей тематике, можно было послушать выступление экспер-

тов в области противодействия изменению климата. Их с повышенным вниманием слушали дети из различных учреждений города.

А уж что точно понравилось детям – так это обмен отработанных батареек на полезную тематическую продукцию. Мальчики и девочки даже с азартом



соревновались, кто сдаст больше. Теперь они не только знают сами, но и могут научить взрослых, как правильно утилизировать батарейки и аккумуляторы.

Кроме прочего, в рамках Дня энергии можно было принять участие в квесте, спортивных соревнованиях и различных экскурсиях.

**Ю.Е. Пшонка,** заместитель  
начальника Брестского  
областного управления  
по надзору за рациональным  
использованием ТЭР



### Могилев

## «Выбери будущее сегодня!»



«Выбери будущее сегодня!» – под таким лозунгом с 20 по 25 июня в Могилеве прошли Дни энергии с целью привлечения внимания к вопросам экологии и климата, формирования устойчивой мотивации к энергосберегающему образу жизни, развития умения грамотного общения с энергетическими ресурсами, обучения простым приемам энергосбережения в быту.

В ГУО «Ясли-сад № 116 г. Могилева» Дни энергии открыл флэшмоб «Сбережем планету вместе!». Малыши вместе со своими родителями танцевали с воздушными шарами, привлекая внимание жителей микрорайона к проблеме энергосбережения и ресурсопотребления.

Дети совместно с родителями стали авторами сказочных сюжетов и историй об экономии и грамотном использовании воды, тепла и электроэнергии, а также роликов и видеопрезентаций по проблемам потребления ресурсов планеты. Была оформлена выставка рисунков, плакатов и постеров «Энергосбережение глазами детей». Свои творческие способности также можно было проявить в конкурсе на лучший слоган о грамотном энергопотреблении и сбережении ресурсов.

Квест-путешествие для воспитанников «Тайна сбережения» позволило ребятам продемонстрировать свои знания правил энергопотребления в быту. Разгадав тайну, ►



дошколята получили призы, а родители смогли принять участие в мастер-классах «Вторая жизнь ненужных вещей», на которых креативные педагоги яслей-сада представили разнообразные способы изготовления полезных вещей из использованных материалов. В ход пошли разнообразные коробки, пластиковые бутылки, пробки. В результате были изготовлены великолепные вазы, карандашницы, игрушки, бильбоке, органайзеры для мелочей.

На протяжении нескольких дней ребята средней школы № 19 стали участниками различных конкурсов, квестов и других ме-



роприятий. Педагоги решили напомнить учащимся самые простые способы экономии электроэнергии, тепла, воды. Для этого были проведены беседы по энергосбережению, продемонстрированы видеоролики и видеофильмы. Ребятам рассказали, как можно сэкономить энергоресурсы в школе и дома, какую роль играет экономия энергии в сохранении экологии Земли и какие правила необходимо соблюдать каждому, чтобы беречь природные ресурсы.

Большой интерес вызвал конкурс рисунков «Сохраним нашу планету!», часть работ которого была выполнена мелками на асфальте.

В Дни энергии учащиеся побывали в экомастерской «Как сделать нашу жизнь чище?», посетили выставку поделок из вторсырья «Экодизайн», посмотрели и обсудили мультфильм «Спасти Землю». Педагоги провели анкетирование по теме «Умеем ли мы экономить?».

Экологический отряд школы провел агитацию среди жителей микрорайона Казимировка и раздал листовки и флаеры с советами по выбору упаковки, утилизации батареек, о воздействии автомобиля на окружающую среду. На экологическом празднике состоялось торжественное награждение победителей творческого конкурса среди учащихся по энергосберегающей тематике. В завершении дня все собрались на флэшмоб «Наша планета в наших руках!».

В Дни энергии 18 учащихся СШ №19 г. Кличева приняли участие в экологическом квесте «Energy Day», организованном ГУДО «Кличевский центр дополнительного образования детей и молодежи» совместно с ГУО «Кличевский центр туризма, краеведения и экскурсий детей и молодежи». На каждой из семи маршрутных станций квеста



команды проявили свою смекалку, мастерство, сплоченность, ловкость, силу и волю к победе. А также был проведен районный чемпионат по технике велосипедного туризма.

Дни энергии продолжились и на территории Кличевского центра туризма, краеведения и экскурсий детей и молодежи, где прошел районный чемпионат по технике велосипедного туризма «Роварняры старты».

Таким образом была выражена поддержка людям, предпочитающим «зеленый» транспорт, что делает наши города экодружелюбными.

Все участники Дней энергии были награждены памятным подарками, представленными проектом «Поддержка инициативы «Соглашение мэров» в Беларуси».

**Д. Лустенкова,**  
**УО «Могилевский областной институт развития образования»**  
**Э. Врублевская,** заместитель  
 начальника производственно-  
 технического отдела Могилевского  
 областного управления по надзору  
 за рациональным использованием ТЭР

## ОАО «Полоцк-Стекловолокно»: требуемые технические параметры обеспечит насосное оборудование меньшей мощности



Насосный агрегат Omega 200-420 B GB с электродвигателем KSB

В апреле нынешнего года в ОАО «Полоцк-Стекловолокно» в рамках реализации запланированных мероприятий по энергосбережению была произведена замена насосного агрегата оборотного цикла №2 на-

Ранее используемый насосный агрегат Д3200-75

сосом меньшей мощности. Взамен ранее используемого насосного агрегата Д3200-75 с установленной электрической мощностью электродвигателя 400 кВт был введен в действие насосный агрегат Omega 200-420 B GB с электродвигателем KSB установленной мощностью 110 кВт.

Мероприятие с учетом стоимости насосного агрегата Omega 200-420, вспомогательного оборудования и материалов было профинансировано на сумму 33264,48 рубля

из собственных средств предприятия. Насосный агрегат производства «КСБ Шанхай Памп Лтд» (KSB Shanghai Pump Co. Ltd) был поставлен минским ИООО «КСБ БЕЛ». Монтаж и пусконаладочные работы были выполнены собственными силами ОАО «Полоцк-Стекловолокно».

Установленный насосный агрегат обеспечивает требуемые технические параметры по созданию давления и расхода на оборотном цикле с подачей воды на градирню форсуночного распыления. Предполагаемый условно-годовой экономический эффект от внедрения мероприятия составит более 400 т.у.т., срок окупаемости – 0,6 года. ■

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

**Л.В. Хомич, главный энергетик ОАО «Полоцк-Стекловолокно»**

## Обучающие семинары: эффект очевиден

В условиях постоянного совершенствования системы энергосбережения и, в то же время, достаточно частой смены специалистов, курирующих вопросы энергоэффективности на предприятиях области, Минским областным управлением по надзору за рациональным использованием ТЭР совместно с райисполкомами было принято решение о проведении обучающих семинаров для специалистов организаций и предприятий, отвечающих за данное направление.

Тематика семинаров охватывает основные подходы и вопросы в области энергосбережения, в том числе:

- приоритетные направления и задачи энергосбережения с учетом существующих реалий;
- формирование планов мероприятий по энергосбережению предприятий;
- расчет энергетической эффективности наиболее часто встречающихся мероприятий (в соответствии с «Методическими рекомендациями по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий»);
- вопросы, связанные с нормированием;



– правильность и достоверность заполнения отчетов 4-энергосбережение (Госстандарт) «Отчет о выполнении мероприятий по экономии топливно-энергетических ресурсов и увеличению использования местных топливно-энергетических ресурсов», «Сведения о нормах расхода ТЭР на производство продукции (работ, услуг)».

В 2018 году были проведены обучающие семинары в Минском, Столбцовском, Дзержинском, Борисовском районах с участием специалистов выше-названных, а также Несвижского, Узденского, Крупского районов и г. Жодино. Планируется провести аналогичные семинары и в других районах области с участием специалистов по энергосбережению предприятий и организаций.

Для более доступного восприятия информации семинары проводятся в режиме диалога, что позволяет сохранять постоянную заинтересованность участников семинара к предлагаемому лекционному материалу. Вопросы, наиболее часто задаваемые специалистам управления, связаны, прежде всего, с особенностями заполнения отчетов «Сведения о нормах расхода ТЭР на производство продукции (работ, услуг)» и 4-энергосбережение (Госстандарт).

Анализ показывает, что в районах, специалисты предприятий которых приняли участие в работе семинаров, значительно улучшилось качество

сдаваемых отчетов (снизилось количество ошибок), увеличилось количество отчетов, сдаваемых в электронной форме (по программе).

Участие в работе семинаров позволит многим предприятиям по-новому взглянуть на вопросы рационального использования топливно-энергетических ресурсов, разработку и реализацию планов мероприятий по энергосбережению, облегчит работу по формированию статистической отчетности. ■

**А.Э. Войтко, заведующий сектором ПТО Минского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР**

## Строится малая ГЭС в Добруше

Строительство первой в Гомельской области малой гидроэлектростанции начато в феврале этого года. Энергетический объект возводится на реке Ипуть в городе Добруш. Целью реализуемого проекта является создание нового современного объекта малой энергетики для выработки электроэнергии за счет имеющихся гидроресурсов с обеспечением замещения импортного органического топлива и частичное покрытие электрических нагрузок г. Добруша.

Особенностью строящегося объекта является то, что он находится в черте города. Поэтому своей архитектурой и внешним видом малая ГЭС должна органично вписаться в историческую часть районного центра. Началу проектирования и строительства гидроэлектростанции предшествовали общественные обсуждения данного проекта с подключением средств массовой информации.

Заказчиком строительства выступает компания ООО «ДобридИнвест». Проектом предусмотрено строительство гидроэлектростанции мощностью 450 кВт. Одноэтажное здание МГЭС приплотинного типа будет состоять из диспетчерской и машинного



зала размерами 19,5x12,3 м и глубиной 5,95 м. Фундамент здания МГЭС предусмотрен в виде общей монолитной плиты под все сооружение в целом.

В машинном зале будет установлено три гидроагрегата GD008-WZ-150. Турбины гидроагрегатов горизонтальные, прямоточно-лопастные с фиксированными углами установки лопаток направляющего аппарата и рабочего колеса, настроенные на параметры данной МГЭС в заводских условиях. Каждый из трех турбоагрегатов комплектуется синхронным генератором – машиной нового поколения, разработанной специально для работы в составе энергоблока и обладающей рядом

преимуществ по сравнению с асинхронной машиной.

Режим работы МГЭС выбирается с целью максимально возможной выработки электроэнергии. Для сбора, обработки и передачи данных о работе всех систем гидроэлектростанции запроектирована микропроцессорная панель с GSM-модемом, обеспечивающая функции оперативного дистанционного контроля за работой объекта, аварийной автоматики и сигнализации. МГЭС сможет работать в автоматическом режиме, без присутствия постоянного инженерно-технического и обслуживающего персонала.

Проектная годовая выработка электроэнергии на МГЭС составит 2 млн 850 тыс. кВт·ч. Наличие

независимого по топливу резервного источника электроэнергии, каким будет МГЭС на реке Ипуть, заметно повысит надежность электроснабжения потребителей Добруша.

В настоящее время на строительной площадке проводятся подготовительные работы. Выполняется отсыпка перемычек, ведется разработка котлована под здание МГЭС. В июле планируется начало работ по укладке бетона в фундамент здания гидроэлектростанции.

В соответствии с графиком производства работ строительство МГЭС в Добруше должно выйти на завершающий этап в конце декабря 2018 – начале 2019 года. ■

**В.В. Новик, заместитель начальника – начальник инспекционно-энергетического отдела Гомельского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР**  
**С.А. Прокopenko, главный специалист инспекционно-энергетического отдела Гомельского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР**

## В Новогрудском районе при поддержке ЕС развиваются три новых «зеленых» проекта

12 июля состоялись торжественные церемонии открытия пилотных проектов, реализованных при финансовой поддержке Европейского союза в партнерстве с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Новогрудским районным исполнительным комитетом. В торжествах приняли участие Андрей Викторин, Глава Представительства Европейского союза в Республике Беларусь; Михаил Малашенко, заместитель председателя Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь – директор Департамента по энергоэффективности; Анатолий Маркевич, председатель Новогрудского районного исполнительного комитета.

В Грабниках в рамках проекта «Зеленая экономика в Беларуси» запущена в эксплуатацию уже седьмая в ветропарке и двадцатая по счету в районе ветроустановка (мощность 2,5 МВт, высота башни 100 метров, длина лопастей 50 метров, диаметр ротора 100 метров).

Центральная районная больница Новогрудка получила новую систему горячего водоснабжения, использующую энергию солнца.

В Новогрудском государственном аграрном колледже появился учебно-консультационный центр по возобновляемым источникам энергии и повышению энергоэффективности. ■

Твой Новогрудок.ru

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



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

УНП 100338436



**Над проектом работали:** Алимов Григорий, Шимов Данила, учащиеся 11 класса УО «Минский государственный областной лицей»; Светлаков Владислав, учащийся 11 класса ГУО «Гимназия №1 г. Дзержинска»  
**Руководители:** Сечко К.Д., учитель физики УО «Минский государственный областной лицей», Сечко И.Б., учитель химии ГУО «Гимназия №1 г. Дзержинска»

# ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПОСРЕДСТВОМ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ НА КРАСИТЕЛЯХ

Второе место в номинации «Проект практических мероприятий по энергосбережению» республиканского конкурса «Энергомарафон-2017»

В настоящее время наиболее распространенными являются солнечные батареи на основе кремниевых фотоэлектрических ячеек. Однако такие фотоэлементы достаточно дороги в производстве, их коэффициент полезного действия уже подошел к своему максимуму и составляет порядка 24% [5], что значительно уступает эффективности процесса фотосинтеза растений, КПД которого порядка 46% [5]. Поэтому создание фотоэлементов, преобразующих солнечную энергию по принципу фотосинтеза, может быть одним из путей совершенствования характеристик фотоэлементов.

Впервые структуру такого фотоэлемента предложил швейцарский ученый Михаэль Гретцель. Наибольший КПД, которого удалось достичь в ячейках Гретцеля, равен 26% [12].

Одним из основных компонентов данной ячейки является краситель; от его химических свойств и от того, как он согласуется с другими компонентами фотоячейки, зависит эффективность ее работы.

Для проведения экспериментов в рамках данного проекта применяется известная технология изготовления ячейки Гретцеля и технология изготовления многокаскадной фотоячейки, разработанная авторами проекта.

Актуальность представляемого проекта в том, что для создания фотоэлементов авторы используют дешевые и легкодоступные материалы (поваренную соль, сок ягод), что делает их значительно дешевле кремниевых, а следовательно, применение таких фотоэлементов делает более дешевым производство электроэнергии.

Новизна проекта в том, что авторы впервые в качестве одного из компонентов фотоэлемента предложили использовать поваренную соль, а для увеличения ЭДС (электродвижущей силы) фотоэлемента – применить в его конструкции многокаскадную схему фотовозбуждения. Нигде и никем этого ранее не предлагалось.

В интернете мы нашли информацию о том, как в домашних условиях можно изготовить фотоэлемент на основе диоксида титана и ягодного сока, после чего у нас возникло желание самостоятельно изготовить подобный фотоэлемент и провести исследование его свойств и электрических параметров.

## Фотоэлектрическая ячейка Гретцеля (29.08.2017 – 17.09.2017)

Катод и анод фотоэлектрической ячейки на основе фоточувствительного красителя представляют собой стекло с электропроводящей поверхностью. На катод наносится слой высокопористого нанокристаллического диоксида титана ( $TiO_2$ ), в который прочно встроены краситель, связанный с диоксидом титана ковалентной химической связью. Между слоем диоксида титана и анодом вводят электролит (трийодит  $I_3$  в жидкой форме, рис. 1а).

Принцип работы такого фотоэлемента следующий:

Свет проходит через прозрачную подложку и поглощается фотоактивным красителем. Внешние электроны в молекулах красителя переходят на возбужденный уровень, который лежит выше дна зоны проводимости оксида титана, благодаря чему

Рис. 1. а) Устройство фотоячейки на основе фоточувствительного красителя

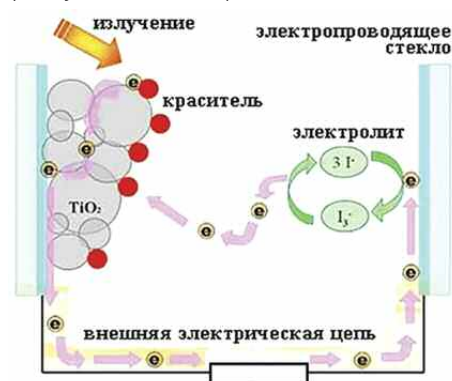
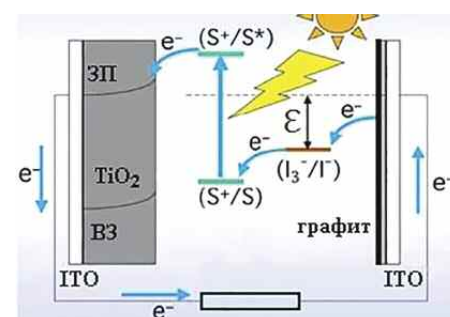


Рис. 1. б) Принцип работы фотоячейки



возбужденные электроны переходят в зону проводимости. Далее эти электроны диффундируют к прозрачному проводящему электроду (катоде) за счет градиента концентрации и через катод уходят во внешнюю цепь. Электролит замыкает электрическую цепь и позволяет подходить электронам от противоположного электрода к диоксиду титана, где происходит восстановление красителя (рис. 1б) [8].

Фотоэлектрическая ячейка на основе красителя принципиально отличается от классических фотобатарей на основе кремния. Полупроводник диоксид титана выполняет исключительно роль среды, в которой происходит транспорт (диффузия) фотоэлектронов, генерируемых фотовозбужденным красителем. В кремниевых фотоэлементах полупроводник кремний выполняет двойную функцию – генерирует фотоэлектроны и является средой для транспорта электронов.

В ячейке Гретцеля краситель, выступая в роли фоточувствительной среды, играет главенствующую роль, а остальные компоненты – диоксид титана, электролит, прозрачные электропроводящие электроды – играют вспомогательную роль [8].

Фотоэлементы, в которых используются красители в качестве фоточувствительной среды, получили сокращенное обозначение DSSC (Dye-Sensitized Solar Cell).

Такой тип фотоэлементов на основе красителей имеет достоинства и недостатки по сравнению с традиционными солнечными батареями на основе кремния.

К основным достоинствам солнечных батарей на красителях следует отнести их легкость, гибкость при формоустойчивости, простоту производства, низкую цену, возможность встраиваться в различные материалы и изделия, широкий выбор цвета, способность работать при невысокой освещенности и даже внутри помещения.

Недостатки DSSC: недостаточная долговечность и пока невысокий КПД [8].

### Изготовление и исследование свойств ячейки Гретцеля (18.09.2017 - 28.10.2017)

Нами была изготовлена фотоячейка, структура которой показана на рис. 2. В качестве электродов использовались стекла, на одну из поверхностей которых была нанесена прозрачная электропроводящая пленка ITO (соединения, содержащего по массе 90%  $\text{In}_2\text{O}_3$  и 10%  $\text{SnO}_2$ ). На одно из стекол со стороны проводящей поверхности наносился тонкий слой оксида титана  $\text{TiO}_2$  (рис. 3).

Рис. 2. Структурное устройство фотоячейки на основе красителя

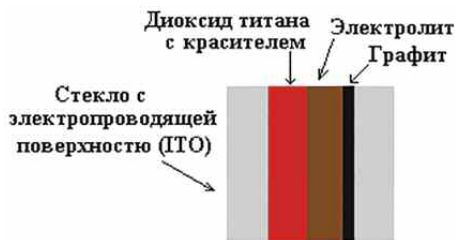


Рис. 3. Стекло с нанесенным слоем оксида титана



Данный электрод погружался в природный краситель – экстракт ягод (рис. 4) и для большей адсорбции молекул красителя оксидом титана выдерживался в нем длительное время (6–7 часов). После чего поверхность диоксида титана омывалась дистиллированной водой (рис. 5). Затем данный электрод высушивался, после чего на поверхность оксида титана наносился электролит (водно-спиртовой раствор йода и йодида калия). В качестве анода использовалось стекло с проводящей поверхностью, на которую наносился тонкий слой графита. Далее оба стекла (одно со слоем оксида титана, другое с тонким слоем графита) прижимались друг к другу с помощью канцелярских зажимов (рис. 6) [8]. Слой

Рис. 4. Электрод, погруженный в природный краситель

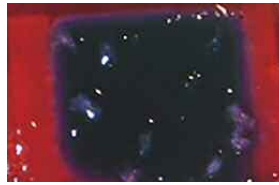


Рис. 5. Стекло, с нанесенным слоем оксида титана и красителем после промывки и сушки

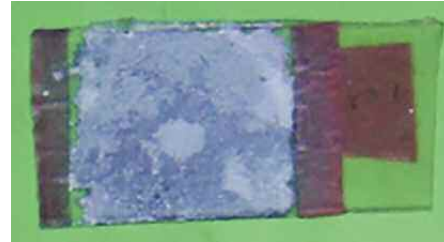
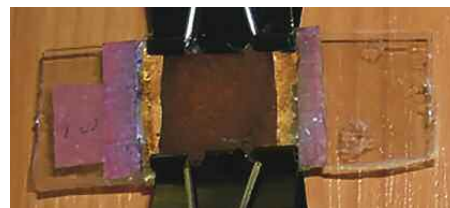


Рис. 6. Готовая фотоячейка Гретцеля

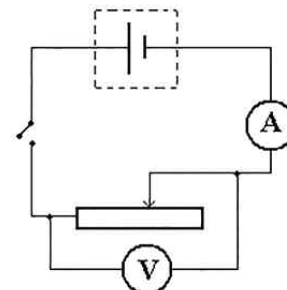


оксида титана с красителем и электролитом находился между проводящими поверхностями стекла. Освещаемая площадь поверхности фотоячеек составляла порядка  $2 \text{ см}^2$ .

Для определения ЭДС и внутреннего сопротивления фотоячейка освещалась световым потоком от графопроектора «Лектор 2000». Интенсивность светового излучения, оцененная по паспортным данным графопроектора, составила порядка  $8 \cdot 10^2 \text{ Вт/м}^2$ , что примерно соответствовало интенсивности солнечного излучения в безоблачную погоду при нормальном падении световых лучей на ячейку. ЭДС, создаваемые ячейками, при освещении от графопроектора и при нормальном падении солнечных лучей были примерно одинаковыми.

ЭДС фотоячеек с красителем из экстракта ягод малины при нормальном падении солнечных лучей составляла порядка 130 мВ. Для определения внутреннего сопротивления данной ячейки была собрана электрическая схема (рис. 7) [6].

Рис. 7. Электрическая схема для определения ЭДС и внутреннего сопротивления фотоячейки

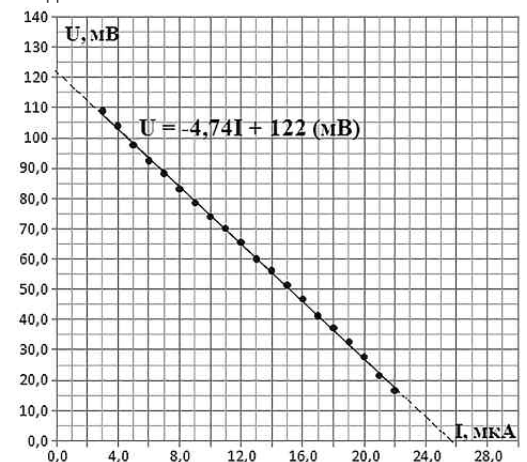


В качестве амперметра использовался комбинированный прибор Ц 4313, в качестве вольтметра – цифровой мультиметр МУ-64. Сопротивление переменным резистором изменялось в диапазоне от 0 до 50 кОм. Результаты измерений зависимости напряжения от силы тока в цепи представлены в таблице 1 и на графике 1.

Таблица 1. Результаты измерения силы тока и напряжения

№	I, мкА	U, мВ
1	3,0	109
2	4,0	104
3	5,0	97,8
4	6,0	92,6
5	7,0	88,4
6	8,0	83,2
7	9,0	78,7
8	10,0	74,1
9	11,0	70,2
10	12,0	65,5
11	13,0	60,0
12	14,0	56,2
13	15,0	51,4
14	16,0	46,8
15	17,0	41,3
16	18,0	37,3
17	19,0	32,8
18	20,0	27,8
19	21,0	21,5
20	22,0	16,7

График 1. Зависимость напряжения от силы тока для ячейки с красителем из экстракта ягод малины



Проведя обработку экспериментальных данных с помощью МНК [6], мы получили значения ЭДС и внутреннего сопротивления  $\mathcal{E} = (122 \pm 1) \text{ мВ}$ ,  $r = (4,74 \pm 0,06) \text{ кОм}$ .

Кроме того, нами были изготовлены ячейки с красителем из экстрактов иных ягод, определены их ЭДС и внутренние сопротивления. Результаты исследований представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** ЭДС и внутреннее сопротивление фотоэлектрических ячеек с некоторыми красителями

Экстракт ягод	ε, мВ	Δε, мВ	г, кОм	Δг, кОм
Малина	122	1	4,74	0,06
Клубника	105	2	7,12	0,12
Красная смородина	130	1	6,31	0,08
Черная смородина	164	3	4,48	0,06
Ежевика	182	2	4,92	0,06
Черника	268	3	4,36	0,06
Черная рябина	402	4	5,18	0,08

Таким образом, можно сделать вывод, что при интенсивности освещения 800 Вт/м<sup>2</sup> ЭДС фотоячейки на основе диоксида титана и природных красителей составляет 0,1–0,4 В при внутреннем сопротивлении порядка 5 кОм.

**Поиск собственной технологии и рецепта изготовления фотоячейки на основе красителя (29.10.2017 – 02.12.2017)**

Исследование свойств ячейки Гретцеля показало, что от батареи фотоэлектрических ячеек на природном красителе площадью порядка 1 м<sup>2</sup> (50x50 ячеек) при интенсивности солнечного излучения 800 Вт/м<sup>2</sup> можно получить ЭДС 20 В, внутреннее сопротивление такой батареи будет оставаться по-прежнему высоким, порядка 5 кОм. Максимальная полезная мощность такой батареи очень мала, всего лишь 20 мВт [4, 5]. Это является одной из причин того, что фотобатареи на основе ячеек Гретцеля пока не нашли такого широкого применения, как фотобатареи на основе кремния.

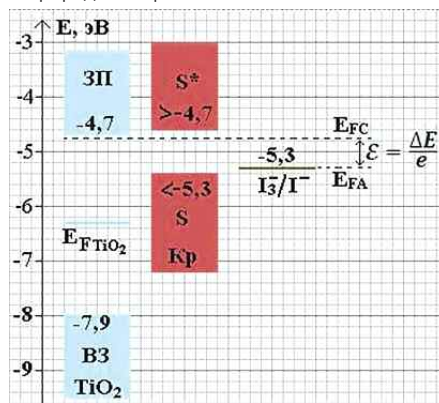
Изучая принцип работы фотовольтаических ячеек, мы обнаружили, что их ЭДС определяется разностью уровней Ферми катода и анода [4, 5].

$$\epsilon = \frac{(E_{FC} - E_{FA})}{e} \quad (1)$$

Уровень Ферми полупроводника находится посередине между границами валентной зоны и зоны проводимости [5, 9] и для диоксида титана равен  $E_{FTiO_2} = -6,3$  эВ. Возбужденные электроны красителя, переходя в зону проводимости TiO<sub>2</sub>, вытаскивают этот уровень выше (рис. 8). Но данный уровень не может превысить значение энергии дна зоны проводимости. Поэтому теоретически максимально возможное значение уровня Ферми катода  $E_{FC} = -4,7$  эВ. Уровень Ферми анода соответствует энергии редокс-системы I<sub>3</sub><sup>-</sup>/I<sup>-</sup> [1, 2].  $E_{FI_3/I^-} = -5,3$  эВ. Поэтому максимально возможный ЭДС такой ячейки около  $\epsilon = 0,6$  В. Такое малое значение ЭДС можно объяснить тем, что ячейка Гретцеля строится по однокаскадной схеме (рис. 16).

Из формулы (1) следует, что единственным принципиальным путем увеличения ЭДС фотоячейки является увеличение разности уровней Ферми анода и катода. Уро-

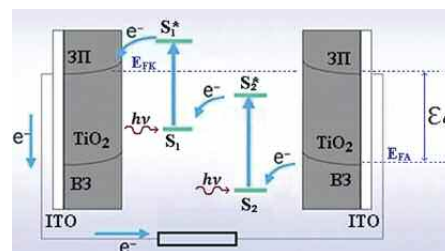
**Рис. 8.** Диаграмма энергетических уровней фотоячейки на основе диоксида титана и природного красителя



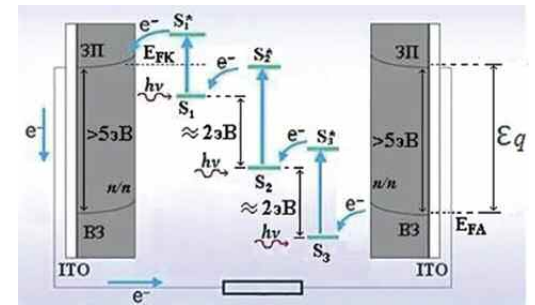
вень Ферми катода поднять выше чем -4,7 эВ невозможно. А вот уровень Ферми анода можно сдвигать ниже, к верхней границе валентной зоны диоксида титана. Это можно сделать, если обеспечить захват электронов из данной зоны другим красителем. Такой процесс может быть реализован в двухкаскадной фотоячейке (рис. 9). То есть максимально возможная ЭДС фотоячейки на основе природного красителя может быть близка к значению ширины запрещенной зоны полупроводника, используемого в качестве среды для транспорта фотоэлектронов. В двухкаскадной ячейке с диоксидом титана это значение 3,2 эВ.

Увеличить ЭДС фотоячейки в еще большей степени можно, если в качестве среды для транспорта фотоэлектронов использовать вещества с большей шириной запрещенной зоны. Однако, в случае если ширина запрещенной зоны будет достаточно велика (более 5 эВ), для переноса электронов из валентной зоны в зону проводимости двух

**Рис. 9.** Двухкаскадная фотоячейка на основе красителя



**Рис. 10.** Многокаскадная фотоячейка на основе красителя



каскадов может быть недостаточно и в ячейке необходимо делать несколько ступеней для переноса электронов (рис. 10).

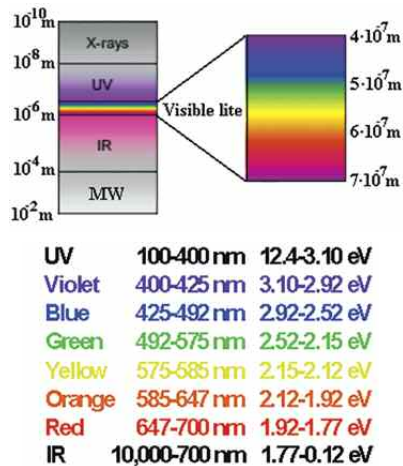
Проанализировав справочную информацию, мы обнаружили, что подходящими веществами являются нитрид алюминия (AlN) с шириной запрещенной зоны 6,2 эВ, нитрид бора (BN) с шириной запрещенной зоны 7,5 эВ и хлорид натрия (NaCl) с шириной запрещенной зоны 8,0 эВ [3, 7].

Для построения двухкаскадной ячейки более удобно в использовании нитрид алюминия, так как запрещенную зону в 6 В еще возможно перекрыть двумя видами красителя, однако данное вещество достаточно дорого (порядка 120 руб. за 1 кг). Поэтому нами было принято решение попробовать использовать поваренную соль в качестве полупроводящей среды.

Необходимо отметить, что в таком качестве NaCl еще **никогда и никем не использовался**. Во всех справочниках и учебниках указывается, что кристаллы поваренной соли являются диэлектриком. Поэтому мы не верили, что сможем получить какой-нибудь положительный результат, используя поваренную соль. Добавляет сложности еще и тот факт, что при использовании поваренной соли фотоячейку необходимо строить по многокаскадной схеме, а это технически более сложно, чем двухкаскадная схема. Если перекрывать 8 В запрещенной зоны NaCl двумя красителями, то это значит, что электроны красителей должны поглощать фотоны с энергией больше, чем 4 эВ, а это ультрафиолетовый диапазон солнечного света (рис. 11) [10], то есть порядка 90% солнечной энергии не будет поглощаться фотоячейкой, а значит, ее ЭДС будет очень мал, не более 1 В. Для того чтобы ячейка с NaCl поглощала излучение видимого диапазона, необходимо использовать 3–4 красителя, а подобрать красители так, чтобы основные уровни электронов располагались с интервалом в 2–3 эВ, – достаточно сложная задача.

Изначально мы решили проверить, будет ли работать фотоячейка с применением на катоде NaCl, построенная по однокаскадной схеме. Мы полагаем, что если такая ячейка будет обеспечивать хотя бы небольшую

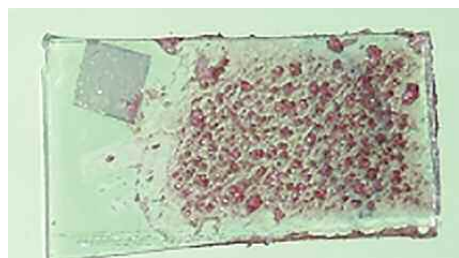
**Рис. 11.** Энергия фотонов по областям спектра излучения



ЭДС, то и создание многокаскадной ячейки с использованием хлорида натрия тоже будет возможно.

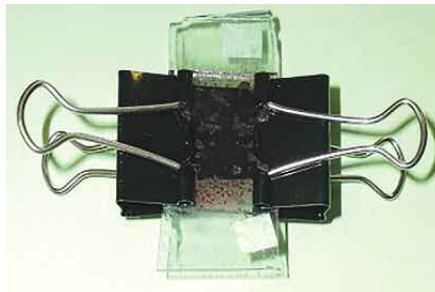
Нами было изготовлено несколько образцов таких ячеек. В качестве красителя использовался экстракт ягод черники и черной рябины. При изготовлении фотоячейки на проводящую поверхность одного из стекол наносился водный раствор хлорида натрия и экстракта ягод. Стекло с нанесенным раствором помещалось на электроплитку, поверхность которой имела температуру 50–70°C. После испарения воды на поверхности стекла оставался тонкий слой сухой смеси хлорида натрия и экстракта ягод (рис. 12). Данный электрод являлся катодом.

**Рис. 12.** Стекло со слоем сухой смеси хлорида натрия и экстракта ягод



На проводящую поверхность анода наносился тонкий слой графита. Между электродами вводился электролит (водно-спиртовой раствор йода и йодида калия). Далее оба стекла прижимались друг к другу с помощью канцелярских зажимов (рис. 13). Далее ячейка подключалась к цифровому вольтметру и освещалась световым потоком от графопроектора. Вольтметр фиксировал ЭДС порядка 40–50 мВ. Действие данных фотоячеек многократно демонстрировалось учащимся Минского государственного областного лицея и лицея БГУ, а также участникам районного этапа конкурса «Энергомарафон-2017» (рис. 14).

**Рис. 13.** Готовая фотоячейка на основе хлорида натрия и природного красителя



**Рис. 14.** Демонстрация работы фотоячейки на основе хлорида натрия и природного красителя на районном этапе конкурса «Энергомарафон-2017»



Таким образом, можно сделать вывод, что в качестве проводящей среды в фотоячейках на основе природного красителя может быть использован хлорид натрия.

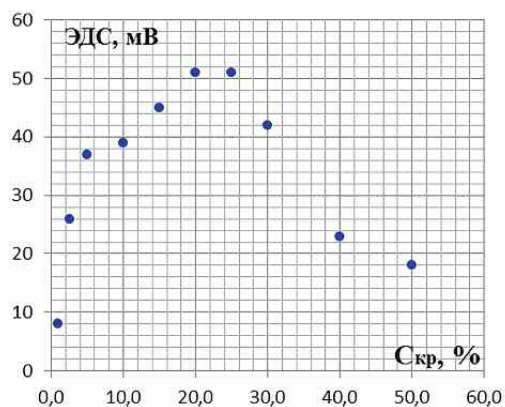
**Поиск технологии изготовления и рецептуры для фотоячейки с лучшими электрическими параметрами (03.12.2017 - 28.02. 2018)**

На данном этапе исследовалась зависимость ЭДС фотоячейки от концентрации красителя в водном растворе, наносимом на катод, при постоянной концентрации хлорида натрия (результаты в таблице 3 и на графике 2) и зависимость ЭДС от концентрации хлорида натрия в водном растворе при постоянной концентрации красителя (результаты в таблице 4 и на графике 3). В качестве красителя использовался экстракт ягод черной рябины. Фотоячейки освещались световым потоком от графопроектора «Лектор 2000».

**Таблица 3.** Результат измерения ЭДС ячейки

Скр, %	ЭДС, мВ
1,0	8
2,5	26
5,0	37
10	39
15	45
20	51
25	51
30	42
40	23
50	18

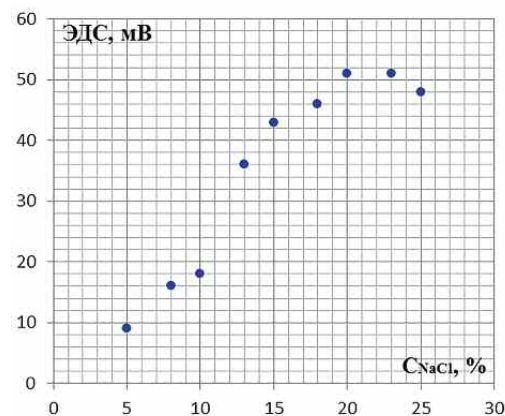
**График 2.** Зависимость ЭДС ячейки от концентрации красителя в растворе при концентрации NaCl (20%)



**Таблица 4.** Результат измерения ЭДС ячейки

С <sub>NaCl</sub> , %	ЭДС, мВ
5	9
8	16
10	18
13	36
15	43
18	46
20	51
23	51
25	48

**График 3.** Зависимость ЭДС ячейки от концентрации NaCl в растворе при концентрации красителя (20%)



Как видим из результатов экспериментов, наибольшая ЭДС фотоячейки достигается при равенстве концентраций красителя и хлорида натрия в водном растворе, наносимом на катод.

Внутреннее сопротивление фотоячейки с концентрациями по 20% хлорида натрия и красителя составило  $r = (8,2 \pm 0,4)$  кОм.

Нами также обнаружено, что при включении освещения ЭДС фотоячейки устанавливается не сразу, а в течение промежутка времени продолжительностью от одной до трех минут.

В дальнейшем фотоячейки с красителями из экстрактов иных ягод изготавливались с концентрацией хлорида натрия и красителя по 20%. Значения ЭДС данных ячеек представлены в таблице 5.

**Таблица 5.** ЭДС фотоэлектрических ячеек на основе хлорида натрия и некоторых красителей (концентрации NaCl – 20%, краситель – 20%)

Экстракт ягод	Э, мВ	ΔЭ, мВ
Малина	→0	
Клубника	→0	
Красная смородина	44	1
Черная смородина	38	1
Ежевика	46	1
Черника	42	1
Черная рябина	51	1

По результатам экспериментов можно сделать вывод, что ЭДС фотоячеек на основе хлорида натрия и природных красителей составляет 10–50 мВ, внутреннее сопротивление фотоячеек – 5–8 кОм.

### Определение эксплуатационных свойств фотоячеек с лучшими электрическими параметрами (март 2018 – май 2018)

На данном этапе предполагается изготовить фотоячейку с лучшими электрическими параметрами размерами 10x10 см. Данная ячейка будет установлена вне помещения и вне области тени от иных объектов. В течение трех месяцев ежедневно с интервалом в 1–4 часа будет определяться ЭДС и полезная электрическая мощность фотоячейки, также будут учитываться погодные условия.

### Оценка мощности и КПД многокаскадной ячейки

Теоретические расчеты показывают, что применение в многокаскадной фотоячейке веществ с большой запрещенной зоной (хлорид натрия – 8 эВ) дает возможность получить ЭДС порядка  $\mathcal{E} = 6$  В. При размерах ячейки 10x10 см и условии, что суммарная толщина слоя NaCl и красителя в ячейке не будет превышать 100 нм, ее внутреннее сопротивление составит порядка 2 Ом. Максимально возможная мощность такой ячейки

при нормальном падении солнечных лучей на поверхность и интенсивности излучения 1000 кВт/м<sup>2</sup> в таком случае составит:

$$P_{\text{теор. макс}} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r} = \frac{(6 \text{ В})^2}{80 \text{ м}} = 4,5 \text{ Вт}$$

Максимально возможная мощность батареи ячеек 10x10 шт. (10 параллельных ветвей по 10 последовательно соединенных ячеек в каждой):

$$P_{\text{бат. теор. макс}} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r} \cdot 100 = \frac{(6 \text{ В})^2}{80 \text{ м}} \cdot 100 = 450 \text{ Вт}$$

КПД батареи ячеек 10x10 шт.:

$$\eta = \frac{P_{\text{бат. теор. макс}}}{P_{\text{излуч.}}} \cdot 100\% = \frac{450 \text{ Вт}}{1000 \text{ Вт}} \cdot 100\% = 45\%$$

Таким образом, теоретические оценки дают основания полагать, что ЭДС двухкаскадных и многокаскадных ячеек может составлять несколько вольт при КПД = 45%.

### Энергетический и экономический эффект внедрения

При среднегодовом значении уровня солнечной инсоляции на территории Беларуси 2,85 (кВт·час)/(м<sup>2</sup>·сут) [11] солнечная батарея фотоэлементов на природном красителе площадью 1 м<sup>2</sup> сможет дать около 1,3 кВт·ч электроэнергии в сутки. То есть, для обеспечения потребности в электроэнергии среднего домохозяйства в Беларуси необходима подобная солнечная батарея площадью 4 м<sup>2</sup>. Полное покрытие потребности Беларуси в электроэнергии могут обеспечить солнечные батареи на природном красителе площадью 27 км<sup>2</sup>.

Об экономическом эффекте можно будет говорить лишь после того, как будут определены эксплуатационные характеристики полноразмерной фотобатареи, изготовленной по многокаскадной схеме.

### Заключение

Подводя предварительные итоги проекта, можно говорить о том, что авторами предложены технология и химический состав изготовления фотоэлемента на основе хлорида натрия и природного красителя (сока ягод), которые **никем не предлагались ранее**, определен ряд электрических параметров фотоячеек, изготовленных самостоятельно.

На основании предварительных результатов, полученных в ходе выполнения исследовательского проекта, можно сделать следующие выводы:

1. При интенсивности освещения 800 Вт/м<sup>2</sup> ЭДС однокаскадной фотоячейки на основе диоксида титана и природных красителей составляет 0,1–0,4 В, ЭДС фотоячеек на основе хлорида натрия и природных красителей – 10–50 мВ. Внутреннее сопротивление фотоячеек 5–8 кОм.

2. В качестве проводящей среды в многокаскадных ячейках на основе природного красителя может быть использован хлорид натрия.

3. Теоретические оценки дают основания полагать, что ЭДС двухкаскадных и многокаскадных ячеек может составлять несколько вольт при КПД = 45%.

Генерация электроэнергии посредством солнечных батарей на природном красителе может стать одним из путей обеспечения энергетической безопасности Беларуси и выполнения Директивы Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства».

### Литература

- Болдырев, А.И. Физическая и коллоидная химия. Учебное пособие для вузов. – М., Высшая школа, 1974. – 504 с.
- Глинка, Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов. – 20-е изд., испр. / Под ред. Рабиновича В.А. – Ленинград: Химия, 1979. – 720 с.
- Крошкин, Н.И., Ширкевич, М.Г. Справочник по элементарной физике. – М.: Наука, 1988. – 256 с.
- Кокорин, А.И., Парашук, Д.Ю. Современные фотоэлектрические и фотохимические методы преобразования солнечной энергии. – Рос. хим. журнал (Журнал Рос. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева), 2008, т. LII, № 6.
- Микуліч, А.С. Курс агульнай фізікі. Электрычнасць і магнетызм. – Мінск: Вышэйшая школа, 1995. – 288 с.
- Слободянюк, А.И. Физика. Экспериментальные задачи в школе: пособие для учителей с белорус. и рус. яз. обучения / А.И. Слободянюк. – Минск: Аверсэв, 2011. – 397 с.
- Химия. Справочное руководство. – ГДР, 1972. – Пер с нем. – Л.: Химия, 1975. – 576 с.
- Md. K. Nazeeruddin, Etienne Baranoff, Michael Gratzel. Dye-sensitized solar cells: a brief overview. – Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), 2011.
- <http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z0000011/st019.shtml>
- <http://academic.uprm.edu/pcaceres/Courses/MatEng3045/EME4-2.pdf>
- <http://reon.by/ob-energetike/solnechnaya-energiya/78-004>
- <http://www.energy-fresh.ru/solarenergy/solarbattery/?id=3650>
- Директива Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства».
- Закон Республики Беларусь от 08.01.2015 № 239-3 «Об энергосбережении».
- Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28 марта 2016 г. № 248 «Об утверждении Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы». ■

Статья посвящена методическому совершенствованию отдельных оценок энергетической эффективности систем комбинированного производства тепла и холода с использованием термодинамического подхода к разделению общих затрат энергии на получение каждого из видов полезной энергии. Такие системы получают в последние годы масштабное развитие в промышленности и коммунальной энергетике многих стран мира и имеют значительные перспективы для дальнейшего использования. В связи с этим совершенствование оценок эффективности таких систем является актуальным и своевременным.

Оценки энергетической и экономической эффективности комплексных производств теплоты и холода базируются сегодня на интегральных методах сравнения с системой целевых производств тех же продуктов. Общим недостатком таких сравнений является невозможность оценок эффективности получения каждого из продуктов комбинированного производства, необходимых для его дальнейшего совершенствования.

Известные методы отдельной оценки эффективности получения продуктов комплексных производств не имеют достаточно полного научного обоснования и базируются на тех или иных правдоподобных предположениях.

Авторами статьи ранее был предложен термодинамический подход к задаче разделения затрат энергии при комбинированном

производстве теплоты и холода, удовлетворяющий первому и второму законам термодинамики и свободный от упрощающих предположений.

Рассматриваемая статья имеет целью усовершенствование и упрощение полученных ранее результатов. Авторы статьи, опираясь на основные законы термодинамики и закон сохранения и превращения механической энергии, приходят к новому выводу о том, что затраты на получение теплоты и холода при их комбинированном производстве следует разделять пропорционально абсолютным значениям избыточных (по отношению к температуре окружающей среды) температур нагрева и охлаждения.

Полученный результат, базирующийся на термодинамическом методе, количественно сравнивается в статье с эксергетическим методом на конкретном примере установок комбинированного производства теплоты и холода с использованием компрессионных холодильных установок.

Материал статьи имеет существенную новизну и научную ценность, безусловную практическую полезность, позволяя более взвешенно подойти к оценкам эффективности в важной области современной энергетики.

Главный научный сотрудник отдела теплофизических проблем биоэнергетики ИТТФ НАН Украины, чл.-корр. НАН Украины, д.т.н., проф. В.Н. Клименко

С. В. Дубовской,  
д.т.н., ведущий научный сотрудник отдела  
теплофизических основ энергосберегающих технологий

А.С. Твердохлиб,  
аспирант

Институт технической теплофизики НАН Украины

# РАЗДЕЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОТЫ И ХОЛОДА НА ОСНОВЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДХОДА

УДК 620.31

## Аннотация

Представлен новый метод разделения затрат энергии при комбинированном производстве теплоты и холода, основанный на термодинамическом подходе. Приведены соотношения для расчета коэффициентов продуктивности охлаждения и нагрева в комбинированном режиме.

**Ключевые слова:** комбинированное производство теплоты и холода, разделение затрат, термодинамический метод, коэффициент продуктивности.

## Abstract

A new method is presented for the separation of energy costs in the combined production of heat and cold, based on the thermodynamic approach. Relations are given for calculating the coefficients of cooling and heating efficiency in a combined mode.

В последнее годы в мире получают распространение энергоэффективные системы энергообеспечения промышленных процессов, жилых и гражданских зданий и сооружений, базирующиеся на применении комбинированного производства теплоты и холода (КПТХ) [1]. Директивой 28/2012 ЭС, принятой к исполнению в Украине [2], развитие технологий тепло- и хладоснабжения, в том числе на основе КПТХ, отнесено к числу ключевых направлений повышения энер-

гоэффективности экономики и социальной сферы.

Очевидным преимуществом КПТХ перед обычными холодильными и теплогенерирующими установками служит возможность полезного использования сбросной теплоты, получаемой при работе холодильных машин с определенными дополнительными затратами приводной энергии на повышение ее температурного потенциала. Однако это само по себе не является гарантией того,

что удельные затраты энергии, стоимость и экологические издержки на получение как теплоты, так и холода будут меньшими, чем у более совершенных холодильных машин, тепловых насосов или генераторов теплоты на дешевом топливе [3]. В связи с этим применение КПТХ нуждается в тщательном технико-экономическом обосновании, основанном на отдельной оценке показателей эффективности получения теплоты и холода. Для КПТХ, как и для других систем комби-

нированного производства видов энергии, объективно оценить данные показатели достаточно сложно из-за несовершенства известных расчетных методов разделения затрат приводной энергии между продуктами таких процессов [4]. Поскольку это сдерживает применение КПТХ на практике, необходимы дальнейшие исследования, направленные на совершенствование методов объективной оценки энергетических характеристик установок и устройств комбинированного производства теплоты и холода.

**Постановка задачи**

Среди многих подходов к разделению затрат энергии между продуктами комбинированных процессов наибольшего внимания заслуживает термодинамический подход, основанный на Втором начале. Методология разделения затрат энергии в рамках термодинамического подхода рассматривалась в работах З. Ранга [4], Я. Шаргута и Р. Петелы [5], В.М. Бродянского [6] и др. Важный прикладной результат исследований в данной области, известный как эксергетический метод разделения затрат, был получен Р. Нитчем [7].

В терминах эксергетического метода задача разделения затрат приводной энергии сводится к промежуточной задаче разделения затрат эксергии приводной энергии (в дальнейшем – приводной эксергии), исходя из уравнения эксергетического баланса многопродуктового процесса:

$$\sum_{i=1}^N E_i^o = E_o = \sum_{i=1}^N E_i + D \tag{1}$$

где  $N$  – количество продуктов,  $i$  – условный порядковый номер продукта,  $E_i$  – эксергия каждого продукта,  $E_i^o$  – искомая затрата эксергии приводной энергии на получение соответствующего продукта,  $D$  – потери эксергии,  $E_o$  – эксергия приводной энергии, или приводная эксергия процесса.

Из (1) следует, что в случае термодинамически обратимого процесса ( $D=0$ ) затрата приводной эксергии на получение каждого его продукта в точности совпадает с эксергией продукта:

$$E_i^o = E_i \quad (i=1 \dots N) \tag{2}$$

Получение столь же точного соотношения для реальных процессов ( $D>0$ ) нуждается в поиске дополнительных оснований для разделения потерь эксергии  $D$ . Р. Нитч, отметив отсутствие таковых в рамках эксергетического подхода, допустил возможность их замены гипотезой о разделении потерь эксергии пропорционально эксергии продуктов, предложив обобщенную формулу разделения в виде [7]:

$$E_i^o = E_i \frac{E_o}{\sum_{i=1}^N E_i}, \quad (i=1 \dots N) \tag{3}$$

В идеальном случае ( $D=0$ ) дробь в правой части (3) тождественна (1), что переводит (3) в (2), а для реальных процессов ( $D>0$ ) эта дробь представляет собой величину, обратную полному эксергетическому КПД, и в силу этого соотношение (3) приобретает вид [7]:

$$E_i^o = \frac{E_i}{\eta_e} \tag{4},$$

где  $\eta_e = \frac{\sum_{i=1}^N E_i}{E_o}$  – полный эксергетический КПД процесса.

Таким образом, гипотеза Р. Нитча привела к выводу об одинаковой эффективности получения всех продуктов вне зависимости от физической природы как процесса, так и его продуктов.

Полученные соотношения позволили получить соответствующие формулы разделения затрат приводной энергии процесса в виде [7, 8]:

$$L_i = L \frac{E_i}{\sum_{i=1}^N E_i}, \quad (i=1 \dots N) \tag{5}$$

где:  $L_i$  – искомые затраты приводной энергии на получение каждого продукта,

$L = \sum_{i=1}^N L_i$  – полная приводная энергия

многопродуктового процесса.

Простота, наглядность и универсальность полученных формул определяет удобство использования метода, в том числе для технико-экономического анализа КПТХ [5]. Однако достоверность количественных оценок данным методом иногда не дает достаточных оснований для принятия практических решений, что сужает область его возможного использования [6].

Это обстоятельство определяет необходимость возврата к поиску более аргументированных оснований для разделения потерь эксергии с отказом от базовой гипотезы Р. Нитча [7].

Попытка такого рода предпринята авторами в работах [9, 10]. Она базируется на обоснованном ранее утверждении о том, что эксергия как вид безэнтروпийной энергии подчиняется общему закону сохранения и превращения механической энергии, в частности, закону Джоуля-Майера об эквивалентном переходе энергии в теплоту [9].

Анализ реальных процессов комбинированного производства теплоты и холода с совместным применением уравнений сохранения энергии, Первого и Второго начал позволил получить общие соотношения для разделения потерь эксергии, а также приводной эксергии таких процессов в виде [10]:

$$D_h = D \frac{\tau_h}{\tau_c + \tau_h}; \quad D_c = D \frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_h} \tag{6}$$

$$E_c^o = E_c + D \frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_h} \tag{7}$$

$$E_h^o = E_h + D \frac{\tau_h}{\tau_c + \tau_h}$$

Здесь  $E_c^o, E_h^o$  – искомые затраты приводной эксергии на получение холода и теплоты,  $E_c = Q_c \tau_c$  – эксергия холода,  $E_h = Q_h \tau_h$  – эксергия теплоты,  $Q_c, Q_h$  – холодопродуктивность и теплопродуктивность комбинированного процесса,  $\tau_c, \tau_h$  – соответствующие температурные эксергетические функции.

**Обоснование нового метода разделения затрат**

Цель настоящей статьи состояла в приведении полученных формул (7) к более простому виду, удобному для практических расчетов комбинированного производства теплоты и холода на основе обратных циклов с электромеханическим приводом.

Поскольку эксергия  $E^o$  и электромеханическая энергия привода  $L$  численно совпадают, потеря эксергии комбинированного процесса может быть выражена в виде

$$D = L - E_h - E_c \tag{8}$$

Полная затрата энергии процесса, в свою очередь, может быть определена из уравнения энергетического баланса:

$$L = Q_h - Q_c, \tag{9}$$

Подстановки (8) и (9) в (6)–(7) дают:

$$\begin{aligned} L_c &= Q_c \tau_c + (L - Q_h \tau_h - Q_c \tau_c) \frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_h} = \\ &= \frac{Q_c \tau_c \tau_h + L \tau_c - Q_h \tau_c \tau_h}{\tau_c + \tau_h} = \\ &= \frac{L \tau_c - (Q_h - Q_c) \tau_c \tau_h}{\tau_c + \tau_h} = \\ &= L \frac{\tau_c}{\tau_c + \tau_h} (1 - \tau_h) \end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned} L_h &= Q_h \tau_h + (L - Q_h \tau_h - Q_c \tau_c) \frac{\tau_h}{\tau_c + \tau_h} = \\ &= \frac{L \tau_h + (Q_h - Q_c) \tau_c \tau_h}{\tau_c + \tau_h} = \\ &= L \frac{\tau_h}{\tau_c + \tau_h} (1 + \tau_c) \end{aligned} \tag{11}$$

Эксергетические температурные функции выражаются через температурные параметры процесса в виде [8]:

$$\tau_h = \frac{T_h - T_a}{T_h}; \quad \tau_c = \frac{T_a - T_c}{T_c} \tag{12}$$

где  $T_h, T_c$  – температуры извлечения теплоты (охлаждения) и отпуска теплоты (нагрева), соответственно,  $T_a$  – температура окружающей среды. ▶

С учетом (12) соотношения (10)–(11) упрощаются к виду:

$$L_c = L \frac{T_a - T_c}{T_c} \cdot \frac{T_c T_h}{T_a T_h - T_c T_h + T_c T_h - T_a T_c} \cdot \left( 1 - \frac{T_h - T_a}{T_h} \right) = L \frac{T_a - T_c}{T_h - T_c} \quad (13)$$

$$L_h = L \frac{T_h - T_a}{T_h} \cdot \frac{T_c T_h}{T_a T_h - T_c T_h + T_c T_h - T_a T_c} \cdot \left( 1 + \frac{T_a - T_c}{T_c} \right) = L \frac{T_h - T_a}{T_h - T_c} \quad (14)$$

Из полученных соотношений следует, что затраты приводной энергии на получение холода и теплоты пропорционально модулям избыточных температур извлечения и отдачи теплоты:

$$\frac{L_c}{L_h} = \frac{\theta_c}{\theta_h} \quad (15)$$

где  $\theta_h = T_h - T_a$ ;  $\theta_c = |T_a - T_c|$  – абсолютные значения избыточных температур.

Выражения (13)–(15) справедливы для процессов с произвольной степенью обратимости, и в случае полной обратимости процесса ( $D=0$ ) они должны сводиться к частному решению (1).

Чтобы убедиться в этом, следует учесть, что в обратимом случае полная приводная энергия может быть выражена двумя равноценными формулами:

$$L = Q_c \frac{T_h - T_c}{T_c}; \quad L = Q_h \frac{T_h - T_c}{T_h} \quad (16)$$

После подстановки данных формул в (13) и (14) нетрудно получить:

$$L_c = E_c^o = Q_c \frac{T_h - T_c}{T_c} \cdot \frac{T_a - T_c}{T_h - T_c} = Q_c \frac{T_a - T_c}{T_c} = Q_c \tau_c = E_c$$

$$L_h = E_h^o = Q_h \frac{T_h - T_c}{T_h} \cdot \frac{T_h - T_a}{T_h - T_c} = Q_h \frac{T_h - T_a}{T_h} = Q_h \tau_h = E_h,$$

что соответствует эксергетическому закону разделения (1) при  $D=0$ .

### Область применения полученных соотношений

Полученные соотношения применимы к холодильным машинам и тепловым насосам разных типов с электромеханическим приводом. Границы рассмотрения анализируемых процессов ограничены внутренней поверхностью тепловоспринимающих и теплоотдающих поверхностей, а также приводным валом (клеммами) приводного устройства. Таким образом, из рассмотрения исключаются процессы теплопередачи во

внешних теплообменниках, например, испарителях и конденсаторах компрессионных машин, процессы преобразования энергии, используемой для привода, например, в электродвигателях. В качестве температур  $T_c$  и  $T_h$  следует рассматривать температуры испарения и конденсации рабочих тел компрессионных машин, теплоотдающих и тепловоспринимающих пластин термоэлектрических батарей и т.д. Температура окружающей среды  $T_a$  выбирается, исходя из конкретной задачи расчета.

### Коэффициенты продуктивности комбинированного режима

Эффективность получения теплоты и холода кондиционерами и тепловыми насосами с электромеханическим приводом характеризуют коэффициентами теплопродуктивности (индекс  $h$ ) и холодопродуктивности (индекс  $c$ ):

$$COP_h = \frac{Q_h}{L}; \quad COP_c = \frac{Q_c}{L} \quad (17)$$

Эти показатели, определяемые стандартными методами, позволяют рассчитать количество получаемой теплоты и/или холода по величине затраченной энергии вне зависимости от того, используется или нет один из продуктов. При производстве одного целевого продукта и невозможности использования другого данные показатели позволяют решить и обратную задачу – оценить удельные затраты конечной энергии на получение основного продукта, а затем и его производственную стоимость. Однако при использовании, а также при оценках целесообразности использования второго (вспомогательного) продукта возникает необходимость применения соответствующих коэффициентов продуктивности комбинированного режима, основанных на предварительном разделении затрат энергии по продуктам:

$$COP_h^* = \frac{Q_h}{L_h}; \quad COP_c^* = \frac{Q_c}{L_c} \quad (18)$$

С учетом (13)–(15) данные коэффициенты могут быть определены по известным значениям коэффициентов тепло- и холодопродуктивности:

$$COP_c^* = COP_c \cdot k_c; \quad COP_h^* = COP_h \cdot k_h \quad (19)$$

где  $k_c, k_h$  – коэффициенты, отражающие повышение эффективности при комбинированном производстве, определяемые по формулам:

$$k_c = 1 + \frac{\theta_h}{\theta_c}; \quad k_h = 1 + \frac{\theta_c}{\theta_h} \quad (20)$$

Из полученных соотношений видно, что коэффициенты продуктивности комбини-

рованного режима всегда выше, чем соответствующие стандартные коэффициенты продуктивности.

### Сопоставление методов расчета коэффициентов продуктивности

Из изложенного выше следует, что численные различия между предложенным и эксергетическим методом возрастают по мере снижения энергетической эффективности процесса.

Максимальные численные отклонения коэффициентов продуктивности, определенных данными методами, соответствуют процессу с нулевой холодопроизводительностью ( $Q_c=0$ ), присущему режиму работы теплонасосных (холодильных) установок с предельно достижимой температурой охлаждения. Поскольку работа привода в данном случае полностью затрачивается на получение теплоты, коэффициент холодопродуктивности процесса должен принимать нулевое значение. Как видно из (18) и (19), для предложенного метода это условие соблюдается.

Для эксергетического метода разделения затрат коэффициент холодопродуктивности выражается формулой:

$$COP_c^{**} = \frac{Q_c}{L_c^{**}} \quad (21)$$

где  $L_c^{**}$  – часть работы привода, относимая на получение холода эксергетическим методом:

$$L_c^{**} = L \frac{Q_c \tau_c}{Q_c \tau_c + Q_h \tau_h} \quad (22)$$

Подстановка (22) в (21) дает:

$$COP_c^{**} = \frac{Q_c \tau_c + Q_h \tau_h}{L \tau_c}$$

Как видно, в случае  $Q_c = 0$ , (следует принять также  $Q_h = L$ ),

$$COP_c^{**} = \frac{\tau_h}{\tau_c}$$

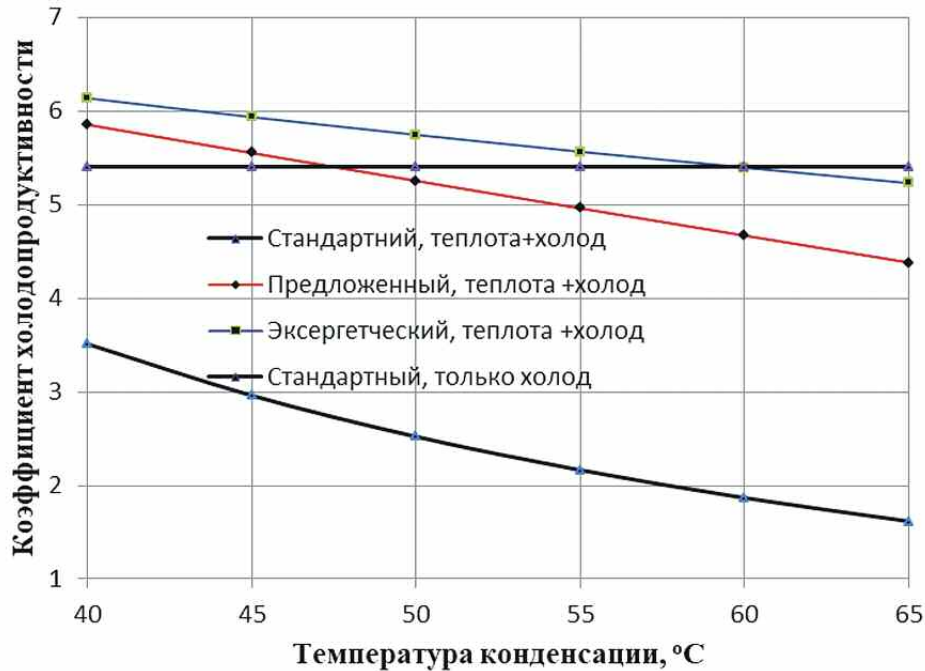
То есть эксергетический коэффициент холодопроизводительности при нулевом производстве холода остается отличным от нуля, что противоречит физическому смыслу.

Для количественных оценок методических отклонений показателей эффективности серийных компрессионных холодильных машин может быть использована обобщенная зависимость коэффициента холодопродуктивности от температур испарения и конденсации хладагента, рекомендованная в [11]:

$$COP_c = 0,74 \cdot \frac{T_c}{T_h - T_c} - (0,0032 T_c + 0,765 \frac{T_c}{T_h})$$



**Рис. 1.** Сравнение коэффициентов холодопроизводительности комбинированного и расчетного режимов, рассчитанных стандартным, предложенным и эксергетическим методами



Результаты расчета коэффициента продуктивности комбинированного режима предложенным и эксергетическим методами с использованием данной зависимости представлены на рис. 1. Здесь же для сравнения приведены значения коэффициента холодопродуктивности при раздельном получении холода с передачей теплоты окружающей среде.

Температура конденсации в комбинированном режиме принималась в пределах 40–65°C; в раздельном режиме охлаждения – 29°C, температуры испарения и окружающей среды принимались равными 0°C и 24°C, соответственно.

Полученные данные указывают на качественное сходство, но количественное отличие показателей эффективности комбинированного режима, определенных эксергетическим и предложенным методом. Из рисунков видно, что эксергетический метод «завышает» эффективность производства холода и, соответственно, «занижает» эффективность получения теплоты. Различие коэффициентов продуктивности по охлаждению возрастает по мере роста температур конденсации и при  $T_h = 65^\circ\text{C}$  достигает 20%.

Эффективность комбинированного производства теплоты и холода закономерно падает с ростом температуры конденсации и при определенной температуре может стать равной, а затем и меньшей эффективности раздельного получения холода. Таким образом, точка пересечения кривых комбинированного и раздельного режимов определяет граничную температуру целе-

сообразного использования комбинированного режима. Как видно из рис. 1, предложенный метод позволяет оценить граничную температуру в 47,5°C, в то время как эксергетический метод завышает ее значение до 60°C, что является весьма существенным различием с практической точки зрения.

### Выводы

1. На основании термодинамического анализа КПТХ с привлечением закона сохранения энергии получен общий закон распределения затрат приводимой энергии на получение теплоты и холода при их комбинированном производстве.

2. Установлено, что соответствующие затраты пропорциональны абсолютным значениям избыточных температур отдачи теплоты (нагрева) и извлечения теплоты (охлаждения).

3. Представлены формулы для расчета коэффициентов теплопродуктивности и холодопродуктивности комбинированного производства теплоты и холода.

4. Установлена численная погрешность расчета соответствующих показателей эксергетическим методом.

5. Полученные результаты могут быть использованы для раздельных оценок показателей энергоемкости, экономических и экологических характеристик комбинированного производства теплоты и холода.

### Литература

- David Andrews, Anna Krook Riekkola, Evangelos Tzimas, Joana Serpa, Johan Carlsson, Nico Pardo-Garcia, Ioulia Papaioannou. Background Report on EU-27 District Heating and Cooling Potentials, Barriers, Best Practice and Measures of Promotion. Report EUR 25289EN. 2012. – p. 215.
- Директива 2012/27/EU Европейского парламента та Ради від 25 жовтня 2012 р. про енергоефективність, яка змінює Директиви 2009/125/EC та 2010/30/EU і скасовує Директиви 2004/8/EC та 2006/32/EC (Дія Директиви поширюється на ЄЄЗ).
- Братута Э.Г. Производство холода и теплоты в схемах энергетического взаимодействия холодильных и теплонасосных установок / Братута Э.Г., Шерстюк В.Г. // Интернет-газета «Холодильщик» – 2009. – № 2 (50).
- А.Л. Петросян. Метод оценки энергетической эффективности теплонасосных установок / А.Л. Петросян // Новости теплоснабжения. – 2011. – № 12. – С.19–22.
- Z. Rant. Vrednost in obracunavanje energije. Strojniski Vestnik 1. – 1955. – №1. – str. 4–7.
- Шаргут Я., Петела Р. Эксергия. – М.: Энергия, 1968. – 278 с.
- Нитч Р. Эксергетическое разделение затрат комбинированной выработки тепла и электрической энергии и введение эксергетического тарифа на тепло для отопления / Нитч Р. // Энергия и эксергия [Под ред. В. М. Бродянского]. – М.: Мир, 1968. – С. 106–121.
- Бродянский В.М., Фратшер В., Михалец К. Эксергетический метод и его приложения / Под ред. ВМ. Бродянского. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.
- Дубовський С.В. Енергоекономічний аналіз сполучених систем генерації електричної енергії і теплоти. – К.: Наукова думка, 2014. – 181 с.
- Дубовський С.В., Твердохліб О.С. Термодинамічний аналіз систем комбінованого виробництва теплоти та холоду / С. В. Дубовський, О.С. Твердохліб // Проблеми загальної енергетики. – 2014. – №2(37). – С. 46–51.
- Проценко И.П. Коэффициент преобразования парокompрессионных тепловых насосов / Проценко И.П., Радченко В.А. // Теплоэнергетика. – 1988. – №8. – С. 51–53. ■

Статья поступила в редакцию 28.06.2017

# «ЛИДЕР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ-2018»: ПОДАНЫ ПЕРВЫЕ 20 ЗАЯВОК



Республиканский конкурс на соискание премии за достижения в области повышения энергоэффективности «Лидер энергоэффективности Республики Беларусь-2018» набирает обороты. В настоящее время активно идет прием заявок на участие в четвертом по счету конкурсе. Его цели – выявление и популяризация энергоэффективных технологий, решений, оборудования; повышение энергетической эффективности зданий и сооружений; внедрение эффективных моделей энергопотребления на основе ВИЭ и др.

Оргкомитетом Республиканского конкурса уже зарегистрировано свыше 20 заявок от предприятий различных отраслей: УП «Минское отделение Белорусской железной дороги», ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», ОАО «Белорусский цементный завод», филиал «Инженерный центр» РУП «Гомельэнерго», ГУКПП «Гродноводоканал», СООО «Комконт», Витебское предприятие котельных и тепловых сетей и др.



В 2018 году эксперты расширили список номинаций, по которым предприятия могут претендовать на победу:



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

Самой востребованной пока является номинация «Энергоэффективная технология года». В ней представляют свои заявки отечественные гиганты – ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», ОАО «Белорусский цементный завод».

Новую, пока редко используемую систему утилизации тепла сточных вод заявил на конкурс ГУКПП «Гродноводоканал». Данная технология позволяет использовать бросовое тепло сточных вод в жилых зданиях для подогрева воды и для отопления в зимнее время и уже на практике доказала свою эффективность (экономия от внедрения системы на одном объекте составила не менее 7 тысяч рублей в год).

Инновационные разработки в номинации «Энергоэффективный продукт года» представляют филиал «Инженерный центр» РУП «Гомельэнерго» (щиты нового поколения, которые действуют по принципу «умного» оборудования), ПО ООО «Энергокомплект» (кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена),

Участниками деловых мероприятий, которые проводит оргкомитет, становится самый широкий круг заинтересованных сторон, в том числе победители конкурса разных лет и его новички. Оргкомитет, помимо конкурсных ме-

## Сергей Чугунов, ведущий инженер отдела главного энергетика ГУКПП «Гродноводоканал»:

– Наше предприятие достаточно серьезно занимается вопросами энергосбережения. Мы следим за новинками, внедряем новое эффективное и экономичное оборудование. Например, на двух наших объектах установлены солнечные коллекторы, которые греют воду. Став впервые в этом году участниками конкурса «Лидер энергоэффективности», нам хотелось бы познакомиться со своими коллегами, узнать, какие передовые технологии используют они, чтобы затем, по возможности, применить их на нашем предприятии.

## Александр Быков, директор филиала «Инженерный центр» РУП «Гомельэнерго»:

– Участие в конкурсе позволяет нам сделать продукцию своего предприятия более узнаваемой на рынке, к нам приходят новые потребители. Знак «Лидер энергоэффективности» красноречиво говорит о том, что мы лучшие среди производителей аналогичной продукции.

## Валентина Скакун, специалист по рекламной коммуникации ООО «ПО Энергокомплект»:

– Участвуя не первый год в таком престижном конкурсе, как «Лидер энергоэффективности», мы заметили, что о нашем предприятии и нашей продукции больше узнают. И другие организации отмечают, что мы занимаем лидирующие позиции. А мы активно рассказываем о своих достижениях и победах своим партнерам на корпоративном сайте, посредством баннеров и разнообразной рекламной продукции.

роприятий, проводит семинары по актуальным темам. Так, 5 июля в Витебске состоялся семинар «Энергоэффективность ограждающих конструкций без устройства дополнительной теплоизоляции: реальные решения».

Напоминаем, что прием заявок на конкурс завершится 30 августа 2018 года. Объявление лауреатов премии и церемония награждения запланированы в начале октября.

**Контакты оргкомитета:**  
+375 17 237 85 96  
+375 29 182 80 10  
info@energokonkurs.by

1–31  
июля  
2018 года

В информационном центре (к. 607) Республиканской научно-технической библиотеки (РНТБ) проходит тематическая выставка литературы «Строим дом».

На стендах представлен широкий спектр изданий из фонда научно-технической литературы РНТБ и фонда Библиотеки по устойчивому развитию, который освещает проблемы повышения уровня энергоэффективности строительного сектора Беларуси; представляет новейшие энергосберегающие технологии, применяемые в строительном секторе Беларуси и Европы.

Экспонируются книги: «Строим «умный дом»: skynet из лампочки, кофеварки и посудомоечной машины», «Строим дом без ошибок», «Энергопотребление зданий: методы анализа», «Организация безопасных условий труда», «Основные направления повышения эффективности жилищного строительства в Беларуси», а также материалы научно-практических конференций и выставок.

Среди периодических изданий – «Энергоэффективность», «Экономия энергии», «Живи как хозяин», «Энергосбережение. Практикум», «Строительство: новые технологии, новое оборудование», «Строительные материалы», «АВОК. Вентиляция, отопление, кондиционирование», «Энергосбережение», «Архитектура и строительство», «Проектные и изыскательские работы в строительстве», «Уютный дом», «Мастерская. Строим дом», «Частный дом: от проекта до объекта», «Werk, Bauen+Wohnen».

Экспозиция будет интересна специалистам строительного сектора, проектировщикам, энергетикам, экологам, 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.

5  
августа  
2018 года  
День железнодорожника

9–11  
августа  
2018 года  
Белгород, Россия



«Современный город. Энергетика. Ресурсосбережение. Экология» – 2018 – XV межрегиональная специализированная выставка.

Тематические разделы: производство, передача, распределение электроэнергии; энергетическое, электротехническое и светотехническое оборудование; электротехнические изделия и материалы; котельное и вспомогательное оборудование; трубы и трубопроводная арматура; насосы и компрессоры; энерго-, газо-, ресурсосберегающие технологии, оборудование и материалы; контрольно-измерительное и регулирующее оборудование; приборы и системы учета и регулирования потребления тепла, воды, электроэнергии и газа; системы отопления, вентиляции, кондиционирования, газификации; водоподготовка, водоочистка, водоотведение; оборудование для водоснабжения и канализации; технологии и оборудование для повторного использования, утилизации промышленных и бытовых отходов.

Тел.: +7 (4722) 58-29-40, 58-29-65

E-mail: belexpo@mail.ru  
belexpocentr.ru

12  
августа  
2018 года  
Международный день молодежи

12  
августа  
2018 года  
День строителя

16–18  
августа  
2018 года  
Гуанчжоу, Китай

Asia-Pacific Biomass Energy Technology & Equipment Exhibition 2018 – 7-я Международная специализированная выставка возобновляемой энергетики и технологий для производства твердого биотоплива.

В экспозиции будет представлен широкий спектр оборудования, включая машины и оборудование для переработки и преобразования биомассы в энергию, биогазовые установки и т.д.  
apbechina.com

16–18  
августа  
2018 года  
Гуанчжоу, Китай

Power Expo 2018 – международная выставка энергетического оборудования и технологий.

Организатор: Guangzhou Teenhon Exhibition Co, Ltd  
bspexpo.com

16–18  
августа  
2018 года  
Гуанчжоу, Китай



PV Guangzhou 2018 – 10-я Международная специализированная выставка солнечной энергетики и фотовольтаики.

В экспозиции будут представлены солнечные батареи, компоненты и оборудование для их производства, фотоэлементы, аккумуляторные батареи, конвертеры, инвертеры и готовые потребительские установки, работающие от солнечной энергии. В выставке принимают участие более 250 компаний, число посетителей составляет около 20 тыс. человек из 40 стран мира.  
Организатор: PV Guangzhou Organizing Committee  
www.pvguangzhou.com/index.php?lang=en

23  
августа  
2018 года  
День работников государственной статистики

23–25  
августа  
2018 года  
Шанхай, Китай

Electric Vehicle Supply Equipments Fair (EVSE) Shanghai 2018 – международная выставка транспортных средств нового поколения  
Организатор: Zhenwei Exhibition



www.evsechina.com/en/

28–29  
августа  
2018 года  
Франкфурт, Германия

EnergieEffizienz 2018 – выставка энергоэффективных технологий.

Экспонируемые продукты: энергосистемы и «умные» электросети, возобновляемые источники энергии, распределительные устройства, подстанции, энергоэффективные технологии и оборудование.

Организатор: beewell Business Events GmbH  
www.energieeffizienz-messe.de



# РЕСПУБЛИКАНСКИЙ КОНКУРС НА СОИСКАНИЕ ПРЕМИИ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ "ЛИДЕР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ - 2018"

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ - УДЕЛ СИЛЬНЫХ И ДАЛЬНОВИДНЫХ

### ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ К ЛИДЕРАМ

## ДОКАЖИТЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СВОЕГО ПРОИЗВОДСТВА, ТЕХНОЛОГИИ, ПРОДУКТА.

### 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, строительно-монтажные, инжиниринговые предприятия и организации Беларуси и зарубежья.**

### ИДЕТ ПРИЕМ ЗАЯВОК!

Прием заявок – до 15 августа 2018 г.  
Работа жюри – до 30 сентября 2018 г.  
Объявление победителей и церемония награждения – в рамках Белорусского энергетического форума EnergyExpo-2018 (9-12 октября 2018 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](http://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](http://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 2018», «БудЭкспо-2019», «Вода и тепло-2019».

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



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

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
ИНФОПАРТНЕР:



/ Журнал "Энергоэффективность" /

ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ПАРТНЕРЫ:



# ЭНЕРГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ

## Приложение

Источник получения информации – Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь.  
\*Размещено в Эталонном банке данных правовой информации Республики Беларусь

### ПОСТАНОВЛЕНИЕ МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

29 мая 2018 г. № 17

## Об утверждении и введении в действие Изменения № 2 ТКП 339-2011 (02230)

На основании статьи 18 Закона Республики Беларусь от 5 января 2004 года «О техническом нормировании и стандартизации» и подпункта 5.9 пункта 5 Положения о Министерстве энергетики Республики Беларусь, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31 октября 2001 г. № 1595, Министерство энергетики Республики Беларусь ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить и ввести в действие с 1 сентября 2018 г. прилагаемое Изменение № 2 ТКП 339-2011 (02230) «Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токо-

проводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний».

2. Контроль за исполнением настоящего постановления возложить на заместителя Министра Закревского В.А.

Первый заместитель Министра

В.М.Каранкевич

МКС 13.220.1; 27.100

### ИЗМЕНЕНИЕ № 2 ТКП 339-2011 (02230)

#### Электроустановки на напряжение до 750 кВ

**ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ВОЗДУШНЫЕ И ТОКОПРОВОДЫ, УСТРОЙСТВА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ И ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ, УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОСИЛОВЫЕ И АККУМУЛЯТОРНЫЕ, ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**  
Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний

#### Электраўстаноўкі на напружанне да 750 кВ

**ЛІНІІ ЭЛЕКТРАПЕРАДАЧЫ ПАВЕТРАНЫЯ І ТОКАПРАВоды ПРЫЛАДЫ РАЗМЕРКАВАЛЬНЫЯ І ТРАНСФАРМАТАРНЫЯ ПАДСТАНЦЫІ, УСТАНОВКІ**  
**ЭЛЕКТРАСІЛАВЫЯ І АКУМУЛЯТАРНЫЯ, ЭЛЕКТРАЎСТАНОЎКІ ЖЫЛЫХ І ГРАМАДСКІХ БУДЫНКАЎ**  
Правілы ўстройства і ахоўныя меры электрабяспекі. Улік электразэнергіі.  
Нормы прыёма-здатачных выпрабаванняў

Утверждено и введено в действие постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 29 мая 2018 г. № 17

Дата введения 2018-09-01

В элементе «Содержание» заголовков раздела 8 изложить в новой редакции:

«Электроустановки жилых и общественных зданий».

Раздел 2, первую и вторую нормативные ссылки на ТР изложить в новой редакции:

«ТР ТС 004/2011 О безопасности низковольтного оборудования

ТР ТС 020/2011 Электромагнитная совместимость технических средств

ТР ТС 032/2013 О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением».

Раздел 2, название ТКП изложить в новой редакции:

«ТКП 45-2.02-92-2007 (02250) Ограничение распространения пожара в зданиях и сооружениях. Объемно-планировочные и конструктивные решения. Строительные нормы проектирования».

Раздел 2 дополнить ссылками:

«ТКП 336-2011 (02230) Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций

ТКП 385-2012 (02230) Нормы проектирования электрических сетей внешнего электроснабжения напряжением 0,4–10 кВ сельскохозяйственного назначения

ТКП 427-2012 (02230) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок

ТКП 45-2.02.242-2011 (02250) Ограничение распространения пожара. Противопожарная защита населенных пунктов и территорий предприятий. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-2.02-279-2013 Здания и сооружения. Эвакуация людей при пожаре. Строительные нормы проектирования

ТКП 45.3.03-19-2006 (02250) Автомобильные дороги. Нормы проектирования

ТКП 45-3.03-96-2008 (02250) Автомобильные дороги низших категорий. Правила проектирования

ТКП 45-3.03-227-2010 Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-4.04-287-2013 Наружное освещение городов, поселков и сельских населенных пунктов. Правила проектирования

ГОСТ 7746-2001 Трансформаторы тока. Общие технические условия

СТБ 1300-2014 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения

СТБ ГОСТ Р 50807-2003 Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования и методы испытаний

ИЕС 62271-108:2005 Аппаратура распределения и управления высоковольтная. Часть 108. Высоковольтные разъединители переменного тока для номинального напряжения 72,5 кВ и выше

ИЕС 61850 Сети связи и системы автоматизации электростанций общего пользования

ИЕС 61850-9-2:2011 Сети связи и системы автоматизации электростанций общего пользования. Часть 9-2. Схема распределения специальной служебной связи (SCSM). Опорные значения в соответствии с ISO/IEC 8802-3».

Раздел 2 заменить:

ссылку «СТБ 8003-93» на

«ТКП 8.003-2011 (03220) Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Проверка средств измерений. Правила проведения работ»;

ссылку «СТБ ГОСТ Р 52320-2007» на

«ГОСТ 31818.11-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии»;

ссылку «СТБ ГОСТ Р 52321-2007» на

«ГОСТ 31819.11-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 11. Электромеханические счетчики активной энергии классов точности 0,5; 1 и 2»;

ссылку «СТБ ГОСТ Р 52322-2007» на

«ГОСТ 31819.21-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 21. Статические счетчики активной энергии классов точности 1 и 2»;

ссылку «СТБ ГОСТ Р 52323-2007» на

«ГОСТ 31819.22-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S»;

ссылку «СТБ ГОСТ Р 52425-2007» на

«ГОСТ 31819.23-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Статические счетчики реактивной энергии»;

ссылку «СТБ ИЕС 62053-61-2008» на

«ГОСТ ИЕС 62053-61-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Дополнительные требования. Часть 61. Требования к потребляемой мощности и напряжению»;

ссылку «ГОСТ 12.2.091-2002» на

«ГОСТ 12.2.091-2012 Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования»;

ссылку «ГОСТ 2419-82» на

«ГОСТ 2491-82 Пускатели электромагнитные низковольтные. Общие технические условия»;

ссылку «ГОСТ 2517-85» на

«ГОСТ 2517-2012 Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб»;

ссылку «ГОСТ 13109-97» на

«ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»;

ссылку «ГОСТ 30331.1-95» на

«ГОСТ 30331.1-2013 Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения».

Раздел 2, исключить ссылки

«СТБ П ИЕС 62305-3-2006/2010

СТБ П ИЕС 62305-4-2006/2010».

По всему тексту заменить ссылки: [1] на ТКП 427; ТКП 181-2009 на ТКП 181.

Раздел 3, первый абзац изложить в новой редакции:

«В настоящем ТКП применяются термины, установленные ТКП 45-4.04-149 и СТБ 2096, ГОСТ 31818.11, ГОСТ 12.1.009, ГОСТ 12.1.030, ГОСТ 16504, ГОСТ 18311, ГОСТ 19431, ГОСТ 24291, ГОСТ 27744, ГОСТ 30331.1, а также следующие термины с соответствующими определениями:».

Раздел 3, пункт 3.33 изложить в новой редакции:

**«3.33 кабельное (техническое) подполье:** Кабельный (технический) этаж, расположенный в нижней части здания, ограниченный полом и перекрытием или покрытием, с высотой и шириной продольных проходов согласно ТКП 45-2.02-279».

Раздел 3 дополнить следующими пунктами:

**«3.107 этаж кабельный (технический):** Кабельное сооружение, предназначенное для размещения кабелей, кабельных муфт и оборудования, предназначенного для обеспечения нормальной работы кабельных линий.

**3.109 кабельный канал:** Кабельное сооружение, закрытое и заглубленное (частично или полностью) в грунт, пол, перекрытие и т.п., укладку, осмотр и ремонт кабелей и оборудования которого возможно проводить лишь при снятом перекрытии. Высота кабельного канала определяется с учетом габаритов располагаемого оборудования и коммуникаций и условий их эксплуатации и должна быть менее 1,8 м.

**3.110 кабельный канал непроходной:** Кабельный канал, высотой не более 1,2 м.

**3.111 выключатель-разъединитель, разъединяющий выключатель; выключатель DCB:** Контактный коммутационный аппарат 35–330 кВ, совмещающий в себе функции выключателя (способный включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях в цепи; включать, проводить в течение нормированного времени и отключать токи при нормированных аномальных условиях в цепи, таких как короткое замыкание) и разъединителя без видимого разрыва, способный обеспечивать в отключенном положении изоляционный промежуток, удовлетворяющий нормированным требованиям к разъединителям, имеющий надежный механический указатель гарантированного положения контактов и приспособление для запирания замком в отключенном положении (IEC 62271).

**3.112 реклоузер:** Устройство, установленное на несущих конструкциях (как правило железобетонных или металлических стойках) и предназначенное для коммутации, пропускания, автоматического отключения и повторного включения цепи переменного тока без видимого разрыва цепи коммутации по предварительно заданной последовательности циклов отключения и включения с последующим возвратом функции АПВ в исходное состояние, сохранением включенного положения или блокировкой в отключенном состоянии.

**3.113 система-SCADA (диспетчерское управление и сбор данных):** Программный пакет, предназначенный для разработки и обеспечения работы в реальном времени систем управления, сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.

**3.114 счетчик статический (электронный); СЭ:** Счетчик, в котором ток и напряжение воздействуют на твердотельные (электронные) элементы для создания на выходе импульсов, число которых пропорционально измеряемой энергии.

**3.115 счетчик электромеханический:** Счетчик, в котором токи, протекающие в неподвижных катушках, взаимодействуют с токами, индуцируемыми в подвижном элементе, что приводит его в движение, при котором число оборотов пропорционально измеряемой энергии.

**3.116 счетчик электронный цифровой; ЦСЭ:** Счетчик, в который значения токов и напряжений поступают в цифровой форме согласно протоколу IEC 61850-9-2.

**3.117 устройство сопряжения с шиной; УСШ:** Блок сопряжения, который принимает множество аналоговых сигналов от трансформаторов тока/напряжения и дискретных входов и производит множество синхронизированных по времени последовательных однонаправленных многоточечных цифровых выводов «точка-точка», обеспечивая передачу данных через логические интерфейсы.

**3.118 цифровая подстанция:** Подстанция, оборудованная комплексом цифровых устройств (терминалов) для решения задач релейной защиты и автоматики (РЗА) и АСУ ТП, регистрации аварийных событий (РАС), учета и контроля качества электроэнергии, телемеханики на основе использования архитектуры и технологий по IEC 61850.

**3.119 шина процесса стандарта:** Коммуникационная шина данных, обеспечивающая цифровую связь между электронными трансформаторами тока/напряжения или объединяющими устройствами и устройствами присоединения, такими, как реле защиты, контроллерами или счетчиками присоединения (IEC 61850-9-2).

**3.120 электронный трансформатор тока; ЭТТ:** оптический измерительный трансформатор тока, в котором при рабочих условиях применения вторичный ток практически пропорционален первичному току и отличается от него углом фазового сдвига, который приблизительно равен нулю для соответствующего направления соединений.

**3.121 электронный трансформатор напряжения; ЭТН:** оптический измерительный трансформатор напряжения, в котором вторичное напряжение при рабочих условиях пропорционально первичному и отличается от него углом фазового сдвига, приблизительно равным нулю при соответствующем направлении соединений».

Раздел 3, перечень сокращений дополнить:

«БАО – блок аварийного освещения;

УСШ – устройство сопряжения шин;».

Пункт 4.1.6 изложить в новой редакции:

«**4.1.6** При проектировании новых и реконструкции существующих электроустановок должна обеспечиваться электромагнитная совместимость аппаратов, систем и компонентов электроустановок в соответствии с требованиями ТР ТС 020 и других ТНПА».

Пункт 4.2.1.4, третье перечисление изложить в новой редакции:

« – на подстанциях энергоснабжающих организаций напряжением 6 кВ и выше;».

Пункт 4.2.1.8 изложить в новой редакции:

«**4.2.1.8** Расчетные счетчики электрической энергии, предназначенные для объектов энергоснабжающей организации (энергосистемы) и потребителей (за исключением граждан – бытовых потребителей), должны определять количество принимаемой и выдаваемой реактивной энергии за расчетные (и контрольные) периоды и усредненные за определенные интервалы времени значения принимаемой и выдаваемой реактивной мощности, в случаях, если они устанавливаются:

– на присоединениях генераторов, высоковольтных синхронных двигателей и синхронных компенсаторов, высоковольтных компенсирующих и фильтрокомпенсирующих установок;

– на питающих линиях потребителей с присоединенной мощностью 100 кВ·А и выше или среднемесячным потреблением электроэнергии по одной питающей линии (одной точке учета) более 30 000 кВт·ч.

Пункт 4.2.2.9 изложить в новой редакции:

«**4.2.2.9** Совокупность средств расчетного и технического учета электрической энергии (и мощности), установленных на каждом энергообъекте энергосистемы, должна обеспечивать получение полного баланса электроэнергии по объекту, а на номинальном напряжении 6 кВ и выше – получение энергобаланса по отдельным распределительным устройствам, их секциям и системам шин».

Пункт 4.2.3.3 изложить в новой редакции:

«**4.2.3.3** Статические счетчики должны иметь электрические параметры, соответствующие требованиям ГОСТ 31819.21 и ГОСТ 31819.22».

Пункт 4.2.3.4 изложить в новой редакции:

«**4.2.3.4** В сетях с глухозаземленной нейтралью, в которых предусматривается длительная работа в режиме неравномерных нагрузок фаз, при этом расчетная неравномерность нагрузки при распределении ее по фазам трехфазных линий и вводов превышает 15 % (ТКП 45-4.04-149), следует применять трехэлементные счетчики с четырехпроводной схемой включения с трансформатором тока в каждой фазе».

Пункт 4.2.3.9 дополнить абзацем:

«ЦСЭ допускается опрашивать устройствами, не входящих в состав АСКУЭ (АСУ ТП, ТМ и т.д.) в режиме «только чтение». Со стороны указанных систем запрещается выдача на ЦСЭ команд, влияющих на их показания: синхронизация времени и т.п.».

Подраздел 4.2.3 дополнить пунктом 4.2.3.10:

«**4.2.3.10** Схемы подключения счетчиков электроэнергии должны соответствовать схемам, приведенным в паспортах, руководствах по эксплуатации соответствующих приборов учета».

Пункт 4.2.4.1 изложить в новой редакции:

«**4.2.4.1** Измерительные обмотки трансформаторов тока, к которым подключаются расчетные счетчики электрической энергии, должны иметь класс точности не ниже 0,2S:

– для генераторов на напряжение 6 кВ и выше;

– для межгосударственных и межсистемных линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше;

– для линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше, отходящих от шин электростанций и подстанций энергосистемы к потребителям;

– для линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше с годовым несальдированным перетоком электроэнергии, равным 100 тыс. МВт·ч и более;

– для трансформаторных (и автотрансформаторных) вводов напряжением 220 кВ и выше.

На остальных присоединениях измерительные обмотки трансформаторов тока, к которым подключаются расчетные счетчики электрической энергии, должны иметь класс точности не ниже 0,5S.

Каждая токовая цепь («обмотка») расчетного счетчика электрической энергии должна подключаться к отдельной измерительной обмотке трансформатора тока.

Каждая последовательная цепь статического счетчика и УСШ должна подключаться к отдельной вторичной измерительной обмотке трансформатора тока».

Пункт 4.2.4.2 изложить в новой редакции:

«**4.2.4.2** Трансформаторы напряжения, применяемые для расчетного учета электроэнергии, должны иметь класс точности основной (измерительной) вторичной обмотки не ниже 0,5.

В распределительных устройствах подстанций потребителей напряжением 6 кВ и выше, оборудованных высоковольтными выключателями, для подключения статических расчетных счетчиков рекомендуется применять трансформаторы напряжения с основной или, при необходимости, дополнительной измерительной обмоткой класса точности не ниже 0,2».

Пункт 4.2.4.3 дополнить абзацами:

«Допускается подключение к одной вторичной обмотке различных УСШ для систем АСКУЭ, АСУ ТП, РЗА при соответствии метрологических характеристик указанных обмоток трансформаторов тока и УСШ установленным требованиям.

Для цифровых подстанций допускается совместное использование потоков данных от УСШ для ЦСЭ, средств измерений, релейной защиты,

автоматики, устройств АСУТП. При условиях выполнения требований п. 4.2.3.14, а также соответствия метрологических характеристик обмоток трансформаторов тока и УСШ установленным требованиям».

Пункт 4.2.4.4, второй абзац изложить в новой редакции:

«В электроустановках напряжением 6 кВ и выше допускается применение трансформаторов тока с завышенным коэффициентом трансформации (по условиям электродинамической и термической стойкости или защиты шин), если ток во вторичной обмотке будет составлять:

– для трансформаторов тока класса точности 0,5S – не менее 40 % номинального тока счетчика при максимальной нагрузке присоединения и не менее 5 % при минимальной рабочей нагрузке присоединения;

– для трансформаторов тока класса точности 0,2S – не менее 20 % номинального тока счетчика при максимальной нагрузке присоединения и не менее 2 % при минимальной рабочей нагрузке присоединения».

Пункт 4.2.4.5 дополнить абзацем:

«Требования данного пункта не распространяются на ЭТН, выдающие данные измерений в протоколе МЭК 61850-9-2».

Пункт 4.2.4.8 изложить в новой редакции:

**4.2.4.8** Цепи расчетного учета электроэнергии следует выводить на испытательные колодки (испытательные блоки) или устройства аналогичного назначения, которые обеспечивают закорачивание вторичных обмоток трансформаторов тока, размыкание вторичных токовых цепей и цепей напряжения в каждой фазе счетчика при его установке, замене или проверке, а также присоединение образцового счетчика без отсоединения проводов цепей расчетного учета. Конструкции клеммных крышек трансформаторов тока и напряжения, испытательных колодок (испытательных блоков и устройств аналогичного назначения) должны обеспечивать возможность их пломбирования энергоснабжающей организацией. Средства расчетного учета электроэнергии должны иметь на винтах кожухов пломбы с клеймом госповерителя, действительным в пределах установленного межповерочного интервала.

Действие данного пункта распространяется на учет с применением ТТ и ТН, статических, электромеханических счетчиков и УСШ».

Пункт 4.2.4.10 дополнить абзацем:

«На цифровых подстанциях выбор необходимого потока данных для ЦСЭ происходит согласно правилам, установленным в ЦСЭ».

Пункт 4.2.4.11, последний абзац изложить в новой редакции:

«Механические блокировки приводов разъединителей или приводов разъединителей трансформаторов напряжения, используемых для расчетного учета, должны иметь приспособления для их пломбирования».

Подраздел 4.2.4 дополнить пунктами 4.2.4.12–4.2.4.18:

**4.2.4.12** Применяемые для целей учета электроэнергии трехфазные группы однофазных трансформаторов напряжения должны иметь свидетельства о государственной метрологической поверке на каждый однофазный трансформатор напряжения, входящий в трехфазную группу.

Применяемые для целей учета электроэнергии трехфазные и группы однофазных трансформаторов напряжения должны иметь свидетельство о прохождении метрологической поверки по фазным напряжениям.

**4.2.4.13** Класс точности ЭТТ и ЭТН выбирается аналогично классам точности для ТТ и ТН.

**4.2.4.14** Класс точности ЦСЭ выбирается аналогично классам точности для статических счетчиков. В случае применения УСШ класс точности ЦСЭ рекомендуется выбирать на ступень лучше.

**4.2.4.15** Класс точности УСШ для входов по току и напряжению следует принимать не ниже 0,2s и 0,2 соответственно (рекомендуется 0,1s и 0,1).

**4.2.4.16** Для целей технического учета должен использоваться цифровой поток данных не хуже SV80 согласно МЭК 61850-9-2(LE), для целей учета и контроля качества – поток SV256 согласно МЭК 61850-9-2(LE). Для целей расчетного учета рекомендуется использовать поток SV256.

**4.2.4.17** ЦСЭ следует подключать к отдельному (или выделенному) сегменту шины процесса по протоколам Ethernet, МЭК. ЭТТ, ЭТН и УСШ

следует подключать к шине процесса по протоколам Ethernet, МЭК или другим стандартным международным протоколам.

ЦСЭ следует подключать к единой шине станции по протоколам Ethernet, МЭК.

Должно обеспечиваться логическое и физическое (на уровне портов) выделение потоков данных для целей учета и контроля качества.

**4.2.4.18** К шине процесса допускается подключение ЦСЭ, средств автоматики и защиты при условии соблюдении требований 4.2.3.12–4.2.3.16».

Пункт 4.2.5.1 дополнить абзацами:

«Счетчики электрической энергии присоединений напряжением 35 кВ и выше следует устанавливать в отдельные шкафы, защищенные от несанкционированного доступа. При этом допускается вместо коробок (блоков) испытательных применять иные технические решения, обеспечивающие безопасную замену, обслуживание и поверку счетчика.

Счетчики электрической энергии присоединений ниже 35 кВ допускается устанавливать в отдельные шкафы, защищенные от несанкционированного доступа. При этом применение коробок (блоков) испытательных является обязательным.

УСПД, соответствующее оборудование связи и локальное сетевое оборудование для подстанций номинального напряжения 35 кВ и выше энергосистемы рекомендуется устанавливать в отдельных запираемых шкафах. Аналогичное оборудование для подстанций потребителей, не обслуживаемых подстанций энергосистемы номинального напряжения 20 кВ и менее следует устанавливать в шкафы, защищенные от несанкционированного доступа».

Пункт 4.2.5.2, последний абзац изложить в новой редакции:

«Высота от пола до клеммной крышки счетчика расчетного учета электроэнергии должна быть в пределах 1,3–1,7 м. Для счетчика технического учета электроэнергии высота от пола до его клеммной крышки допускается в пределах 0,8–1,7 м».

Пункт 4.2.5.3 дополнить абзацем:

«Счетчики электрической энергии для присоединений всех классов напряжения, а также УСПД и другие элементы АСКУЭ допускается устанавливать в отдельных запираемых шкафах, имеющих приспособление для опломбирования».

Пункт 4.2.5.5 после слов «к счетчикам» добавить слова «, УСШ».

Пункт 4.2.5.7, первое предложение, слово «проводов» заменить словами «свободных проводов (не в жгуте)».

Пункт 4.2.5.7 дополнить абзацем:

«Действие данного пункта распространяется на статические счетчики непосредственного и трансформаторного включения и УСШ».

Пункт 4.2.5.8 изложить в новой редакции:

**4.2.5.8** Для безопасной установки, замены и проверки расчетных счетчиков прямого включения должна предусматриваться возможность отключения счетчика установленным до него на расстоянии не более 10 м коммутационным аппаратом с приспособлением для опломбировки, обеспечивающим одновременное снятие напряжения со всех фаз, подключаемых к счетчику.

Для безопасной установки, замены и проверки расчетных счетчиков трансформаторного включения должна предусматриваться возможность отключения счетчика установленной под ним горизонтально на расстоянии не более 0,5 м испытательной колодкой, которая обеспечивает закорачивание вторичных обмоток трансформаторов тока, размыкание вторичных токовых цепей и цепей напряжения во всех фазах, подключаемых к счетчику.

На цифровые счетчики цифровой подстанции требования данного пункта не распространяются».

Пункт 4.2.6.4 третий абзац дополнить предложением:

«Требования данного пункта не распространяются на ЭТН, выдающие данные измерений в протоколе IEC 61850-9-2».

Пункт 4.2.6.9 дополнить абзацем:

«Средства технического учета электроэнергии должны иметь на винтах кожухов пломбы с клеймом госповерителя, действительным в пределах установленного межповерочного интервала».



Подраздел 4.2.6 дополнить пунктом 4.2.6.10:

«**4.2.6.10** К средствам технического учета электроэнергии рекомендуется предъявлять требования, аналогичные требованиям к средствам расчетного учета».

Пункт 4.3.2.7, четвертый абзац изложить в новой редакции:

«Заземляющие устройства молниезащиты выполняются в соответствии с ТКП 336 и, как правило, должны быть общими с заземляющими устройствами защитного заземления электроустановок зданий и сооружений».

Пункт 4.3.2.8, последний абзац изложить в новой редакции:

«Контроль заземляющих устройств необходимо выполнять в соответствии с ТКП 181.»

Пункт 4.3.2.9 дополнить абзацем:

«Применение защитного автоматического отключения не распространяется на питающие сети по ТКП 45-4.04-149 (3.13)».

Пункт 4.3.2.13, первое предложение изложить в новой редакции:

«При применении систем TN следует выполнять повторное заземление РЕ- и PEN-проводников питающих линий в ГРЩ или в ВУ или в ВРУ».

Пункт 4.3.3.5 изложить в новой редакции:

«**4.3.3.5** Установка барьеров и размещение вне зоны досягаемости допускаются в помещениях, доступных только квалифицированному персоналу».

Пункт 4.3.5.4, первое предложение изложить в новой редакции:

«В системе TN время защитного автоматического отключения не должно превышать значений, указанных в таблице 4.3.1».

Пункт 4.3.5.5, второе предложение изложить в новой редакции:

«В случае необходимости, например, в действующих электроустановках, применения УЗО для защиты отдельных электроприемников, получающих питание от системы TN-C, защитный РЕ-проводник электроприемника должен быть подключен к PEN-проводнику цепи, питающей электроприемник, до УЗО.»

Пункт 4.3.5.8, абзац первый, первое предложение перечисления 4) изложить в новой редакции:

«4) металлические трубы коммуникаций: горячего и холодного водоснабжения, канализации, отопления, газоснабжения и т.п.»;

перечисление 7) изложить в новой редакции:

«7) заземляющее устройство системы молниезащиты 2-го и 3-го уровней и заземляющее устройство для снятия статического электричества с металлической кровли.»

Пункт 4.3.5.11, абзац седьмой, перечисление 2) изложить в новой редакции:

«2) открытые проводящие части отделяемой цепи должны быть соединены между собой изолированными незаземленными проводниками местной системы уравнивания потенциалов, не имеющей соединений с защитными проводниками и открытыми проводящими частями других цепей.»

Пункт 4.3.15.5, второе предложение после слов «соединенные между собой» дополнить словами «проводником сечением не менее сечения PEN-проводника».

Подраздел 4.3.15 дополнить пунктом 4.3.15.6:

«**4.3.15.6** При выборе PEN-проводников (шин) в ГРЩ ТП должны обязательно учитываться требования по обеспечению устойчивости при термическом и динамическом воздействии на электроустановку, как в нормальных условиях работы, так и при коротком замыкании, соответствующие требованиям пунктов 6.1.2.1 и 6.1.5.2».

Пункт 4.3.17.7, второй абзац изложить в новой редакции:

«Для индивидуальных жилых, дачных, садовых домов и аналогичных им объектов разделение PEN-проводника на РЕ- и N-проводники должно быть выполнено во вводном или вводно-распределительном устройстве здания или в шкафу учета, установленного на границе раздела участка. В месте разделения PEN-проводника на РЕ- и N-проводники необходимо предусматривать отдельные РЕ- и N-шины, соединенные между собой проводником сечением не менее сечения PEN-проводника. РЕ- и N-шины должны быть медными или из медных сплавов. В качестве

главной заземляющей шины следует использовать шину РЕ во вводном или вводно-распределительном устройстве здания».

Пункт 4.3.17.7, третий абзац, исключить.

Пункт 4.4.26.4, перечисление б), третий и четвертый абзацы дополнить текстом следующего содержания:

«, предназначенных для защиты электроприемников 1 и 2 категории по надежности электроснабжения».

Пункт 4.4.26.7, второй абзац перечисления в) изложить в новой редакции:

«Измерительные приборы для определения величины дифференциального тока должны быть класса точности 2,5. При использовании специально предназначенных для проверки УЗО приборов заводского изготовления допускается относительная погрешность до 10 %».

Пункт 4.4.27.3 исключить.

Пункт 4.4.27.8 изложить в новой редакции:

«**4.4.27.8** Электролит для малообслуживаемых аккумуляторных батарей должен поставляться изготовителем в комплекте с батареей. В документации, подтверждающей качество электролита, должно быть отражено его соответствие ГОСТ 26881 или DIN 43530. Перед заливкой электролита в элементы необходимо провести его анализ на соответствие основных показателей (железо, хлор, марганец, медь, окислы азота) значениям, указанным в таблице 4.4.52 или 4.4.54 (в соответствии с ГОСТ 26881 или DIN 43530).

При поставке электролита неизготовителем АБ использовать его без проведения химического анализа на соответствие ГОСТ 26881 или DIN 43530 не допускается. Анализ электролита необходимо проводить с обязательным протоколированием результатов и извещением изготовителя АБ (через поставщика), для согласования последующего применения электролита, в целях сохранения гарантийных обязательств на АБ. Загрязнения электролита по ГОСТ 26881 или DIN 43530 не должны превышать значений, указанных в таблице 4.4.52 или 4.4.54 соответственно».

Пункт 4.4.29.6, первый абзац изложить в новой редакции:

«Испытание кабелей с использованием сверхнизкой частоты проводится повышенным напряжением переменного тока частотой 0,1 Гц в течение 15 мин (таблица 4.4.58). При использовании испытательного напряжения косинусно-прямоугольной формы необходимо увеличивать время испытаний до 30 мин.»

Таблица 4.4.58, наименование графы «Испытательное напряжение, кВ» заменить на: «Испытательное напряжение, кВ (амплитудное значение)».

Пункт 5.1.4.1 изложить в новой редакции:

«**5.1.4.1** В производственных помещениях допускается применение токопроводов исполнения IP41 и выше. Токопроводы должны быть расположены от уровня пола или площадки обслуживания на высоте не менее 2,5 м.»

Пункт 5.2.2.2 исключить.

Пункт 5.2.11.2, второй абзац изложить в новой редакции:

«Опоры ВЛ на улицах и дорогах в населенной местности допускается располагать на расстояниях от проезжей части, таких же, как и для опор с устройством наружного освещения по ТКП 45-4.04-287 (5.2.14).

Пункт 5.2.11.2, добавить абзац:

«При отсутствии ограждения проезжих частей бортовым камнем в стесненных условиях расстояние от кромки проезжей части до наружной поверхности опоры ВЛ следует принимать по ТКП 45-3.03-227 (11.3)».

Пункт 5.3.1.1, четвертый абзац изложить в новой редакции:

«Кабельные вставки в ВЛ должны выполняться в соответствии с требованиями 5.3.9.10 и главы 2.3 [2]».

Пункт 5.3.4.11, первый абзац первое предложение изложить в новой редакции:

«**5.3.4.11** При прохождении ВЛ с деревянными опорами на территориях, прилегающих к участкам лесного фонда, в том числе к лесным насаждениям с наличием сухостоя, валежника, растительного опада, где возможны низовые пожары, и болотам, должна быть предусмотрена одна из следующих мер.»

Пункт 5.3.6.5, первый абзац первое предложение изложить в новой редакции:

«**5.3.6.5** В качестве грозозащитных тросов для вновь строящихся ВЛ следует, как правило, применять стальные канаты, плакированные алюминием и по способу свивки нераскручивающиеся, (Н) сечением не менее:».

Пункт 5.3.9.15, перечисление б) изложить в новой редакции:

«б) железобетонные и металлические опоры ВЛ 6–35 кВ. Опоры ВЛ 6–10 кВ, устанавливаемые в ненаселенной местности, дополнительно не заземляются при условии, что стойка опоры имеет соединение металла с грунтом площадью не менее 500 см<sup>2</sup> (нижний заземляющий выпуск диаметром 10 мм и длиной не менее 1,6 м) и на ней установлены штыревые изоляторы типов ШФ10-Г, ШС10-Г, ШФ20-Г или по два подвесных изолятора в гирлянде.

Заземляющие устройства ВЛ (ВЛП) 10 кВ на железобетонных опорах следует выполнять согласно ТКП 385 (15.2.1 и 15.2.2);»

Пункт 5.3.10.15, перечисление 1) дополнить абзацем:

«Стационарные устройства для подъема на опору должны начинаться с высоты не менее 3 м от поверхности земли».

Пункт 5.3.14.1 изложить в новой редакции:

«**5.3.14.1** Следует, как правило, избегать прокладки ВЛ в природоохранных лесах и лесах, расположенных в границах полос шириной 200 метров от границ земельных участков, на которых расположены санатории, дома отдыха, пансионаты, оздоровительные лагеря, туристические базы и другие лечебные, санаторно-курортные, оздоровительные объекты».

Пункт 5.3.14.2, второй абзац изложить в новой редакции:

«Ширина просек в насаждениях должна приниматься в зависимости от высоты<sup>3)</sup> насаждений с учетом их перспективного роста в течение 25 лет с момента ввода ВЛ в эксплуатацию».

Пункт 5.3.14.2, второе перечисление, первое предложение первого абзаца изложить в новой редакции:

«2) Для ВЛ до 220 кВ, не служащих единственным источником питания потребителей, а также при прохождении ВЛ в парках и садах ширина просеки рассчитывается по формуле:».

Пункт 5.3.14.2, перечисление 2), второй абзац изложить в новой редакции:

«Радиусы проекций крон деревьев основных лесообразующих пород принимаются равными, м:

липа, береза.....	4,5
ель, пихта, клен, осина.....	5,0
сосна, лиственница.....	7,0
дуб, бук.....	9,0».

Пункт 5.3.14.2, перечисление 3), первое предложение изложить в новой редакции:

«3) Для ВЛ 330 кВ и выше, а также для радиальных ВЛ до 220 кВ, служащих единственным источником питания потребителей, ширина просеки принимается равной большему из двух значений, рассчитанных по формуле, приведенной в 2), и по формуле:».

Пункт 5.3.14.2, перечисление 4), первое предложение изложить в новой редакции:

«4) Для ВЛП ширина просек в насаждениях должна приниматься не менее расстояния между крайними проводами плюс 1,25 м в каждую сторону до кроны деревьев независимо от высоты насаждений и рассчитывается по формуле:».

Пункт 5.3.14.2, перечисление 5) изложить в новой редакции:

«5) Опасные деревья, произрастающие в полосе леса, примыкающие к просекам воздушных линий электропередачи и угрожающие падением на провода и опоры ВЛ, должны вырубаться».

Пункт 5.3.14.4, первый абзац, первое–третье предложения изложить в новой редакции:

«**5.3.14.4** Прохождение линий электропередачи в лесах любых категорий выполнять:

напряжением до 35 кВ – ВЛП; напряжением 110 кВ и выше – ВЛП или на повышенных опорах над лесными насаждениями.

Прохождение ВЛ напряжением свыше 110 кВ в природоохранных, реакционно-оздоровительных и защитных лесах допускается выполнять над лесными насаждениями. ВЛ над лесными насаждениями сооружается при условии прохождения ВЛ по самостоятельной трассе, вне коридора или других коммуникаций, протяженность которого в направлении проектируемой ВЛ, как правило, составляет более 2 км».

Пункт 5.3.14.4, последний абзац изложить в новой редакции:

«При прохождении ВЛ над лесными насаждениями ширина просеки между кронами деревьев должна приниматься не более 6 м (по 3 м в каждую сторону от оси ВЛ); кроме этого, должны предусматриваться площадки вокруг опор для ее обслуживания шириной не более 5 м от основания опоры».

Пункт 5.3.14.5 изложить в новой редакции:

«**5.3.14.5** По всей ширине просеки по трассе ВЛ должны быть проведены ее очистка от вырубленных деревьев и кустарников, корчевка пней или срезка их ниже уровня земли не менее чем на 0,2 м и рекультивация».

Подраздел 5.3.14 дополнить пунктом 5.3.14.6:

«**5.3.14.6** При прохождении ВЛ над насаждениями крепление проводов и тросов к опорам, а для опор выше 50 м и защита от грозовых перенапряжений должна выполняться в соответствии с подразделом 5.3.11 настоящего ТКП».

Пункт 5.3.15.8, последний абзац изложить в новой редакции:

«Допускается принимать для ВЛ (ВЛП) от 1 кВ до 10 кВ расстояние по горизонтали от крайних проводов ВЛ (ВЛП) при наибольшем их отклонении до границ приусадебных земельных участков индивидуальных домов и коллективных садовых участков не менее 2 м – для ВЛ и 0,3 м – для ВЛП».

Пункт 5.3.16.8 дополнить абзацем (после первого):

«При определении расстояний между проводами пересекающихся ВЛ следует учитывать возможность поражения молнией обеих ВЛ и принимать расстояния для более неблагоприятного случая. Если верхняя ВЛ защищена тросами, то учитывается возможность поражения только нижней ВЛ».

Пункт 5.3.16.8, таблица 5.3.24, заголовок первой графы изложить в новой редакции: «Длина пролета ВЛ, м».

Пункт 5.3.17.8, добавить перечисление 7):

«7) на ЛС и ЛПВ при применении для прокладки волоконно-оптического кабеля без элементов металла защита их от ударов молний, от опасного электромагнитного влияния ВЛ и электрифицированных железных дорог не требуется».

Пункт 5.3.19.1, абзац первый, первое и второе перечисления изложить в новой редакции:

«– общего пользования и подъездными к промышленным предприятиям (категорий I-а, I-б, I-в, II-V по ТКП 45-3.03-19;

– внутрихозяйственными в сельскохозяйственных предприятиях (категорий VI-а и VI-б по ТКП 45-3.03-96».

Пункт 5.3.19.1, второй абзац изложить в новой редакции:

«Пересечение и сближение ВЛ с республиканскими дорогами общего пользования должны также соответствовать требованиям правил установления и использования придорожных полос республиканских автомобильных дорог общего пользования».

Пункт 5.3.19.2, первый абзац изложить в новой редакции:

«**5.3.19.2** При пересечении автомобильных дорог категорий I-а, I-б и I-в опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерного типа нормальной конструкции».

Пункт 5.3.19.2, первое предложение четвертого абзаца изложить в новой редакции:

«Допускается в пролете пересечения дорог категорий I-а, I-б и I-в, ограниченном анкерными опорами, установка промежуточных опор за пределами водопропускной канавы у подошвы дорожного полотна с учетом требований 5.3.19.7».

Пункт 5.3.19.2, пятый и шестой абзацы изложить в новой редакции:

«При пересечении автомобильных дорог категорий II–V, VI-a и VI-б опоры, ограничивающие пролет пересечения, могут быть анкерного типа облегченной конструкции или промежуточными.

На промежуточных опорах с поддерживающими гирляндами изоляторов провода должны быть подвешены в глухих зажимах, на опорах со штыревыми изоляторами должно применяться двойное крепление проводов на ВЛ и усиленное крепление на ВЛП».

Таблицу 5.3.35 изложить в новой редакции:

«Таблица 5.3.35 – Наименьшие расстояния при пересечении и сближении ВЛ с автомобильными дорогами

Пересечение, сближение или параллельное следование	Наименьшие расстояния, м, при напряжении ВЛ, кВ					
	До 1	Св. 1 до 10	35–110	220	330	750
Расстояние по вертикали:						
а) от провода до покрытия проезжей части дорог всех категорий	6	7	7	8	8,5	16
б) то же, при обрыве провода в смежном пролете	5,5	5,5	5,5	5,5	6	–
Расстояние по горизонтали:						
1. При пересечении дорог всех категорий:						
а) от основания или любой части опоры до бровки земляного полотна дороги	Высота опоры					
б) в стесненных условиях от основания или любой части опоры до подошвы насыпи или до наружной бровки кювета дорог категорий I-a, I-б, I-в и II	5	5	5	5	10	15
в) то же, до дороги категорий III–V	2,0	2,0	2,5	2,5	5	15
2. При пересечении дорог категорий VI-a и VI-б:						
а) от основания или любой части опоры до бровки земляного полотна дороги	Высота опоры					
б) в стесненных условиях от основания или любой части опоры до подошвы насыпи, наружной бровки, выемки или боковой водоотводящей канавы	1,5	1,5	2,5	2,5	5	15
3. При параллельном следовании с дорогами всех категорий:						
а) от основания или любой части опоры до бровки земляного полотна дороги	Высота опоры плюс 5 м					
б) от крайнего неотклоненного провода до бровки земляного полотна	10	10	15	15	20*	40*
в) то же, в стесненных условиях	2	2	4	6	8	15

\* С учетом предельно допустимых уровней напряженности электрического поля.

Пункт 5.3.19.6 изложить в новой редакции:

«5.3.19.6 При сближении ВЛ или пересечении ВЛ зеленых насаждений, расположенных вдоль автомобильных дорог, следует руководствоваться 5.3.14.2».

Пункт 5.3.19.7 изложить в новой редакции:

«5.3.19.7 Для предотвращения наездов транспортных средств на опоры ВЛ, расположенные на расстоянии менее 4 м от кромки проезжей части, должны применяться дорожные ограждения по СТБ 1300».

Сноску <sup>1)</sup> к пункту 5.3.19.7 исключить.

Таблица 5.3.39, в графе «Пересечение, сближение или параллельное следование» в третьей строке слова «компрессорных (КС) и газораспределительных (ГРС) станций и (при отсутствии продувочных свечей:» заменить словами «компрессорных (КС), газораспределительных станций (ГРС) и газораспределительных пунктов (ГРП):».

Таблица 5.3.40, в графе «Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, до 10 кВ» установить значение «5» для второго перечисления.

Пункт 6.2.2.1 дополнить первым абзацем:

«6.2.2.1 В распределительных устройствах трансформаторных подстанций при применении стальных порталов и опор, а также стальных деталей для железобетонных стоек порталов и опор под оборудование, в качестве защиты от коррозии металла, следует применять технологии горячего оцинкования».

Пункт 6.2.2.1, последнее перечисление изложить в новой редакции: «– выключатель (выключатель-разъединитель) или привод должен иметь хорошо видимый и надежно работающий указатель положения («включено», «отключено»). Применение сигнальных ламп в качестве единственных указателей положения выключателя не допускается. Если выключатель не имеет открытых контактов и его привод отделен стеной от выключателя, то указатель должен быть и на выключателе, и на приводе».

Пункт 6.2.2.5, добавить абзац (после второго):

«Допускается установка выключателей (выключателей-разъединителей) 35–330 кВ без аппаратов, создающих видимый разрыв (без разъединителей). Для создания видимого разрыва должна быть предусмотрена возможность отсоединения шлейфов ошиновки со стороны возможной подачи напряжения. В конструкции выключателя-разъединителя должно быть предусмотрено наличие надежного механического указателя гарантированного положения контактов».

Пункт 6.2.2.11 изложить в новой редакции:

«6.2.2.11 Распределительные устройства 3 кВ и выше должны быть оборудованы оперативной блокировкой от неправильных действий при переключениях в электрических установках (далее – оперативной блокировкой), предназначенной для предотвращения неправильных действий с разъединителями, заземляющими ножами <sup>1)</sup>, отделителями, короткозамыкателями и выключателями-разъединителями.

Оперативная блокировка должна исключать:

– подачу напряжения разъединителем или выключателем-разъединителем на участок электрической схемы, заземленной включенным заземлителем, а также на участок электрической схемы, отделенной от включенных заземлителей только выключателем;

– включение заземлителя на участке схемы, не отделенном разъединителем (или выключателем-разъединителем) от других участков, которые могут быть как под напряжением, так и без напряжения;

– отключение и включение разъединителями токов нагрузки.

Оперативная блокировка должна обеспечивать в схеме с последовательным соединением разъединителя с отделителем включение ненагруженного трансформатора разъединителем, а отключение – отделителем.

На заземлителях линейных разъединителей со стороны линии допускается иметь только механическую блокировку с приводом разъединителя.

На заземлителях, установленных на выключателях-разъединителях со стороны линии, допускается иметь только механическую блокировку с положением главных контактов выключателей-разъединителей.

Приводы разъединителей, приводы выключателей-разъединителей, приводы заземляющих ножей сборных шин, доступные для посторонних лиц, а также для исключения ошибочных действий, должны иметь приспособления для запирающих их замками в отключенном и включенном положениях».

Пункт 6.2.2.12 изложить в новой редакции:

«**6.2.2.12** Распределительные устройства и ПС должны быть оборудованы стационарными заземлителями, обеспечивающими в соответствии с требованиями безопасности заземление аппаратов и ошиновки. В РУ 3 кВ и выше стационарные заземлители должны быть размещены так, чтобы были не нужны переносные заземления и чтобы персонал, работающий на токоведущих частях любых участков присоединений и сборных шин, был защищен заземлителями со всех сторон, откуда может быть подано напряжение.

На случай отключения в процессе ремонта разъединителя (или выключателя-разъединителя) с заземлителями или только заземлителя этого разъединителя (или выключателя-разъединителя) должны быть предусмотрены другие стационарные заземлители на данном участке схемы, расположенные со стороны возможной подачи напряжения. Последнее требование не относится к заземлителям со стороны линейных разъединителей или к заземлителям, установленным на выключателях-разъединителях в сторону ВЛ (при отсутствии обходной системы шин или ремонтной перемычки со стороны ВЛ), а также к заземлителям в цепи секционной связи КРУ.

На заземлителях линейных разъединителей и выключателей-разъединителей со стороны линии следует, как правило, иметь привод с дистанционным управлением для исключения травмирования персонала при ошибочном включении их и наличии на линии напряжения; в ячейках КРУЭ и у выключателей-разъединителей эти заземлители, кроме того, рекомендуется иметь быстродействующими.

Каждая секция (система) сборных шин РУ 35 кВ и выше должна иметь, как правило, два комплекта заземлителей. При наличии трансформаторов напряжения заземления сборных шин следует осуществлять, как правило, заземлителями разъединителей трансформаторов напряжения.

Применение переносных защитных заземлений предусматривается в следующих случаях:

– при работе на линейных разъединителях или выключателях-разъединителях и на оборудовании, – расположенном со стороны ВЛ до линейного разъединителя или выключателя-разъединителя;

– на участках схемы, где заземлители установлены отдельно от разъединителей, выключателей-разъединителей на время ремонта заземлителей;

– для защиты от наведенного напряжения.

Заземляющие ножи должны быть окрашены в черный цвет. Рукоятки приводов заземляющих ножей должны быть окрашены в красный цвет, а рукоятки других приводов – в цвета оборудования. В местах, в которых стационарные заземляющие ножи не могут быть применены, на токоведущих и заземляющих шинах должны быть подготовлены контактные поверхности для присоединения переносных заземляющих проводников».

Пункт 6.2.2.26 изложить в новой редакции:

«**6.2.2.26** Территория ПС напряжением 35 кВ и выше должна быть ограждена внешним забором высотой не менее 2,2 м. Ограждение следует выполнять сплошным, а на ПС, расположенных в городах, вблизи взрывопожароопасных объектов, в лесах и прилегающих к ним территориях, на полях сельхозугодий глухим (железобетонные панели, профилированные металлические листы). Вставки допускается выполнять из «бессер блоков» или кирпича.

Ворота и калитки подстанции должны быть выполнены в соответствии с ограждением (сплошными металлическими или глухими) и закрываться на внутренних замках».

Пункт 6.2.2.27, первый абзац изложить в новой редакции:

«**6.2.2.27** На территории ПС напряжением свыше 110 кВ рекомендуется ограждать открытые РУ и силовые трансформаторы внутренним сетчатым забором высотой 1,6 м (6.2.3.14)».

Пункт 6.2.2.29 изложить в новой редакции:

«**6.2.2.29** Расстояния от электрооборудования до взрывоопасных зон и помещений следует принимать согласно главе 7.3 [2]».

Подраздел 6.2.2 дополнить пунктами 6.2.2.30–6.2.2.31:

«**6.2.2.30** На ПС применяются постоянный и переменный оперативный ток. При этом, на всех новых и/или реконструируемых ПС напряжением 110 кВ должна применяться система оперативного постоянного тока (ОПТ, СОПТ) напряжением 220 В. Другие величины напряжений или другие виды оперативного тока (выпрямленный, переменный) на таких подстанциях допускаются только при специальном обосновании. На ПС напряжением 220 кВ и выше применение выпрямленного или переменного оперативного тока запрещается».

«**6.2.2.31** Рекомендуемый состав каждого комплекта СОПТ (системы ОПТ):

– АБ – две малообслуживаемые свинцово-кислотные АБ с жидким электролитом для ПС 220–750 кВ и ПС 110 кВ с более чем двумя выключателями в РУ высшего напряжения, а также питающих потребителей первой или особой категории обязательно, для остальных ПС 110–35 кВ – одна малообслуживаемая или две герметичные свинцово-кислотные АБ;

– щит постоянного тока (ЩПТ) – один на каждую АБ;

– зарядное устройство (ЗУ) – два на каждую АБ (при отсутствии возможности установки 4 ЗУ на две АБ), допускается определять количество ЗУ как  $X_{ЗУ} = N_{АБ} + 1$ , где  $N_{АБ}$  – количество АБ, а «+1» – резервное зарядное устройство, мощность которого должна быть выбрана с учетом нагрузки потребителей всех секций СОПТ, а также компенсации саморазряда первой и ускоренного заряда второй АБ;

– шкафы управления оперативным током (ШУОТ) – по согласованию заказчика допускать применение только для упрощенной СОПТ (ШУОТ + герметичные АБ) на ПС 35–110 кВ с менее чем двумя выключателями в РУ высшего напряжения;

– кабельная распределительная сеть;

– отключающие аппараты защиты от сверхтоков (коротких замыканий и перегрузок);

– устройства защиты от перенапряжений;

– коммутационные аппараты;

– устройства мониторинга СОПТ;

– устройство контроля изоляции полюсов сети относительно земли;

– система автоматизированного поиска мест повреждения изоляции полюсов сети относительно земли (поиск «земли»);

– устройства регистрации аварийных процессов и событий СОПТ в составе АСУТП;

– средства выдачи сигнала обобщенной неисправности в АСУТП».

Подраздел 6.2.2 дополнить пунктом 6.2.2.32:

«**6.2.2.32** Здания управления и распределительных устройств ПС 35–110 кВ рекомендуется выполнять модульной конструкции, состоящей из быстросочленяемых блоков максимальной заводской готовности, устанавливаемых на заранее подготовленном фундаменте. В комплект поставки может входить лестница.

В модуле изготовителем должны быть предусмотрены:

- силовой щиток напряжением 380 В (питание систем освещения, отопления, вентиляции, кондиционирования);
- щиток аварийного освещения;
- система рабочего освещения (напряжение сети в нормальном режиме 380 В/220 В (фаза-ноль);
- система аварийного освещения (напряжение сети в нормальном режиме 380 В/220 В (фаза-ноль), в аварийном режиме 220 В – автоматическое переключение питания системы аварийного освещения на БАО щита постоянного тока 220 В);
- розеточная сеть 220 В;
- сеть ремонтного освещения 220 В/12 В (ящик с понижающим трансформатором);
- система отопления (напряжение сети 380 В/220 В (фаза-ноль);
- система вентиляции (напряжение сети 380 В);
- система кондиционирования (напряжение сети 380 В/220 В (фаза-ноль);
- охранная сигнализация;
- пожарная сигнализация;
- закладные металлоконструкции в полу для установки панелей (шкафов), в том числе и в резервных местах (количество, размеры и привязка осей закладных металлоконструкций будут уточнены после проведения тендера на панели (шкафы);
- металлические кабельные каналы указанных размеров подпольного исполнения для разводки контрольных и силовых кабелей в соответствии с планом;
- трубы указанных размеров в дне кабельных каналов с последующей герметизацией для вывода силовых и контрольных кабелей в кабельные лотки на ОПУ в соответствии с планом;
- кабельные стойки с консолями вдоль стен кабельных каналов для прокладки силовых и контрольных кабелей;
- заземляющее устройство внутри модуля.

Пределы огнестойкости строительных конструкций модулей должны соответствовать требованиям ТКП 45-2.02-142, исходя из принятой степени огнестойкости модуля.

На окнах ОПУ должны быть предусмотрены антивандальные решетки.

Помещения закрытых распределительных устройств выполняются без окон. В случае необходимости в естественном освещении следует применять стеклоблоки. Устройство световых фонарей не допускается.

Пункт 6.2.3.1 после слова «выключателей» дополнить словами «и выключателей-разъединителей».

Пункт 6.2.3.9 после слова «выключателями» дополнить словами «и выключателями-разъединителями».

Пункт 6.2.3.24, абзац первый, первое перечисление изложить в новой редакции:

«– 16 м – при степени огнестойкости этих зданий I–IV;»

Пункт 6.2.3.24, пятый абзац исключить.

Пункт 6.2.5.1 изложить в новой редакции:

**«6.2.5.1** Закрытые распределительные устройства и подстанции могут как располагаться в отдельно стоящих зданиях, так и быть встроенными или пристроенными.

Размещение отдельно стоящих зданий подстанций по отношению к производственным, общественным и жилым зданиям по условиям пожарной безопасности должно соответствовать требованиям ТКП 45-2.02.242 и требованиям, приведенным в подразделе 8.2. Расстояние от трансформаторных подстанций до жилых зданий по условию обеспечения допустимых уровней шума, установленных [18], следует принимать по ТКП 45-2.04-154. Должны быть соблюдены условия, при которых обеспечивается защита населения от вредного воздействия электрических и магнитных полей, установленных в [10].

Пристройка ПС к существующему зданию с использованием стены здания в качестве стены ПС допускается при условии принятия специальных мер, предотвращающих нарушение гидроизоляции стыка, при осадке

пристраиваемой ПС. Указанная осадка должна быть также учтена при креплении оборудования на существующей стене здания».

Пункт 6.2.5.4, третий абзац изложить в новой редакции:  
«Помещения РУ, трансформаторов, преобразователей и т.п. должны быть отделены от служебных и других вспомогательных помещений (исключения см. в [2] (главы 4.3, 5.1, 7.5)).»

Пункт 6.2.5.14, восьмой абзац изложить в новой редакции:  
«Прокладку кабельных линий к установленному оборудованию в ЗРУ рекомендуется осуществлять через кабельные подполья или кабельные каналы. Элементы перекрытия кабельного подполья, канала и люк (люки) в перекрытии кабельного подполья, канала должны иметь предел огнестойкости и класс пожарной опасности, соответствующие степени огнестойкости здания (сооружения) согласно ТКП 45-2.02-142 и ТКП 45-2.02-92».

Пункт 6.2.5.17, второй абзац изложить в новой редакции:  
«Двери между отсеками одного РУ или между смежными помещениями двух РУ должны открываться в обе стороны, иметь устройство, фиксирующее двери в закрытом положении и не препятствующее их открыванию в обе стороны».

Пункт 6.2.5.25 изложить в новой редакции:  
**«6.2.5.25** Вентиляция помещений трансформаторов и реакторов должна быть приточно-вытяжной и обеспечивать удаление избытков выделяемого тепла при номинальной мощности установленного оборудования. При невозможности удаления избыточного тепла приточно-вытяжной вентиляцией с естественным побуждением предусматривается механическая. Производительность приточно-вытяжных вентиляционных установок и кратности воздухообменов определяются из расчета разности температур входящего в помещение и выходящего из него воздуха не более 15 °С при номинальной нагрузке оборудования и максимальной расчетной температуре наружного воздуха».

В местах с низкими зимними температурами приточные и вытяжные вентиляционные отверстия должны быть снабжены утепленными клапанами, открываемыми извне».

Пункт 6.2.5.27 изложить в новой редакции:  
**«6.2.5.27** Помещения РУ, содержащие оборудование, заполненное маслом или компаундом, должны быть оборудованы аварийной вытяжной вентиляцией, рассчитанной на 5-кратный воздухообмен, включаемой извне и не связанной с другими вентиляционными устройствами.

Для помещений с элегазовым оборудованием, находящихся выше уровня земли, как правило, достаточно естественной вентиляции, обеспечивающей однократный обмен воздуха в течение одного часа. Приточно-вытяжная вентиляция с принудительным побуждением (аварийная) в ЗРУ необходима, если объем элегаза (при давлении в 101,3 кПа) в самом большом отсеке аппаратов превышает 10 % от объема помещения.

Контроль концентрации элегаза в помещении ЗРУ и трансформаторных камерах должен осуществляться с помощью датчиков, устанавливаемых на высоте 10–15 см от уровня пола, не менее чем в двух местах помещения с наиболее вероятным скоплением элегаза.

Помещения, где возможны утечки элегаза, должны быть специально отмечены плакатом, и вход в них ограничен. Курение в помещениях с элегазовым оборудованием запрещено, о чем должны предупреждать соответствующие надписи или знаки».

Пункт 6.2.5.30 изложить в новой редакции:  
**«6.2.5.30** Перекрытия кабельных каналов и двойных полов должны быть выполнены съемными плитами из негорючих материалов вровень с чистым полом помещения. Масса отдельной плиты перекрытия должна быть не более 50 кг».

Пункт 6.2.6.2, первый абзац изложить в новой редакции:  
**«6.2.6.2** Внутрищитовые РУ и ПС с маслонаполненным оборудованием могут размещаться на первом этаже в основных и вспомогательных помещениях, которые согласно противопожарным требованиям отнесены к категории Г или Д, в зданиях I–IV степени огнестойкости как открыто, так и в отдельных помещениях (6.2.6.5 и 6.2.6.6)».

Пункт 6.2.6.5, первое предложение первого перечисления изложить в новой редакции:

«— ПС (в том числе КТП) с масляными трансформаторами и закрытые камеры с масляными трансформаторами разрешается устанавливать только на первом этаже основных и вспомогательных помещений производств, отнесенных к категории Г или Д, в зданиях I–IV степени огнестойкости».

Пункт 6.2.6.5 дополнить абзацем:

«Допускается пристраивать и встраивать ПС, в том числе и КТП с масляными трансформаторами и закрытые камеры с масляными трансформаторами в помещения категории В1–В4 при условии отделения помещения трансформаторной подстанции от производственного помещения противопожарными перегородками и противопожарными перекрытиями в соответствии с требованиями ТКП 45-2.02-92».

Подраздел 6.2.7, название изложить в новой редакции:

«Комплектные, столбовые, матчевые трансформаторные подстанции, сетевые секционирующие пункты и реклоузеры».

Пункт 6.2.7.1, второй абзац, изложить в новой редакции.

«Во всем остальном, что не оговорено в 6.2.7.1–6.2.7.11, следует руководствоваться другими требованиями подраздела 6.2»; абзац первый дополнить словами «и не относится к КТП внутреннего обслуживания».

Пункт 6.2.7.4, слова «и ССП» заменить словами «, ССП и реклоузерах».

Пункт 6.2.7.4, третий абзац изложить в новой редакции:

«При воздушных вводах, пересекающих проезды и места, где возможно движение транспорта, расстояние от низшего провода до земли следует принимать в соответствии с 5.3.15.3, 5.3.15.4».

Пункт 6.2.7.4 дополнить абзацем:

«При установке реклоузеров в ОРУ допускается принимать расстояния по вертикали от поверхности земли до неизолированных токоведущих частей напряжением 10 (6) и 35 кВ в соответствии с размерами Г, указанными в таблице 6.2. Применяемые на реклоузерах несущие конструкции (в том числе железобетонные или металлические стойки) должны быть выбраны и установлены в соответствии с 6.2.2.1».

Пункт 6.2.7.10 изложить в новой редакции:

**6.2.7.10** По условиям пожарной безопасности подстанции (СТП, МТП) с размещением трансформаторов вне оболочки подстанции должны быть расположены на расстояниях:

а) с маслонаполненными трансформаторами:

не менее 3 м – от стен производственных зданий I, II, III степеней огнестойкости;

не менее 5 м – от стен производственных зданий IV и V степеней огнестойкости;

не менее 7,5 м – от стен производственных зданий VI–VIII степеней огнестойкости.

б) с сухими трансформаторами с классами воспламеняемости, F, по [17]: для F1 – на расстоянии 1,5 м до стен производственных зданий; для F0 – расстояние не нормируется.

Если подстанции (СТП, МТП) размещаются с меньшими расстояниями, должны быть предусмотрены специальные огнепреграждающие конструкции, с высотой, определяемой верхней точкой бака (кожуха) трансформатора; и с длиной, не менее ширины (длины) трансформатора, в зависимости от способа его установки.

По условиям пожарной безопасности комплектные подстанции с трансформаторами, установленными внутри оболочки подстанции в металлическом или бетонном исполнении, которые размещаются на фундаменте, должны быть расположены на расстояниях, определяемых по таблице 2 ТКП 45-2.02-242».

Пункт 6.2.8.9 изложить в новой редакции:

**6.2.8.9** При использовании прожекторных мачт, мачт радиосвязи в качестве молниеотводов или порталов с молниеприемниками или присоединенными грозотросами с устройством на них систем освещения

ОРУ, электропроводку к ним следует выполнять кабелями с металлической оболочкой в стальной трубе, металлических коробах или металлорукавах, либо без металлической оболочки в алюминиевой трубе.

Около конструкции с молниеотводом эти кабели должны быть проложены в металлических трубах в земле на протяжении 5–10 м. Трубы должны по концам присоединяться к заземляющему устройству ПС. Конец трубы, удаленный от мачты, присоединяется к вертикальному заземлителю длиной 5 м.

В месте ввода кабелей в здание металлическая оболочка кабелей, броня должны быть соединены с заземляющим устройством ПС, а также должны быть предусмотрены устройства защиты от импульсных перенапряжений уровня I. При горизонтальном эквивалентном сопротивлении земли, равном произведению длины кабеля от конструкции с молниеотводом до здания на удельное сопротивление земли, меньшем  $450 \text{ Ом}\cdot\text{м}^2$  рекомендуется применять УЗИП I уровня с параметром максимального разрядного тока  $I_{\text{макс}} \leq 150 \text{ кА}$ . При горизонтальном эквивалентном сопротивлении земли  $450\text{--}700 \text{ Ом}\cdot\text{м}^2$  рекомендуется применять УЗИП I уровня с параметром максимального разрядного тока  $50 \text{ кА} \leq I_{\text{макс}} \leq 100 \text{ кА}$ . При горизонтальном эквивалентном сопротивлении земли более  $700 \text{ Ом}\cdot\text{м}^2$ , а также при удельном сопротивлении земли более  $350 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  или при удаленности мачты от здания более 15 м применять УЗИП I уровня с параметром максимального разрядного тока  $I_{\text{макс}} \leq 50 \text{ кА}$ .

В месте ввода кабелей на щит собственных нужд должны быть предусмотрены устройства защиты от импульсных перенапряжений уровня II».

Пункт 6.2.8.12, третий абзац, изложить в новой редакции:

«Сопротивления заземляющего устройства опор с разрядниками или ОПН должны быть не более 10 Ом при удельном сопротивлении земли не выше  $1000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  и не более 15 Ом при более высоком удельном сопротивлении. На деревянных опорах заземляющие спуски от этих аппаратов должны быть проложены по двум стойкам или с двух сторон одной стойки».

Пункт 6.2.8.21, шестой абзац, последнее предложение изложить в новой редакции:

«Сопротивление заземления разрядников (ОПН) РТ1 и РТ2 не должны превышать 10 Ом при удельном сопротивлении земли до  $1000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  и 15 Ом при более высоком удельном сопротивлении».

Пункт 6.2.13.1, в первом предложении ссылку «6.2.14.2–6.2.14.33» заменить на ссылку: «6.2.13.2–6.2.13.33»; в абзаце четвертом после слов «до 35 кВ» дополнить «кроме КТП с внутренним обслуживанием и КТП с помещениями для трансформаторов».

Пункт 6.3.1.2 изложить в новой редакции:

**6.3.1.2** Категорию помещений аккумуляторных батарей необходимо определять на основании расчетов, проводимых в соответствии с требованиями ТКП 474».

Пункт 6.3.2.7 изложить в новой редакции:

**6.3.2.7** Аккумуляторные батареи должны эксплуатироваться в режиме постоянного подзаряда. Номинальное напряжение подзаряда должно соответствовать напряжению на элементах аккумуляторной батареи, указанному в заводских инструкциях.

Аккумуляторные установки, в которых применяется режим заряда с напряжением не более 2,3 В на элемент, должны иметь устройство, не допускающее самопроизвольного повышения напряжения более вышеуказанного уровня.

При напряжении заряда малообслуживаемых батарей выше 2,3 В на элемент (для герметизированных выше 2,4 В/эл) в аккумуляторных установках (помещениях) должна автоматически включаться приточно-вытяжная вентиляция с принудительным побуждением, а при отключенной (или остановленной) вентиляционной установке функция постоянного заряда должна блокироваться».

Пункт 6.3.3.3, первый абзац изложить в новой редакции:

**6.3.3.3** Аккумуляторные батареи рекомендуется устанавливать в помещениях с естественным освещением. Стекла окон должны

быть матовые или окрашены белой клеевой краской. Также допускается применение матовых или иных пленок для защиты (рассеивания) от солнечного излучения».

Пункт 6.3.3.3 дополнить абзацем:

«Освещение помещений аккумуляторных батарей выполняется по ТКП 181 (5.11.9)».

Пункт 6.3.3.7 изложить в новой редакции:

«**6.3.3.7** Вход в помещение аккумуляторной батареи должен осуществляться через тамбур по ТКП 45-2.02-279 (5.1.16). Для помещений с необслуживаемыми герметичными (герметизированными) аккумуляторными батареями это требование необязательно».

Пункт 6.3.4.3 дополнить абзацем:

«В вентиляционной установке, устанавливаемой для обслуживания малообслуживаемых аккумуляторов, рекомендуется применение основного и резервного вентилятора (двигателя)».

Пункт 6.3.4.6, исключить последний абзац.

Пункт 6.3.4.6 дополнить абзацами:

«Отопление помещений герметичных батарей допускается выполнять при помощи электронагревательных приборов. Рекомендуется применение данных приборов с автоматическим регулированием температуры. Подключение электронагревателей осуществляется стационарно».

Установка выключателей и розеток в помещении аккумуляторной батареи запрещается».

Подраздел 6.3.4 дополнить пунктом 6.3.4.7:

«**6.3.4.7** На электростанциях, а также подстанциях, оборудованных водопроводом, в помещении кислотной, предназначенной для обслуживания помещений аккумуляторных батарей, должны быть установлены водопроводный кран и раковина. На электростанциях, для периодического обслуживания малообслуживаемых аккумуляторных батарей, рекомендуется подводить к раковине химически обессоленный конденсат турбины (химически обессоленную воду – ХОВ), соответствующий требованиям ГОСТ 6709 на дистиллированную воду. Подвод ХОВ в тамбур должен осуществляться в трубах из нержавеющей стали. Над раковиной должна быть надпись – «Кислоту и электролит не сливать».

Подраздел 7.2.2 дополнить пунктом 7.2.2.8:

«**7.2.2.8** Трехфазные асинхронные электродвигатели напряжением до 1 кВ мощностью от 7,5 до 375 кВт должны соответствовать классу энергоэффективности не ниже IE3, допускается устанавливать электродвигатели класса IE2, при их работе с частотно-регулируемым приводом».

Название раздела 8 изложить в новой редакции:

## «8 Электроустановки жилых и общественных зданий».

Пункт 8.1.2 изложить в новой редакции:

«**8.1.2** Используемые для инженерных систем жилых и общественных зданий электротехнические изделия, на которые распространяется технический регламент ТР ТС 004, должны отвечать требованиям этого технического регламента».

Пункт 8.1.3 изложить в новой редакции:

«**8.1.3** Для защиты внутренних распределительных сетей жилых и общественных зданий от грозовых и коммутационных перенапряжений при воздушном вводе в здание должны устанавливаться ограничители импульсных перенапряжений, при этом ограничители импульсных перенапряжений должны устанавливаться во вводном или вводно-распределительном устройстве здания».

Пункт 8.4.2 изложить в новой редакции:

«**8.4.2** При проектировании и прокладке кабельных линий, размещения распределительных пунктов и распределительной электрической сети необходимо соблюдать следующие требования [10]:

«а) распределительные пункты не должны располагаться в помещениях, граничащих с жилыми помещениями смежных квартир;

б) питающие кабельные линии (линии, прокладываемые от питающих подстанций) не должны располагаться в ограждающих конструкциях жилых помещений жилых зданий».

Пункт 8.4.10, абзац первый, первое перечисление изложить в новой редакции:

«– открытая – изолированными проводами и кабелями, проложенными в стальных трубах или помещенными в другую оболочку, выполненную из негорючего материала и прокладываемую на любой высоте, а также изолированными проводами с защитной оболочкой и кабелями в оболочках из негорючих материалов».

Пункт 8.4.14, третье перечисление изложить в новой редакции:

«– сечение PEN-проводников должно быть не менее сечения N-проводников, но не менее 10 мм<sup>2</sup> по меди и 16 мм<sup>2</sup> – по алюминию независимо от сечения фазных проводников»;».

Пункт 8.5.9, второй абзац изложить в новой редакции

«В помещениях для пребывания детей в детских учреждениях (садах, яслях, школах и т.п.) штепсельные розетки следует устанавливать на высоте 1,8 м от пола (кроме штепсельных розеток, установленных на столах в учебных и лабораторных кабинетах школ при выполнении требований 8.7.4, штепсельных розеток, установленных в компьютерных классах)».

В пункт 8.6.6 добавить новый абзац, изложив его в следующей редакции:

«В многоквартирных жилых домах следует предусматривать установку средств расчетного учета электроэнергии, обеспечивающих раздельный учет:

- электроэнергии, потребляемой на освещение вспомогательных, помещений, согласно [19];
- электроэнергии, потребляемой на работу лифтов;
- электроэнергии, потребляемой на работу водоповысительных установок (насосов)».

Дополнить пункт 8.6.15 предложением следующего содержания: «Для защиты от механических повреждений кабельного ответвления от ВЛ (ВЛИ) до вводного устройства здания, проложенного от выносного щитка в земле, на опорах ВЛ (ВЛИ) может быть применен защитный кожух (металлический уголок 75x75x5)».

В пунктах 8.7.2 и 8.7.3 ссылку «8.4.5» заменить на ссылку: «8.4.6».

Пункт 8.7.17 изложить в новой редакции:

«**8.7.17** Для жилых зданий при выполнении требований 8.7.14 функции УЗО по 8.7.11 и 8.7.16 могут выполняться одним аппаратом с током срабатывания не более 30 мА».

Раздел Библиография:

исключить пункт [1];

пункты [15] и [16] изложить в новой редакции:

«[15]Правила по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением

Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28 января 2016 г. № 7

[16]Лесной кодекс Республики Беларусь от 24 декабря 2015 г. № 332-3»;

дополнить пунктами:

«[10]СанПин от 12.06.2012 № 67 Требования к обеспечению безопасности и безвредности воздействия на население электрических и магнитных полей тока промышленной частоты 50 Гц

[17]ГОСТ Р 54827-2011 (МЭК 60076-11:2004) Трансформаторы сухие. Общие технические условия

[18]СанПин от 16 ноября 2011 г. № 115 Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки

[19]Жилищный кодекс Республики Беларусь от 28 августа 2012 г. № 428-3».

(ИУ ТНПА № 5-2018)

Документ опубликован на Национальном правовом Интернет-портале Республики Беларусь, 09.06.2018, 5/45243  
 Источник получения информации – Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь.  
 Эталонный банк данных правовой информации Республики Беларусь

## ПОСТАНОВЛЕНИЕ СОВЕТА МИНИСТРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

6 июня 2018 г. № 430

# О подготовке к работе в осенне-зимний период 2018/2019 года

В целях обеспечения бесперебойного снабжения топливно-энергетическими ресурсами и подготовки к устойчивой работе в осенне-зимний период 2018/2019 года Совет Министров Республики Беларусь ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Республиканским органам государственного управления и иным государственным организациям, подчиненным Правительству Республики Беларусь, облисполкомам и Минскому горисполкому с учетом результатов функционирования в отопительном сезоне 2017/2018 года источников электрической и тепловой энергии, газовых, электрических и тепловых сетей, объектов социальной сферы, жилищно-коммунального хозяйства, транспорта, организаций до 15 июня 2018 г. разработать и до 1 октября 2018 г. реализовать организационно-технические мероприятия, обеспечивающие устойчивое и надежное топливо- и энергоснабжение потребителей в осенне-зимний период 2018/2019 года.

Рекомендовать образование при обл-, гор- и райисполкомах и в организациях комиссий для координации проведения подготовительных и ремонтных работ, создания необходимых запасов топлива.

### 2. Установить объемы:

выполняемых в 2018 году республиканскими унитарными предприятиями электроэнергетики, входящими в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», и организациями жилищно-коммунального хозяйства работ по замене и строительству тепловых сетей согласно приложениям 1 и 2, предусмотрев использование предварительно изолированных труб в максимально возможных по технико-экономическим показателям объемах. При принятии иного проектного решения необходимо согласование с областными и Минским городским управлениями по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации;

создаваемых к отопительному сезону 2018/2019 года запасов топочного мазута согласно приложению 3;

создаваемых на 1 октября 2018 г. запасов древесного топлива (сырья) для организаций жилищно-коммунального хозяйства согласно приложению 4.

3. Газо- и энергоснабжающим организациям при заключении договоров с потребителями природного газа, электрической и тепловой энергии предусматривать объем отпуска им энергетических ресурсов только на основании утвержденных в установленном порядке норм расхода этих энергоресурсов на производство единицы продукции (работ, услуг) или величин потребления, а также с учетом выполнения потребителями договорных условий оплаты потребленных энергоресурсов.

Организациям Министерства лесного хозяйства при заключении договоров с потребителями древесного топлива (сырья) предусматривать объем отпуска им такого топлива (сырья) только на основании сформированных облисполкомами и Минским горисполкомом балансов древесного топлива (сырья), а также с учетом выполнения потребителями договорных условий оплаты потребленного древесного топлива (сырья).

### 4. Министерству энергетики:

обеспечить в организациях, входящих в систему Министерства энергетики, к началу отопительного сезона 2018/2019 года готовность

электрических станций, тепло- и электрогенерирующих установок и оборудования, газовых, тепловых и электрических сетей к работе в период максимальных нагрузок;

с участием Белорусского государственного концерна по нефти и химии, республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, облисполкомов и Минского горисполкома разработать до 15 сентября 2018 г. варианты топливоснабжения и режимов энергоснабжения потребителей в осенне-зимний период 2018/2019 года в условиях возможного снижения поставок энергоносителей, а также в случаях возникновения аварийных ситуаций и резкого похолодания;

по согласованию с облисполкомами и Минским горисполкомом до 15 сентября 2018 г. утвердить графики ограничения и отключения потребителей электрической и тепловой энергии от электрических и тепловых сетей при возникновении аварийных ситуаций;

ежеквартально за 20 дней до начала квартала утверждать республиканский график ограничения снабжения организаций-регуляторов природным газом и очередности их отключения от системы газоснабжения в случае нарушения технологического режима работы данной системы вследствие аварий и изменения режимов газопотребления;

обеспечить в соответствии с утвержденными газоснабжающими организациями, входящими в состав государственного производственного объединения по топливу и газификации «Белтопгаз», графиками обследование технического состояния газоиспользующего оборудования и внутренних газопроводов жилищного фонда, условий эксплуатации на предмет их соответствия требованиям законодательства в сфере газоснабжения с принятием мер, предусмотренных законодательством;

в целях предотвращения аварий и несчастных случаев обеспечивать отключение газоиспользующего оборудования от газораспределительной системы и газопотребления в случае установления фактов отсутствия актов проверок технического состояния дымовых и вентиляционных каналов, выдаваемых специализированными организациями, либо записей в журналах учета результатов повторной проверки и прочистки дымовых и вентиляционных каналов в жилых и (или) нежилых помещениях для отвода продуктов сгорания от проточных газовых водонагревателей и отопительного газового оборудования с немедленным уведомлением об этом организаций, осуществляющих эксплуатацию жилищного фонда и (или) предоставляющих жилищно-коммунальные услуги, собственников многоквартирных, блокированных жилых домов, принадлежащих гражданам на праве собственности, потребителей газа и (или) их представителей;

при отключении от газоиспользующего оборудования жилых помещений (квартир), в которых проживают пожилые граждане, инвалиды, семьи, воспитывающие детей, информировать местные исполнительные и распорядительные органы.

5. Министерству по чрезвычайным ситуациям провести мероприятия технического (технологического, поверочного) характера по котельным, снабжающим тепловой энергией объекты жилищного фонда, а также объекты социального и культурно-бытового назначения, в части контроля за проведением планового ремонта и режимно-наладочного испытания



котлов, их технического освидетельствования и технического диагностирования, ремонта вспомогательного котельного оборудования, наличия и восстановления работоспособности топливных систем и хозяйств, обеспечивающих работу котельных на резервных видах топлива, наличия необходимого запаса резервных видов топлива в целях надежного обеспечения потребителей тепловой энергией и осуществлять совместно с Министерством энергетики контроль за реализацией мероприятий по оснащению организаций автономными источниками электрической энергии.

Министерству энергетики в рамках мероприятий технического (технологического, поверочного) характера обеспечить проведение до начала отопительного сезона 2018/2019 года обследования электро- и (или) теплоустановок, теплоисточников и потребителей тепловой энергии на предмет их готовности к работе в осенне-зимний период, в том числе имеющих электроприемники первой категории надежности электроснабжения, обратив особое внимание на техническое состояние автономных источников электроснабжения, возможность их подключения к объектам жизнеобеспечения населения, оснащенность и работоспособность устройств автоматического ввода резерва.

При выявлении фактов невыполнения юридическими лицами в установленные сроки мероприятий по подготовке котельных к работе в осенне-зимний период 2018/2019 года материалы обследования не позднее семи дней со дня его проведения направлять республиканским органам государственного управления и иным государственным организациям, подчиненным Правительству Республики Беларусь, в соответствии с принадлежностью обследуемых объектов, облисполкомам и Минскому горисполкому для принятия необходимых мер.

6. Республиканским органам государственного управления и иным государственным организациям, подчиненным Правительству Республики Беларусь, совместно с облисполкомами и Минским горисполкомом:

обеспечить до начала отопительного сезона 2018/2019 года приведение находящихся на балансе юридических лиц кабельных линий электропередачи напряжением 0,4, 6 и 10 кВ (в первую очередь в схемах электроснабжения объектов жизнеобеспечения населения) в соответствие с требованиями нормативных документов;

принять меры по приведению до 20 сентября 2018 г. в рабочее состояние источников электрической энергии и теплогенерирующих установок, в том числе автономных, а также по обеспечению их необходимыми запасами топлива;

принять меры по оснащению объектов жизнеобеспечения населения, социальной сферы, объектов, имеющих электроприемники первой категории надежности электроснабжения, автономными источниками электрической энергии и обеспечению их надлежащего технического состояния, а также оснащению и приведению в работоспособное состояние устройств автоматического ввода резерва;

предусмотреть возможность подключения передвижных электрогенераторных установок к объектам жизнеобеспечения населения и социальной сферы;

завершить до 20 сентября 2018 г. подготовительные работы к осенне-зимнему периоду 2018/2019 года и в установленном порядке обеспечить оформление до 30 сентября 2018 г. актов проверки готовности и паспортов готовности к работе в осенне-зимний период 2018/2019 года организаций – потребителей тепловой энергии и теплоисточников, а также организаций, транспортирующих тепловую энергию;

обеспечить заготовку государственными топливоснабжающими и заготовительными организациями, юридическими лицами, ведущими лесное хозяйство, дров и древесины на корню в первоочередном порядке в полосах леса, прилегающих к просекам воздушных линий электропередачи напряжением 6–750 кВ;

предусматривать при наличии технической возможности приоритетное использование для целей энергообеспечения местных топливно-энергетических ресурсов (торфяные брикеты, древесное топливо и другое).

7. Облисполкомам и Минскому горисполкому:

7.1. в установленном порядке обеспечить:

своевременное финансирование мероприятий по подготовке объектов жилищно-коммунального хозяйства, социального и культурно-бытового назначения к отопительному сезону 2018/2019 года в пределах средств, предусмотренных на эти цели;

финансирование закупки торфяных брикетов, каменного угля и древесного топлива (сырья) организациями, финансируемыми за счет средств местных бюджетов, а также возмещение топливоснабжающим организациям разницы в ценах на топливо, реализуемое населению;

закупку в 2018 году топливоснабжающими организациями, находящимися в коммунальной собственности, торфяных брикетов у организаций, входящих в состав государственного производственного объединения по топливу и газификации «Белтопгаз», в рекомендуемых объемах согласно приложению 5 и их своевременную оплату, не допуская просроченной задолженности;

завершение в 2018 году работ по оптимизации режимов, а также состава основного и вспомогательного оборудования котельных, имеющих повышенный расход топлива и электрической энергии на отпущенную тепловую энергию, согласно приложению 6;

потери тепловой энергии собственного производства в организациях жилищно-коммунального хозяйства по итогам 2018 года по областям и г. Минску на уровне не более 11 процентов;

оказание содействия энергоснабжающим организациям, входящим в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», в ликвидации ими аварий в осенне-зимний период 2018/2019 года на магистральных и распределительных тепловых сетях с привлечением в установленном порядке персонала, транспорта и средств механизации других организаций;

снабжение горячей водой потребителей в районных центрах, городских поселках и сельской местности в межотопительный период от котельных, в которых имеется соответствующее оборудование, исключительно с использованием местных топливно-энергетических ресурсов;

погашение до 1 августа 2018 г. просроченной задолженности за:

отпущенную ведомственными котельными тепловую энергию организациям, финансируемым за счет средств республиканского и местных бюджетов, и для нужд населения;

древесное топливо (сырье), отпущенное организациями Министерства лесного хозяйства организациям жилищно-коммунального хозяйства и топливоснабжающим организациям, находящимися в коммунальной собственности, не допуская в дальнейшем просроченной задолженности;

топливные брикеты, отпущенные организациями, входящими в состав государственного производственного объединения по топливу и газификации «Белтопгаз», топливоснабжающим организациям, находящимися в коммунальной собственности;

7.2. совместно с Министерством жилищно-коммунального хозяйства, другими республиканскими органами государственного управления и иными государственными организациями, подчиненными Правительству Республики Беларусь:

7.2.1. к началу отопительного сезона 2018/2019 года обеспечить:

создание нормативных запасов топлива в котельных, обеспечивающих тепловой энергией объекты жилищного фонда, а также объекты социального и культурно-бытового назначения;

исправность ранее установленных приборов учета тепловой энергии и систем автоматического регулирования отопления и горячего водоснабжения многоквартирных жилых домов (20 квартир и более), находящихся в хозяйственном ведении или оперативном управлении подчиненных организаций;

перенастройку программ систем автоматического регулирования подачи тепловой энергии в зданиях жилищного фонда, прошедших тепловую реабилитацию, а также в целях возможности снижения температуры внутри административных, производственных, общественных зданий в нерабочее время, праздничные и выходные дни для исключения нерационального использования тепловой энергии;

завершение при наличии технической возможности оснащения запорной арматурой мест общего пользования в подъездах многоквартирных жилых домов;

проверку и приведение в надлежащее техническое состояние дымовых и вентиляционных каналов в многоквартирных жилых домах, в которых установлено газоиспользующее оборудование. До выполнения ремонтных работ принять необходимые меры по обеспечению теплоснабжением и горячим водоснабжением жителей, у которых отключено газоиспользующее оборудование;

7.2.2. в ходе отопительного сезона 2018/2019 года обеспечить:

отключение отопления с учетом технической возможности мест общего пользования в подъездах жилых домов (в первую очередь прошедших тепловую реабилитацию) при устойчивой положительной температуре наружного воздуха;

использование резервного фонда групповых приборов учета тепловой энергии для замены вышедших из строя таких приборов;

7.3. совместно с Министерством энергетики, Министерством лесного хозяйства, другими республиканскими органами государственного управления и иными государственными организациями, подчиненными Правительству Республики Беларусь:

до 15 июня 2018 г. определить потребность населения и организаций, финансируемых за счет средств местных бюджетов, в торфяных брикетах, каменном угле и древесном топливе на предстоящий отопительный сезон и принять необходимые меры по ее удовлетворению;

оказывать содействие энергоснабжающим организациям, входящим в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», в ликвидации ими массовых повреждений линий электропередачи при стихийных явлениях с привлечением в установленном порядке персонала, транспорта и средств механизации других организаций;

7.4. совместно с Министерством жилищно-коммунального хозяйства, Министерством энергетики и другими заинтересованными до 1 сентября 2018 г. обеспечить полное укомплектование диспетчерских служб и аварийно-восстановительных бригад необходимой техникой и персоналом для оперативного устранения аварийных ситуаций;

7.5. организовать пункты временного размещения и питания лиц без определенного места жительства в случае наступления экстремально низких температур наружного воздуха.

8. Облсполкомам и Минскому горисполкому, Министерству энергетики, Министерству жилищно-коммунального хозяйства, Министерству транспорта и коммуникаций, Министерству промышленности, Министерству обороны, Министерству сельского хозяйства и продовольствия, Министерству архитектуры и строительства, Министерству по чрезвычайным ситуациям, другим республиканским органам государственного управления и иным государственным организациям, подчиненным Правительству Республики Беларусь, принять исчерпывающие меры по обеспечению в осенне-зимний период 2018/2019 года:

надежной работы источников и систем тепло- и электроснабжения, аварийно-ремонтных служб, оперативного устранения последствий аварий, не допуская нарушения эксплуатации систем энергоснабжения и инженерного обеспечения жилых домов, производственных и административных зданий и сооружений, объектов социальной сферы и жизнеобеспечения населения;

сохранности и пожарной безопасности объектов, возможности подъезда в экстремальных ситуациях к населенным пунктам и источникам противопожарного водоснабжения.

9. Белорусскому государственному концерну по нефти и химии к осенне-зимнему периоду 2018/2019 года организовать производство и создание необходимых запасов зимнего дизельного топлива, поставку его потребителям и на автозаправочные станции общего пользования для обеспечения работы транспортного комплекса.

10. Министерству энергетики, Государственному комитету по стандартизации, Министерству жилищно-коммунального хозяйства во взаимодействии с Министерством информации и Национальной государственной

телерадиокомпанией обеспечить освещение в средствах массовой информации в августе–октябре 2018 г. хода подготовки объектов энергетики, жилищно-коммунального хозяйства, социальной сферы и транспорта к работе в осенне-зимний период 2018/2019 года, а также пропаганду экономного использования топливно-энергетических ресурсов.

11. Министерству по чрезвычайным ситуациям совместно с Министерством информации, другими республиканскими органами государственного управления и иными государственными организациями, подчиненными Правительству Республики Беларусь, облсполкомами и Минским горисполкомом обеспечить на постоянной основе информирование населения о предупреждении чрезвычайных ситуаций и порядке действия граждан при получении сигналов оповещения.

12. Департаменту по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации совместно с областными и Минским городским управлениями по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов названного Департамента осуществить промежуточный контроль за ходом работы по оптимизации режимов, а также состава основного и вспомогательного оборудования котельных, имеющих повышенный расход топлива и электрической энергии на отпущенную тепловую энергию, и о результатах до 25 августа 2018 г. проинформировать Министерство экономики.

13. Министерству жилищно-коммунального хозяйства обеспечить координацию осуществления облсполкомами и Минским горисполкомом работ по проверке и приведению в исправное состояние дымовых и вентиляционных каналов многоквартирных жилых домов, в которых установлено газоиспользующее оборудование с организованным отводом продуктов сгорания, и до 10 октября 2018 г. представить в Совет Министров Республики Беларусь отчет о результатах их выполнения.

14. Облсполкомам и Минскому горисполкому, Министерству энергетики, Министерству транспорта и коммуникаций, Министерству промышленности, Министерству обороны, Министерству архитектуры и строительства, Белорусскому государственному концерну по нефти и химии, Белорусскому государственному концерну по производству и реализации товаров легкой промышленности, Департаменту по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации до 15 января 2019 г. проинформировать Совет Министров Республики Беларусь о выполнении заданий в соответствии с приложениями 1–6 к настоящему постановлению.

15. Руководителям республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, облсполкомам, Минскому горисполкому, организаций под персональную ответственность обеспечить:

своевременную ежемесячную оплату в полном объеме потребленных подчиненными (входящими в состав) организациями природного газа, электрической и тепловой энергии, а также погашение до 30 июня 2018 г. соответствующей задолженности, образовавшейся с начала 2018 года;

до 30 сентября 2018 г. полную готовность объектов к работе в осенне-зимний период 2018/2019 года и выполнение поручений, содержащихся в настоящем постановлении.

16. Республиканским органам государственного управления и иным государственным организациям, подчиненным Правительству Республики Беларусь, облсполкомам и Минскому горисполкому до 24 августа 2018 г. представить в Министерство экономики информацию о ходе выполнения заданий по созданию запасов топлива и реализации мероприятий по подготовке объектов к работе в осенне-зимний период 2018/2019 года, а также о погашении просроченной задолженности за древесное топливо (сырье), торфяные брикеты и тепловую энергию, отпущенные организациями Министерства лесного хозяйства, организациями, входящими в состав государственного производственного объединения по топливу и газификации «Белтопгаз», и ведомственными котельными соответственно.

Министерству экономики обобщить указанную информацию и 11 сентября 2018 г. внести необходимые материалы о готовности республики к работе в предстоящий отопительный сезон в Совет Министров Республики Беларусь.

**Премьер-министр Республики Беларусь**

**А.Кобяков**

Приложение 1  
к постановлению Совета Министров Республики Беларусь 06.06.2018 № 430

## Объемы выполняемых в 2018 году республиканскими унитарными предприятиями электроэнергетики, входящими в состав государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», работ по замене и строительству тепловых сетей

	На 20 сентября 2018 г.	На 1 января 2019 г.
РУП «Брестэнерго»	9,0	18,1
РУП «Витебскэнерго»	16,0	17,7
РУП «Гомельэнерго»	7,4	12,2
РУП «Гродноэнерго»	12,5	17,9
РУП «Минскэнерго»	46,4	64,8
РУП «Могилевэнерго»	8,1	16,5
Итого	99,4	147,2

Приложение 2  
к постановлению Совета Министров  
Республики Беларусь 06.06.2018 № 430

Приложение 3  
к постановлению Совета Министров  
Республики Беларусь 06.06.2018 № 430

## Объемы выполняемых в 2018 году организациями жилищно-коммунального хозяйства работ по замене и строительству тепловых сетей

(километров)

	На 20 сентября 2018 г.	На 1 января 2019 г.
Брестская область	72,0	92,0
Витебская область	58,5	66,3
Гомельская область	102,0	114,0
Гродненская область	85,5	95,0
Минская область	124,0	165,0
Могилевская область	70,0	92,5
г. Минск	45,0	54,0
Итого	557,0	678,8

## Объемы создаваемых к отопительному сезону 2018/2019 года запасов топочного мазута

(тыс. тонн)

	На 1 октября 2018 г.	На 1 января 2019 г.
Минпром	7,2	7,2
Минобороны	0,5	0,5
Минстройархитектуры	0,64	0,35
Минтранс	2,8	2,8
Минэнерго	350,0	175,0
Концерн «Беллесбумпром»	0,4	0,39
Концерн «Белнефтехим»	12,24	12,24
Организации жилищно-коммунального хозяйства – всего	10,51	10,26
в том числе:		
Брестской области	0,2	0,2
Витебской области	3,0	3,0
Гомельской области	1,57	1,57
Гродненской области	–	–
Минской области	1,9	1,65
Могилевской области	0,1	0,1
г. Минска	3,74	3,74

Приложение 4  
к постановлению Совета Министров Республики Беларусь 06.06.2018 № 430

## Объемы создаваемых на 1 октября 2018 г. запасов древесного топлива (сырья) для организаций жилищно-коммунального хозяйства

(тыс. плотных кубических метров)

	На складах в организациях жилищно-коммунального хозяйства	На складах в организациях Минлесхоза
Брестская область	200,0	60,0
Витебская область	400,0	120,0
Гомельская область	315,0	200,0
Гродненская область	296,5	49,0
Минская область	273,0	60,0
Могилевская область	325,0	110,0
г. Минск	0,4	27,0
Итого	1809,9	626,0

Приложение 5  
к постановлению Совета Министров  
Республики Беларусь 06.06.2018 № 430

**Рекомендуемые объемы закупки в 2018 году топливоснабжающими организациями коммунальной формы собственности торфяных брикетов у организаций, входящих в состав государственного производственного объединения по топливу и газификации «Белтопгаз»**

	На 1 января 2019 г.
Брестская область	75,1
Витебская область	75,0
Гомельская область	38,3
Гродненская область	50,8
Минская область	83,2
Могилевская область	43,5
г. Минск	1,0
Итого	366,9

Приложение 6  
к постановлению Совета Министров  
Республики Беларусь 06.06.2018 № 430

**ПЕРЕЧЕНЬ**

**котельных, имеющих повышенный расход топлива и электрической энергии на отпущенную тепловую энергию, в которых в 2018 году запланировано завершение работ по оптимизации режимов, а также состава основного и вспомогательного оборудования**

Наименование котельных и их месторасположение	Принадлежность
Брестская область	
Котельная, дер. Степанки, Жабинковский район	КУМПП ЖКХ «Жабинковское ЖКХ»
Котельная, дер. Залесье, Кобринский район	КУМПП ЖКХ «Кобринское ЖКХ»
Витебская область	
Котельная «Школа-интернат», агрогородок Опса, Браславский район	КУП ЖКХ «Браслав-коммунальник»
Котельная «БПК», г. Верхнедвинск	Верхнедвинское ГРУПП ЖКХ
Котельная «Ковали (школа)», н.п. Ковали, Лиозненский район	УП ЖКХ Лиозненского района
Котельная «Старь», агрогородок Старь, Оршанский район	КУП «Оршателосети»
Гомельская область	
Котельная по ул. Князева, 7, г. Калинковичи	КУП «Коммунальник Калинковичский»
Котельная по ул. Советской, 116, г. Калинковичи	КУП «Коммунальник Калинковичский»
Котельная по ул. Первомайской, 19, г. Калинковичи	КУП «Коммунальник Калинковичский»
Гродненская область	
Котельная, агрогородок Деревная, Слонимский район	Слонимское ГУП ЖКХ
Котельная, г.п. Юратишки (больница), Ивьевский район	Ивьевское РУП ЖКХ
Котельная, дер. Хоросица, Новогрудский район	Новогрудское РУП ЖКХ

Наименование котельных и их месторасположение	Принадлежность
Минская область	
Котельная 3-го Июля, г.п. Радошковичи, Молодечненский район	УП «Коммунальник»
Котельная, дер. Княгинин, Мядельский район	УП «Мядельское ЖКХ»
Котельная, дер. Оношки, Несвижский район	УП «Несвижское ЖКХ»
Котельная СШ, дер. Большая Лысица, Несвижский район	УП «Несвижское ЖКХ»
Котельная, дер. Юцки, Дзержинский район	филиал «Фанипольское ЖКХ» УП «Дзержинское ЖКХ»
Котельная, дер. Боровики, Дзержинский район	филиал «Фанипольское ЖКХ» УП «Дзержинское ЖКХ»
Котельная СШ, дер. Знамя, Слуцкий район	КУП «Слуцкое ЖКХ»
Могилевская область	
Котельная, агрогородок Белая Дуброва, Костюковичский район	УКПП «Костюковичский жилком-мунхоз»
Котельная в районе войсковой части Пашково, г. Могилев	МГКУП теплоэнергетики
Котельная по ул. Советской, г. Чаусы	Чаусское УКП «Жилкомхоз»