

# Энергетическая Стратегия

№6 (78) ноябрь–декабрь 2020

научно-практический журнал

*С Днем энергетика,  
Новым годом  
и Рождеством!*

Читайте в номере

- ✓ План ГОЭЛРО – грандиозный проект XX века стр. 14
- ✓ 100 лет БНТУ. Энергетический факультет:  
от истоков к современности стр. 38
- ✓ К 90-летию Белорусской энергосистемы  
Развитие электросетевой инфраструктуры Беларуси вкладка

ISSN 2310 - 6735



**Энергетическая  
Стратегия**

*Пусть новый,  
2021 год оправдает  
самые светлые ожидания  
и откроет новые возможности!*



научно-практический журнал

**Энергетическая  
Стратегия**

**ПОДПИСКА' 2021**

Оформить подписку можно:



**в любом почтовом  
отделении**

подписной индекс  
**009382**



**в редакции**

по тел./факсу  
**+375 17 286-08-28**  
(многоканальный)



**на сайте**

**[energystategy.by](http://energystategy.by)**



Александр Самохвалов. Плакат. 1924 г.

100 ЛЕТ ПЛАНУ ГОЭЛРО

СТР. 7

ЧИТАЙТЕ



### Учредитель

**МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

### Редакционная коллегия:

|                        |                                                                                                                                             |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Закревский В.А.</b> | к.т.н., заместитель<br>Министра энергетики<br>Республики Беларусь<br>(председатель)                                                         |
| <b>Реентович С.В.</b>  | заместитель<br>Министра энергетики<br>Республики Беларусь                                                                                   |
| <b>Бондарь А.М.</b>    | главный инженер<br>ГП «Белорусская АЭС»                                                                                                     |
| <b>Бородуля В.А.</b>   | член-корр. НАН Беларуси,<br>д.т.н., профессор, заведующий<br>лабораторией Института<br>тепло- и массообмена<br>им. А.В. Лыкова НАН Беларуси |
| <b>Дрозд П.В.</b>      | генеральный директор<br>ГПО «Белэнерго»                                                                                                     |
| <b>Забелло Е.П.</b>    | д.т.н., профессор кафедры<br>«Электрооборудование<br>сельскохозяйственных<br>предприятий» БГАТУ                                             |
| <b>Карницкий Н.Б.</b>  | д.т.н., профессор, заведующий<br>кафедрой «Тепловые<br>электрические станции» БНТУ                                                          |
| <b>Кушнаренок А.И.</b> | генеральный директор<br>ГПО «Белтопгаз»                                                                                                     |
| <b>Лиштвак И.И.</b>    | д.т.н., академик НАН Беларуси,<br>главный научный<br>сотрудник Института<br>природопользования<br>НАН Беларуси                              |
| <b>Майоров В.В.</b>    | генеральный директор<br>ОАО «Газпром трансгаз<br>Беларусь»                                                                                  |
| <b>Малашенко М.П.</b>  | заместитель председателя<br>Госстандарта –<br>директор Департамента<br>по энергоэффективности                                               |
| <b>Русан В.И.</b>      | д.т.н., профессор кафедры<br>практической подготовки<br>студентов БГАТУ                                                                     |
| <b>Рыков А.Н.</b>      | к.т.н., директор<br>РУП «Белнипиэнергопром»                                                                                                 |
| <b>Седнин В.А.</b>     | д.т.н., профессор,<br>заведующий кафедрой<br>«Промышленная<br>теплоэнергетика и<br>теплотехника» БНТУ<br>(заместитель председателя)         |
| <b>Фурсанов М.И.</b>   | д.т.н., профессор, заведующий<br>кафедрой «Электрические<br>системы» БНТУ                                                                   |
| <b>Якубович П.В.</b>   | директор<br>РУП «БЕЛТЭИ»                                                                                                                    |

### НОВОСТИ

|                         |    |
|-------------------------|----|
| ТЭК Беларуси.....       | 7  |
| Мировая энергетика..... | 11 |

### 100 ЛЕТ ПЛАНУ ГОЭЛРО

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| План ГОЭЛРО – грандиозный проект XX века..... | 14 |
|-----------------------------------------------|----|

### ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Седнин В.А., Седнин А.В.</i><br>Реконструкция теплоисточников филиала «Минские тепловые сети»<br>РУП «Минскэнерго»..... | 16 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Бесараб С.В.</i><br>Применение современных технологий размагничивания<br>трубопроводов системы газоснабжения ..... | 23 |
| <i>Изергин Е.Е.</i><br>Умные технологии в действии. Опыт Бельничского района<br>газоснабжения.....                    | 25 |

### ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОГАЗНАДЗОР

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Киселев Н.Н., Чуянов С.В.</i><br>Формирование и деятельность газотехнической инспекции<br>Госэнергогазнадзора по Гомельской области. Первые итоги ..... | 27 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### В БЛОКНОТ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Харитонов В.А.</i><br>УВЭП – эффективная защита сельскохозяйственных животных .....            | 29 |
| <i>Щенников Е.А.</i><br>Замена электропроводки системы TN-C в многоквартирном<br>жилом доме ..... | 31 |
| <i>Могилат Г.А.</i><br>Основные аспекты эксплуатации тепловых сетей потребителей .....            | 32 |

### НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Фурсанов М.И.</i><br>Инновационный анализ технологического расхода электроэнергии<br>в электрических сетях..... | 33 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### СОБЫТИЕ

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Пономаренко Е.Г.</i><br>100 лет БНТУ. Энергетический факультет: от истоков к современности ..... | 38 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Дубовец Д.Л.</i><br>Использование отходов в качестве топлива ..... | 41 |
|-----------------------------------------------------------------------|----|

## Энергетическая безопасность

### Традиционная и ядерная энергетика

### Газоснабжение и торфяная промышленность

### Возобновляемая и малая энергетика

### Энергоэффективность и экология

### Энергетический и газовый надзор

#### Редакция:

|                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| Главный редактор                 | Федосеенко Н.В. |
| Зам. главного редактора          | Гончар О.В.     |
| Выпускающий редактор             | Моисеева Е.Н.   |
| Редактор                         | Лемехова Д.Д.   |
| Компьютерный<br>дизайн и верстка | Яценко О.А.     |
| Реклама                          | Тропашко С.А.   |

#### Уважаемые рекламодатели!

По вопросам размещения рекламы  
обращайтесь по тел.: (+375 17) 286-08-28  
(+375 29) 399-11-04  
(+375 33) 319-11-04

В соответствии с приказом ВАК Республики Беларусь от 20 марта 2015 года № 81 научно-практический журнал Министерства энергетики Республики Беларусь «Энергетическая стратегия» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований.

#### Адрес редакции:

220088, г. Минск, ул. Захарова, 59  
Тел./факс: (+375 17) 286-08-28  
Тел.: (+375 17) 293-46-82  
e-mail: info@energystategy.by  
2934682@mail.ru  
[www.energystategy.by](http://www.energystategy.by)

Цена свободная

Свидетельство о регистрации журнала  
№ 931 от 27.08.2010.

Публикуемые материалы отражают мнение их авторов. Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Перепечатка информации допускается только с разрешения редакции.

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография». 230025, г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4. ЛП № 02330/39 от 25.02.2009. Печать офсетная. Бумага мелованная. Подписано в печать 22.12.2020 г., формат 60х90%, тираж 1530 экз., заказ 5272.

© Информационно-издательский центр  
ОАО «Экономэнерго», 2020

## ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Кишкис Г.И., Тимошенко В.В.

Опыт внедрения компьютерных тренажеров на базе оборудования ТЭЦ ...43

## ОХРАНА ТРУДА

Дробышевская Т.В.

Практика формирования культуры безопасности в РУП «Гомельэнерго» ...46

Поляков В.И.

Изменились требования к эксплуатации огнетушителей .....50

Комментарии к Изменению № 2 ТКП 295-2011

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Лукьянович А.В.

Утверждены технические требования к ВЛ 110 кВ и выше на повышенных опорах.....51

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.04.111-20

Трипутень Ю.И.

Внесены изменения в правила технической эксплуатации оборудования связи и телемеханики .....52

Комментарии к Изменению № 1 стандарта ГПО «Белэнерго» СТП 09110.48.506-13

Национальный фонд ТНПА – энергетике .....53

## ПРАВО

Мальцева Н.М.

Установлены требования к эксплуатации гидротехнических сооружений и устройств для энергетических нужд .....54

Комментарии к Правилам эксплуатации гидротехнических сооружений и устройств для энергетических (гидроэнергетических и теплоэнергетических) нужд

Новости законодательства (ноябрь–декабрь).....56

Перечень статей, опубликованных в 2020 году .....59

Названы победители фотоконкурса, посвященного 90-летию Белорусской энергосистемы .....64

## К 90-летию БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

### Развитие электросетевой инфраструктуры Беларуси

В кратком обзоре развития электросетевой инфраструктуры Беларуси представлены основные этапы и ключевые события электрификации республики, результаты модернизации ряда системообразующих подстанций, роль Белорусской энергосистемы в работе международных энергообъединений, а также значение проекта по строительству системы выдачи мощности БелАЭС для развития системообразующих линий электропередачи.

Читайте во вкладке



## УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, РАБОТНИКИ И ВЕТЕРАНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ!

**От имени Министерства энергетики  
Республики Беларусь и от себя лично  
поздравляю вас с профессиональным  
праздником – Днем энергетика!**

Энергетический комплекс занимает одно из ведущих мест в экономике страны и определяет развитие многих ее отраслей. От его эффективной работы зависит экономическое благополучие государства, качество жизни и комфорт наших граждан.

2020 год был непростым в связи со сложившейся эпидемиологической ситуацией, снижением темпов экономического роста в мире, ослаблением торгово-экономических связей между странами. Однако организации отрасли подошли к его завершению с достойными результатами, успешно справились с главной задачей – обеспечили надежное, бесперебойное энергоснабжение реального сектора экономики и населения.

Уходящий год был ознаменован реализацией крупных инвестиционных проектов, важнейший из которых – строительство Белорусской атомной электростанции. Первый энергоблок БелАЭС, в соответствии с графиком сооружения, в ноябре подключен к объединенной энергосистеме, началась выработка электроэнергии. Для нашей страны событие – историческое. Беларусь вошла в мировой атомный клуб, что стало возможным благодаря профессиональной и слаженной работе большой команды белорусских и российских специалистов. Впереди у нас еще более ответственный этап – ввод первого энергоблока в промышленную эксплуатацию.

Важным результатом работы отрасли стали также проекты по реконструкции узловых распределительных подстанций «Белорусская», «Лида», «Барановичи», «Полоцк», вводу электроджетов на ТЭЦ и крупных котельных, строительству пиково-резервных источников на объектах энергоснабжения

в рамках интеграции БелАЭС в энергосистему страны. Модернизируется и электросетевая инфраструктура: за год построено и реконструировано более 1,6 тыс. км линий электропередачи. Эта работа будет продолжена, что позволит расширить возможности подключения жилого фонда к электроэнергии для нужд отопления и горячего водоснабжения, существенно повысить надежность энергосистемы.

Продолжается развитие газораспределительной системы страны. В 2020 году введено в эксплуатацию около 1 тыс. км газопроводов различных категорий, газифицировано пригородным газом более 15 тыс. квартир.

Большое внимание уделяется внедрению в отрасли современных технологий автоматизации и цифровизации, интеллектуальных систем управления, которые повышают качество энергоснабжения в городах и сельской местности, делают его максимально комфортным для потребителей.

Эффективное развитие энергетики – заслуга каждого, кто трудится в отрасли. Примите слова искренней благодарности за вашу плодотворную работу, преданность делу, самоотдачу и высокий профессионализм. Особое почтение нашим ветеранам, которые своим трудом заложили прочную основу для развития энергетического комплекса и укрепления энергетической независимости страны, передали свои знания и опыт молодым поколениям.

Желаю всем вам и вашим близким, уважаемые коллеги, крепкого здоровья, счастья, благополучия, оптимизма, новых успехов и достижений в профессиональной деятельности на благо нашей родной Беларуси!

**Министр энергетики Республики Беларусь**

**В.М.Каранкевич**

# ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ, УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ВETERАНЫ БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ!

**Государственное производственное  
объединение электроэнергетики «Белэнерго»  
сердечно поздравляет вас с Днем энергетика!**



В нынешнем году наш профессиональный праздник совпадает со знаменательной датой – 100-летием принятия плана ГОЭЛРО. Принцип опережающих темпов развития электроэнергетики, заложенный планом, позволил ей стать базовой отраслью экономики. Сегодня энергетика стоит в ряду глобальных факторов устойчивого развития человечества. Являясь движущей силой мощных производств, она входит в каждый дом, питая его теплом и светом.

Вся грандиозная мощь большой энергетики создана человеком и для человека. Именно люди определяют в энергетике пространство и время, меняя масштабы задач и этапы исторического развития. И за этой сегодняшней мощью, за строгими линиями проектов и сухими цифрами отчетов стоит все тот же человеческий фактор: неугасимое желание сегодня творить энергию будущего и умение в любых условиях брать на себя ответственность за сложнейшие решения.

Опираясь на мудрость и опыт прошлых поколений энергетиков, мы свято чтим свои профессиональные традиции, заложенные ветеранами отрасли. Сегодня мы адресуем им особые слова признательности за самоотверженный многолетний труд.

Уходящий год был для всех нас временем испытаний. Могу с уверенностью сказать, что энергетики прошли очередной экзамен на прочность. Сегодня трудовую вахту на предприятиях энергетической отрасли несут тысячи сотрудников: электромонтеров, техников, инженеров, диспетчеров, управленцев. Каждый на своем месте выполняет сложную, важную и очень нужную работу, и только сообща нам удается реализовывать нашу стратегическую миссию – нести энергию нашим потребителям.

Прошедший период был насыщен событиями, которым суждено определить судьбу национальной энергетики на дальнюю перспективу.

Отечественная энергетика вышла на новый уровень. Электроэнергия от первого энергоблока Белорусской АЭС поступила в сеть. Для этого мы проделали колоссальную по масштабам объем работ. Руками энергетиков в стране построены и отремонтированы сотни километров ЛЭП, реализуются мероприятия по режимной интеграции атомной станции, на многих объектах введены в эксплуатацию электрокотлы, начато строительство пиково-резервных энергоисточников, продолжается процесс цифровизации и внедрения современных технологий.

Следующий год – юбилейный. Белорусская энергосистема преодолевает 90-летний рубеж, и это предъявляет особые требования к нашей работе. Ведь мы несем ответственность перед ветеранами, которые задали нам высочайшую планку добросовестного и бескомпромиссного отношения к делу.

Уважаемые коллеги-энергетики, благодарю вас за труд, за проявленную стойкость и выдержку. Ваш профессионализм, знания и опыт служат залогом того, что энергообъекты, которые мы строим и эксплуатируем, будут служить долгие годы на благо страны.

Пусть наступающий год будет удачным не только для энергетики, но и для каждого из вас. Пусть будет меньше поводов для беспокойства и больше – для гордости. Желаю всему коллективу крепкого здоровья и благополучия, берегите себя!

**Генеральный директор ГПО «Белэнерго»**

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of a large loop followed by a few strokes.

**П.В.Дрозд**

# УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, РАБОТНИКИ И ВЕТЕРАНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ!

**От имени государственного  
производственного объединения по топливу  
и газификации «Белтопгаз» и от себя лично  
поздравляю вас с профессиональным  
праздником – Днем энергетика!**



Энергетический комплекс Республики Беларусь обеспечивает экономическую безопасность нашей страны, благополучие и комфорт белорусских граждан. Существенный вклад в обеспечение его стабильной работы вносит 20-тысячный коллектив ГПО «Белтопгаз», главная задача которого – бесперебойное и надежное снабжение потребителей природным и сжиженным газом, торфяным топливом.

Беларусь является крупнейшим потребителем природного газа среди стран СНГ. Доля этого энергоресурса в топливно-энергетическом балансе республики составляет 95 %, а годовые объемы его потребления варьируются в пределах 18–19 млрд м<sup>3</sup>. На голубом топливе работают генерирующие мощности ГПО «Белэнерго» и значительная часть блок-станций. В 2020 году газоснабжающие организации объединения поставили на внутренний рынок более 12,5 млрд м<sup>3</sup> природного и свыше 40,4 тыс. т сжиженного газа, что позволило в полном объеме обеспечить потребности народного хозяйства и населения.

Современная газораспределительная система протяженностью около 63,8 тыс. км обеспечивает подачу природного газа во все города и районные центры страны. Потребителями природного газа являются около 2,7 тыс. промышленных и порядка 7,2 тыс. коммунально-бытовых предприятий.

Значимый вклад в диверсификацию топливно-энергетических ресурсов и укрепление энергетической безопасности республики вносят предприятия торфяной промышленности. В топливно-энергетическом балансе страны торф составляет

3 %, в структуре местных видов топлива – 15 %. Ежегодно организации объединения добывают около 2 млн т торфа, производят порядка 1 млн т торфяной продукции. С использованием топливного торфа работают такие энергоисточники Белорусской энергосистемы, как Бобруйская ТЭЦ-1, Белорусская ГРЭС, Жодинская, Пружанская, Лунинецкая ТЭЦ, мини-ТЭЦ «Барань», Речицкая и Осиповичская мини-ТЭЦ, а также ряд котельных жилищно-коммунального хозяйства Гродненской, Витебской и Минской областей.

В перспективе – увеличение использования топливного торфа в цементной отрасли и на энергоисточниках организаций жилищно-коммунального хозяйства. В частности, на теплоисточниках ЖКХ Минской области намечено строительство котельных на фрезерном торфе общей мощностью 98,5 МВт.

Сегодня энергетическая отрасль сохраняет позитивную динамику развития. Высокие показатели, достигнутые по всем направлениям деятельности, – результат сплоченной работы команды профессионалов, рациональной организации труда, управленческого таланта руководства и колоссального опыта всего коллектива.

По случаю профессионального праздника позвольте пожелать всем организациям отрасли дальнейшего процветания, стабильности, новых достижений и значимых проектов.

Дорогие друзья! В канун Нового года и Рождества Христова желаю всем работникам и ветеранам отрасли крепкого здоровья, мира, добра и благополучия!

**Генеральный директор ГПО «Белтопгаз»**

**А.И.Кушнаренко**



# ТЭК БЕЛАРУСИ

## Завершен этап энергетического пуска первого энергоблока БелАЭС

Все технические мероприятия, предусмотренные этапом энергетического пуска, выполнены. Проведено 246 испытаний, в том числе испытания режима сброса нагрузки турбогенератора первого энергоблока с 500 МВт до нуля. 21 декабря турбогенератор вновь подключен к энергосистеме с последующим набором мощности до 500 МВт.

Необходимые документы для получения разрешения на следующий этап – опытно-промышленной эксплуатации первого энергоблока – переданы в Госатомнадзор.

После завершения этапа опытно-промышленной эксплуатации будет проведено комплексное опробование энергоблока в течение 15 суток на номинальной мощности. Затем первый энергоблок БелАЭС в установленном порядке будет принят приемочной комиссией в эксплуатацию.

Указом Президента Республики Беларусь № 447 от 30 ноября 2020 года установлено, что ввод в эксплуатацию БелАЭС осуществляется согласно соответствующим программам, утвержденным ее оператором – РУП «Белорусская атомная электростанция». В документе также закреплены сроки ввода первого энергоблока – в 2021 году, БелАЭС – в первом полугодии 2022 года.

Совету Министров поручено определить порядок приемки в эксплуатацию пусковых комплексов блоков АЭС и перечень госорганов и иных организаций, выдающих заключения при приемке этих пусковых комплексов.

В соответствии с Указом Совет Министров будет назначать приемочные комиссии не менее чем за 40 дней до запланированной даты ввода в эксплуатацию каждого блока и утверждать акты приемки пусковых комплексов блоков АЭС, законченных строительством.

## Страны ЕАЭС приняли решение о переходе ко второму этапу формирования общего рынка газа



11 декабря в режиме видеоконференции состоялось заседание Высшего Евразийского экономического совета. Главы государств ЕАЭС утвердили Стратегические направления развития евразийской экономической интеграции до 2025 года. Реализация стратегии позволит обеспечить опережающее развитие экономик стран Союза за счет роста инвестиционной и инновационной активности, формирования гибких механизмов содействия росту и занятости.

Планируется в ближайшее время завершить мероприятия первого этапа формирования общего рынка газа ЕАЭС. В частности, необходимо разработать и согласовать единые правила доступа к газотранспортным системам, расположенным на территориях государств-членов, утвердить согласованный уполномоченными органами стран Союза порядок осуществления биржевых торгов газом, обеспечить доступность и полноту раскрытия информации о свободных мощностях газотранспортных систем.

Принято решение о переходе ко второму этапу формирования общего газового рынка Союза. В рамках этого этапа предполагается создать инфраструктурную, тех-

нологическую и правовую основу для формирования общего рынка газа, определить принципы его функционирования и регулирования. Прежде всего необходимо подготовить проект Международного договора по формированию общего рынка газа ЕАЭС, который должен быть разработан в 2021 году. Евразийской экономической комиссии предстоит совместно со сторонами про-

работать вопрос цено- и тарифообразования на услуги по транспортировке газа на общем рынке.

В ходе заседания была также утверждена дорожная карта по гармонизации законодательства стран ЕАЭС в нефтяной сфере. Документ определяет основные направления гармонизации, а также включает мероприятия, касающиеся ежегодного анализа информации о нормативных правовых актах, принимаемых в странах Союза, взаимного информирования о проводимой работе по их гармонизации, а также анализа изменений национального законодательства государств-членов в нефтяной сфере на соответствие принципам формирования общих рынков нефти и нефтепродуктов ЕАЭС.

Гармонизация законодательства направлена на обеспечение рыночных механизмов торговли нефтью и нефтепродуктами на общих рынках Союза, создание для участников благоприятных условий для привлечения инвестиций в сферы добычи, транспортировки, поставки, переработки и сбыта нефти и нефтепродуктов.

Согласно Договору о ЕАЭС общие рынки газа и нефти должны быть сформированы не позднее 2025 года.

## Обсуждены актуальные вопросы взаимодействия энергосистем БРЭЛЛ

11 ноября в режиме видеоконференции состоялось 39-е заседание Комитета энергосистем БРЭЛЛ (Беларусь – Россия – Эстония – Латвия – Литва), в ходе которого был рассмотрен ряд важных вопросов межсистемного взаимодействия.

С учетом отказа оператора ЭС Литвы (Litgrid AB) от дальнейшего участия в работе Электрического кольца БРЭЛЛ была разработана новая редакция Соглашения о поддержании и использовании нормативного аварийного резерва мощности в ЭК БРЭЛЛ.

В связи с вводом в работу энергоблока № 1 Белорусской АЭС были утверждены величины максимально допустимых перетоков активной мощности (МДП) в межгосударственных контролируемых сечениях ЭК БРЭЛЛ и актуализированы инструкции по режимам параллельной работы энергосистем БРЭЛЛ. Величина МДП в сечении Беларусь – Россия будет зависеть от оперативного состояния и нагрузки энергоблока № 1 БелАЭС.

Участники заседания рассмотрели итоги натурных испытаний работы энергосистемы Калининградской области в изолированном режиме, вопросы актуализации Списков телеизмерений и телесигналов, которыми обмениваются



операторы энергосистем БРЭЛЛ, и Перечня распределения объектов диспетчеризации энергосистем БРЭЛЛ по способу диспетчерского управления с учетом проводимых реконструкций сети 330 кВ, включения новых ВЛ 110 кВ и 330 кВ в энергосистемах БРЭЛЛ, ввода в работу энергоблока № 1 БелАЭС и др.

## Завершилась реконструкция системы теплоснабжения Лукомльской ГРЭС

В Витебской энергосистеме завершена реконструкция системы теплоснабжения Лукомльской ГРЭС. Акт ввода объекта в эксплуатацию подписан 3 декабря после успешного прохождения комплексного опробования оборудования котельной. В соответствии с проектом на ЛГРЭС установлен дополнительный теплоисточник с газомазутными паровыми котлами, а также два водогрейных электродкотла мощностью 40 МВт каждый.

Проект «Реконструкция системы теплоснабжения Лукомльской ГРЭС» реализовывался в соответствии с ком-

плексом мероприятий по интеграции Белорусской АЭС в объединенную энергетическую систему Республики Беларусь. Разработку архитектурного и строительного проекта выполняло РУП «Белнипиэнергопром», генеральным подрядчиком выступило РУП «Белэнергострой» – управляющая компания холдинга».

Реализация проекта направлена на решение задач интеграции БелАЭС в энергосистему страны и обеспечение надежной эксплуатации оборудования Лукомльской ГРЭС.

## Утвержден национальный эталон единицы объемного расхода газа

В Беларуси утвержден национальный эталон единицы объемного расхода газа (воздуха). Новый эталон обеспечит метрологический контроль средств измерений объемного расхода газовоздушных сред, в первую очередь природного газа, и единство измерений объемного расхода газовоздушных сред на территории Республики Беларусь в соответствии с требованиями международных нормативных документов.

Утверждение национального эталона создаст условия для повышения точности измерений в газовой отрасли, эффективного метрологического контроля при расчетных операциях между газоснабжающими организациями и потребителями и будет способствовать повышению качества и конкурентоспособности отечественной продукции.

Новый эталон будет востребован предприятиями нефтегазовой промышленности, энергетики, металлургии, жи-





лищно-коммунального хозяйства, стройиндустрии и других отраслей экономики.

### На ТЭЦ-5 начато строительство новых пиково-резервных мощностей

В филиале «ТЭЦ-5» РУП «Минскэнерго» начата реализация масштабного проекта по созданию пиково-резервных энергетических источников (ПРЭИ) на базе газотурбинных установок Siemens SGT-800.



Строительство осуществляется в рамках реализации проекта по интеграции Белорусской АЭС в энергосистему страны. Назначение ПРЭИ – сглаживание пиков потребления электроэнергии, а также бесперебойное электроснабжение потребителей в случае аварийного отключения других энергоисточников. Резервные источники выполнены на базе быстродействующих газотурбинных установок, которые могут выдать номинальную мощность в сеть через 15 минут после «холодного» старта.

На сегодняшний день начата реализация первой очереди проекта. Всего планируется построить шесть газотурбинных установок суммарной мощностью 300 МВт.

### Новые проекты по использованию фрезерного торфа реализуют в Беларуси

Новые проекты по использованию фрезерного торфа на котельных жилищно-коммунального хозяйства будут реализованы в Беларуси. Об этом Министр энергетики В.М. Каранкевич рассказал на встрече с трудовым коллективом



ОАО «ТБЗ Ляховичский». В мероприятии принял участие первый заместитель генерального директора ГПО «Белтопгаз» Д.В. Шавловский.

Сегодня в Минской области реализуются три проекта по переводу котельных ЖКХ на использование фрезерного торфа. Продолжается работа по наращиванию объемов использования торфа на ОАО «Красносельскстройматериалы». «Кроме того, нам поступили предложения об использовании торфа еще на 7–8 энергоисточниках. Это дополнительный объем реализации продукции наших заводов, рост добавленной стоимости и, соответственно, заработной платы работников предприятий», – подчеркнул В.М. Каранкевич. Он также отметил, что предприятия торфяной промышленности вносят вклад в диверсификацию энергоресурсов и укрепление энергетической безопасности республики. В настоящее время завершена разработка программы комплексной модернизации торфяных производств на 2021–2025 годы.

### Введена в эксплуатацию районная котельная «Северная»

29 октября в РУП «Витебскэнерго» завершена реализация проекта «РК «Северная» (г. Витебск). Установка водогрейных электрокотлов в целях регулирования минимальной нагрузки энергосистемы после ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС». Генеральный подрядчик проекта – ОАО «Белэлектромонтажналадка», проектно-сметную документацию разработали специалисты РУП «БЕЛТЭИ».



В новом здании котельной смонтированы два электродных водогрейных электрокотла мощностью 10 МВт каждый со вспомогательным оборудованием, установлены два бака-аккумулятора рабочим объемом по 1000 м³. Осуществлена реконструкция подстанции КСМ-110 кВ с заменой силового трансформатора 110/10 кВ на новый, который обеспечит надежное электроснабжение котельной и ряда бытовых и промышленных потребителей г. Витебска.

Новая электростанция будет способствовать регулированию минимальной нагрузки энергосистемы после ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС, а также позволит повысить надежность теплоснабжения части потребителей областного центра.

## Завершилась газификация агрогородков Краснопольского района

В ноябре в аг. Холмы состоялся торжественный пуск природного газа. Этим событием завершился этап газификации агрогородков Краснопольского района. За четыре месяца в агрогородке было проложено около 13 км газопровода, по которому голубое топливо поступит почти в 100 индивидуальных домов и квартир.

Открывая церемонию, генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнарченко подчеркнул, что важно создавать комфортные условия для жизни граждан в каждом уголке страны. Приход природного газа в населенный пункт поднимает жизнь людей на новый уровень и дает новый импульс развитию территорий.

В настоящее время в Краснопольском районе эксплуатируется 185,3 км сетей природного газа. Всего в Могилевской области при реализации госпрограмм введено в эксплуатацию свыше 1 тыс. км распределительных газопроводов, газифицировано 69 населенных пунктов, более 15 тыс. индивидуальных жилых домов.

## Кадровые назначения

### Генеральным директором РУП «Витебскэнерго» назначен Панченко Андрей Васильевич



А.В. Панченко родился 3 июня 1969 года в г. Чашники Витебской области. В 2005 году окончил Белорусский национальный технический университет по специальности «Автоматизация и управление энергетическими процессами», в 2019-м – Академию управления при Президенте Республики Беларусь по специальности «Экономика и управление на предприятии промышленности».

В Белорусской энергосистеме работает с 1990 года. Трудовую деятельность начинал в Чашникском РЭС филиала «Полоцкие электрические сети» РУП «Витебскэнерго». Работал электромонтером по эксплуатации распределительных сетей, электромонтером оперативно-выездной бригады, диспетчером, с 2003 года – инженером Чашникского РЭС. В 2004 году перешел на должность инженера Лепельского РЭС Полоцких электрических сетей, а с 2006 года возглавил это подразделение.

В 2016 году назначен директором филиала «Оршанские электрические сети» РУП «Витебскэнерго», в марте 2020-го – заместителем генерального директора по капитальному строительству РУП «Витебскэнерго».

С 1 декабря текущего года занимает должность генерального директора РУП «Витебскэнерго».



## Вручены государственные награды

25 ноября во Дворце Республики состоялась торжественная церемония награждения с участием Премьер-министра Республики Беларусь Р.А. Головченко. Государственные награды вручены почти 40 представителям различных сфер деятельности, в том числе шести работникам ГПО «Белтопгаз».

Указом Президента Республики Беларусь от 21 ноября 2019 года № 426 медалью «За трудовые заслуги» награждены: генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнарченко; генеральный директор УП «Гроднооблгаз» Е.Б. Смирнов; тракторист-машинист СПУ «Протасовщина» УП «Гроднооблгаз» А.И. Верболь; оператор машинного доения СПУ «Протасовщина» УП «Гроднооблгаз» Д.М. Сошко; трактористы-машинисты СПУ «Доманово» УП «Брестоблгаз» А.А. Солонко и А.Н. Федосик.

Трем работникам отрасли распоряжением Главы государства от 21 ноября 2019 года № 222рп объявлена Благодарность Президента Республики Беларусь: директору СП «Газовик-Сипаково» РУП «Могилевооблгаз» В.С. Гарбине; бывшему заместителю генерального директора РУП «Могилевооблгаз» В.Е. Кононову; директору СПУ «Протасовщина» УП «Гроднооблгаз» В.А. Семеновичу.

**Редакция поздравляет награжденных с высокой оценкой их трудовых достижений.**

Подготовлено по материалам Минэнерго, ГПО «Белэнерго», ГПО «Белтопгаз», информгентств, собственных корреспондентов



# МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

## Европейские страны сократили импорт СПГ

По данным Gas Infrastructure Europe, в ноябре поставки сжиженного природного газа в Европу снизились в годовом выражении на 39 %. Импорт СПГ сократили все европейские страны, имеющие приемные терминалы, в том числе Литва – на 34 %, Польша – на 3,6 %. В то же время по сравнению с октябрём импорт вырос на 12 %: в ноябре США отправили пять танкеров на северо-запад континентальной Европы и десять – в Великобританию.

Между тем Россия поставила в Китай рекордный за всю историю объем СПГ – 899 млн м³, сократив его поставки в ЕС и Турцию. За девять месяцев текущего года Европа импортировала на 13,6 % меньше российского СПГ, чем за аналогичный период прошлого года.

## Страны ОПЕК+ скорректируют ограничения нефтедобычи

3 декабря участники сделки ОПЕК+ договорились скорректировать ограничения нефтедобычи. С 1 января 2021 года государства альянса будут производить сырья лишь на 500 тыс. баррелей в сутки больше, чем в декабре. Ранее стороны планировали нарастить ежедневную добычу почти на 2 млн баррелей, однако такое решение было бы небезопасно для рынка.

Изменить условия договора его участников вынудили невысокие темпы восстановления глобального спроса на нефть. В дальнейшем ОПЕК+ будет ежемесячно оценивать состояние рынка и при необходимости корректировать объемы добычи в рамках сделки.



Нефть стала одним из наиболее пострадавших активов в период пандемии: большинство автомобильных, воздушных и морских перевозок были приостановлены, а предприятия по всему миру временно закрылись. Решение государств ОПЕК+ сократить добычу было позитивно воспринято игроками. Эксперты считают, что в результате реализации соглашения экспортеров нефти уже осенью можно было наблюдать дефицит на глобальном сырьевом рынке.

## Экологически чистое тепло для промышленности

Для решения проблемы промышленных выбросов ученые предлагают использовать модульные ядерные реакторы малой и средней мощности (SMR – Small Medium Reactor) для получения высоких температур, необходимых в производственном цикле некоторых из наиболее «грязных» отраслей. Такие реакторы универсальны, поскольку могут обеспечивать постоянный поток энергии, как электрической, так и тепловой.



Предприятиям, производящим сталь, цемент, стекло и химикаты, требуется температура выше 1000 °С, причем для этой цели чаще всего сжигают ископаемое топливо. По данным International Energy Agency, половина мировой генерации уходит на производство тепла, и на него же приходится две пятых мировых выбросов углекислого газа. Модульные реакторы призваны обеспечить такие энергоемкие производства экологически чистым теплом.

По данным МАГАТЭ, в настоящее время в мире на различных стадиях разработки находятся 67 уникальных технологий SMR, основанных на разных способах получения тепла в результате ядерных реакций. Это примерно на треть больше, чем два года назад.

## ПАТЭС получила престижную награду

Единственная в мире плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС) получила престижную награду Asian Power Awards. Участие в конкурсе в этом году приняли свыше 50 компаний, в том числе Mitsubishi Power, China Resources New Energy (Huanxian) Wind Power, B. Grimm Power и др. По мнению жюри, ПАТЭС стала лучшей атомной электростанцией в нынешнем году.



Плавучий энергоблок «Академик Ломоносов» с соответствующей инфраструктурой находится в г. Певеке (Чукотский автономный округ России) и является самой северной атомной теплоэлектростанцией в мире.

Запуск ПАТЭС в мае этого года стал прорывом на пути обеспечения устойчивого развития удаленных территорий Российской Федерации. Кроме выработки электрической энергии, станция поставляет тепло в один из районов Певека. В дальнейшем ПАТЭС должна стать надежным источником света и тепла для всего региона.

## Евросоюз признал перспективным развитие атомной энергетики

Согласно обзору Центра компетенций по цифровому госуправлению, невзирая на существующие риски, атомная энергетика, будучи низкоуглеродной, является перспективной с точки зрения достижения целей климатической политики, предусмотренных Парижским соглашением по климату.

Согласно «Зеленой сделке» (The European Green Deal) Евросоюз допускает использование странами – членами ЕС атомной энергетики как части национального энергетического баланса. При этом большинство развивающихся стран рассматривают возможность строительства АЭС, которые смогут обеспечить производство сравнительно дешевой электроэнергии, что является ключевым фактором для экономик с растущим энергопотреблением.

По данным ВР, в 2019 году доля атомной энергии в глобальном потреблении первичной энергии составила 4,3 %, в выработке электроэнергии – 10,4 %. Всего на АЭС в мире было произведено 2796 млрд кВт·ч электроэнергии. При этом в прошлом году уровень 2010 года был впервые превзойден после аварии на АЭС «Фукусима-1».

За все время существования атомной энергетики пик выработки на АЭС в мире был достигнут в 2006 году (2803 млрд кВт·ч). По итогам 2019 года лидерами по объемам атомной генерации остаются США и Франция. Третье место занимает КНР, четвертое – Россия. Япония в 2015 году возобновила выработку на АЭС, но нынешний уровень производства более чем вчетверо ниже показателя накануне аварии. В Германии, взявшей курс на постепенное прекращение эксплуатации АЭС, производство атомной энергии снизилось на 46,6% по сравнению с 2010 годом.

## Прокладка «Северного потока – 2» возобновилась

Российский трубоукладчик «Фортуна» возобновил строительство экспортного газопровода «Северный поток – 2». Он прибыл к месту работ в территориальных водах Германии 11 декабря. Оператор проекта Nord Stream 2 AG сообщил, что на данном этапе предусматривается укладка отрезка в 2,6 км на каждой из линий газопровода.

Германия выдала разрешение на продолжение строительства «Северного потока – 2» в декабре этого года, заявка на работы в январе – апреле 2021 года пока находится на рассмотрении.

На сегодняшний день уложено более 2300 км труб из 2460 км. Прокладку на участке в исключительной экономической зоне

Дании в конце прошлого года не смогли завершить из-за санкций США. Под американские ограничения попали морские суда, занимающиеся укладкой труб российских газопроводов на глубинах более 30 м.

Мощность двух линий «Северного потока – 2» по проекту составит 55 млрд м³ газа в год. Трубопровод прокладывается по дну Балтийского моря из России в Германию.

## В российских городах появятся пробные водородные автозаправки

Первые водородные автозаправки в России планируется строить в крупных городах с населением больше миллиона человек, затем их география начнет расширяться. Такой алгоритм внедрения в повседневную жизнь нового топлива предложили в Институте катализа Сибирского отделения РАН.

Новосибирские ученые считают перспективным развитие автотранспорта, работающего на водороде. Предлагается получать этот газ в так называемых бортовых топливных процессорах, а затем использовать во вспомогательных энергоустановках.



Благодаря протонообменному мембранному топливному элементу преобразование топлива с выделением водорода будет отличаться экологичностью, поскольку получение электроэнергии станет результатом химической реакции водорода и кислорода, а не прямого сжигания газа.

## Выдана лицензия на строительство третьего блока турецкой АЭС «Аккую»

В ноябре Министерство энергетики и природных ресурсов Турции сообщило, что выдало лицензию на строительство третьего блока АЭС «Аккую», сооружаемой на юге страны Росатомом. Первый реактор энергоблока планируется ввести в эксплуатацию в 2023 году.

АЭС «Аккую» – первая атомная электростанция, строящаяся в Турции. Проект включает четыре энергоблока с реакторами российского дизайна ВВЭР-1200 поколения 3+. Мощность каждого энергоблока составит 1200 МВт.

Строительство АЭС «Аккую» с участием Госкорпорации «Росатом» – первый проект в мировой атомной отрасли, реализуемый по модели build-own-operate – «строй – владей – эксплуатируй». Его стоимость составляет порядка \$ 20 млрд.



Сооружение первого энергоблока станции началось в апреле 2018 года, второго – в апреле текущего года.

### В МЭА оценили рост мощностей возобновляемой энергетики

Из доклада Международного энергетического агентства (МЭА) следует, что установленная мощность объектов возобновляемой энергетики в мире по итогам 2020 года вырастет на рекордные 200 ГВт.

По оценке специалистов, производство электроэнергии на основе ВИЭ в текущем году увеличится на 7 %, несмотря на снижение мирового спроса на энергию на 5 %. МЭА прогнозирует, что чистая установленная мощность возобновляемых источников увеличится почти на 4 %, в основном за счет Китая и США.



Зеленая энергетика в 2020 году демонстрирует уверенный рост по всему миру, в то время как в углеводородном секторе наблюдается спад из-за кризиса, связанного с пандемией. По мнению экспертов, в 2021 году темпы роста установленной мощности ВИЭ составят 10 % и станут максимальными с 2015 года.

### На Ленинградской АЭС остановили второй энергоблок

На Ленинградской атомной электростанции остановлен 2-й энергоблок РБМК-1000 – заглушен реактор, а все оборудование отключено от единой энергосистемы России.

Энергоблок успешно проработал 45 лет, сейчас ему на смену приходит новый – ВВЭР-1200, который на 20 % мощнее своего предшественника. Срок его службы составляет 60 лет – в два раза больше, чем у энергоблока предыдущего поколения. Эксплуатация ВВЭР-1200 уже начата.

Вывод из строя энергоблока № 2 будет проходить в несколько этапов. Еще четыре года он будет считаться находящимся в эксплуатации и продолжит вырабатывать остатки ядерного топлива, не генерируя при этом электроэнергию.

### Началось строительство первой офшорной ВЭС во Франции

Во Франции приступили к строительству первой офшорной ветроэлектростанции Saint-Nazaire. Ветропарк, который по проекту должен быть введен в эксплуатацию в 2022 году, будет

состоять из 80 ветрогенераторов Haliade 150-6 MW. Данная модификация способна использовать энергию сильных юго-западных ветров, характерных для восточной Атлантики.

Ветропарк строится в устье Луары недалеко от г. Сен-Назера на расстоянии 12–20 км от побережья. Площадь объекта составит около 78 км², объем генерации – 480 МВт. Этого достаточно, чтобы обеспечить пятую часть энергопотребления департамента Атлантическая Луара, где проживает около 1,4 млн человек.



Ожидается, что подобные ветроэнергетические проекты сыграют ключевую роль в решении задачи, которую поставила перед собой Франция: к 2030 году производить треть всей электроэнергии в стране на ВИЭ.

### Разработаны новые фотоэлементы третьего поколения для солнечной энергетики

Российская проектная компания «ОрганикСолар», входящая в Северо-Западный Центр Трансфера Технологий, создала перспективный фотоэлемент на основе органических соединений. Инновационная разработка позволит производить гибкие полупрозрачные солнечные батареи, которые могут быть дешевле аналогов из кремния и при этом эффективнее в условиях низкой освещенности. Следующим этапом работы станет масштабирование технологии и переход к производству прототипов модулей площадью до 100 см².

Разработанные солнечные элементы «ОрганикСолар» относятся к третьему поколению солнечных батарей: фотоактивный слой полностью состоит из органических соединений на основе полимерных молекул и нефуллереновых производных. Он готовится в виде раствора, который наносится на любую основу, в том числе гибкую, с различным радиусом кривизны. Таким образом, готовые элементы можно скручивать в рулоны для дальнейшей транспортировки или применять на изогнутых поверхностях. Толщина фотоактивного слоя не превышает 200 нм, что позволяет существенно облегчить вес готовой конструкции.

По данным исследовательского агентства N-tech, объем мирового рынка фотовольтаики достигнет \$ 5,7 млрд к 2023 году и удвоится в течение последующих 4 лет.

*Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов*

# ПЛАН ГОЭЛРО – ГРАНДИОЗНЫЙ ПРОЕКТ XX ВЕКА

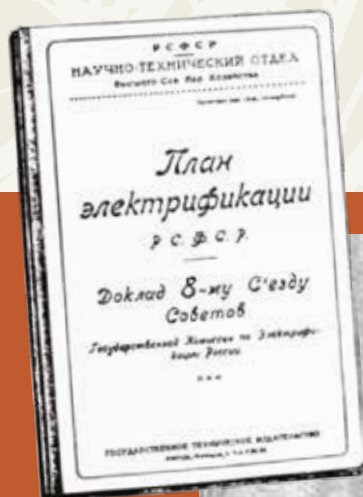
**22 декабря 1920 года VIII Всероссийским съездом Советов был утвержден Государственный план электрификации России (план ГОЭЛРО). Он предусматривал создание высоковольтных колец, объединяющих энергетическое хозяйство каждого района и нескольких районов между собой, а также формирование на их основе межрайонных энергетических объединений, которые должны были образовать общую энергосистему страны.**

План ГОЭЛРО вошел в историю как выдающееся явление в экономике и промышленности. Он стал первым перспективным планом восстановления и развития народного хозяйства России на базе электрификации и был рассчитан на 10–15 лет. При общем росте промышленного производства намечалось увеличить мощность районных электростанций почти в 10 раз, общую годовую выработку электроэнергии довести до 8,8 млрд кВт·ч, построить 30 крупных районных электростанций, в том числе 20 паровых и 10 гидростанций.

Белорусское электрическое хозяйство к 1920 году было практически разрушено в результате Первой мировой войны, польской и немецкой оккупации. Если в 1913 году мощность всех электростанций на территории нынешней Беларуси составляла 5,3 МВт, то к 1920 году она уменьшилась до 1 МВт.

Реализация плана ГОЭЛРО стала мощным импульсом к восстановлению разрушенных, расширению действующих и строительству новых электростанций в стране. В 1924 году переоборудовались и строились станции в Минске, Борисове, Гомеле, других городах. Электричество пришло и в белорусскую деревню – начали работать несколько станций в сельских районах Минской и Гомельской губерний.

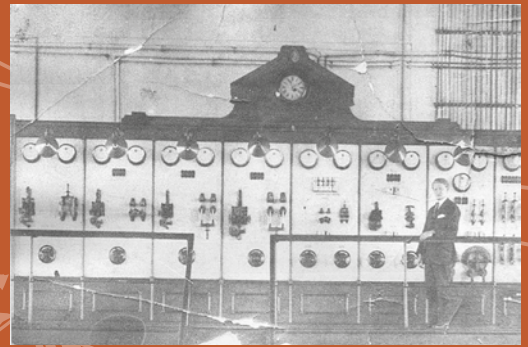
К 1927 году на территории Белорусской ССР функционировала 141 электростанция общей установленной мощностью 15 МВт, а объем выработки электроэнергии составлял 37,3 млн кВт·ч. Были расширены электростанции в Минске, Витебске, Бобруйске и других городах. Началось строительство Гомельской электростанции.



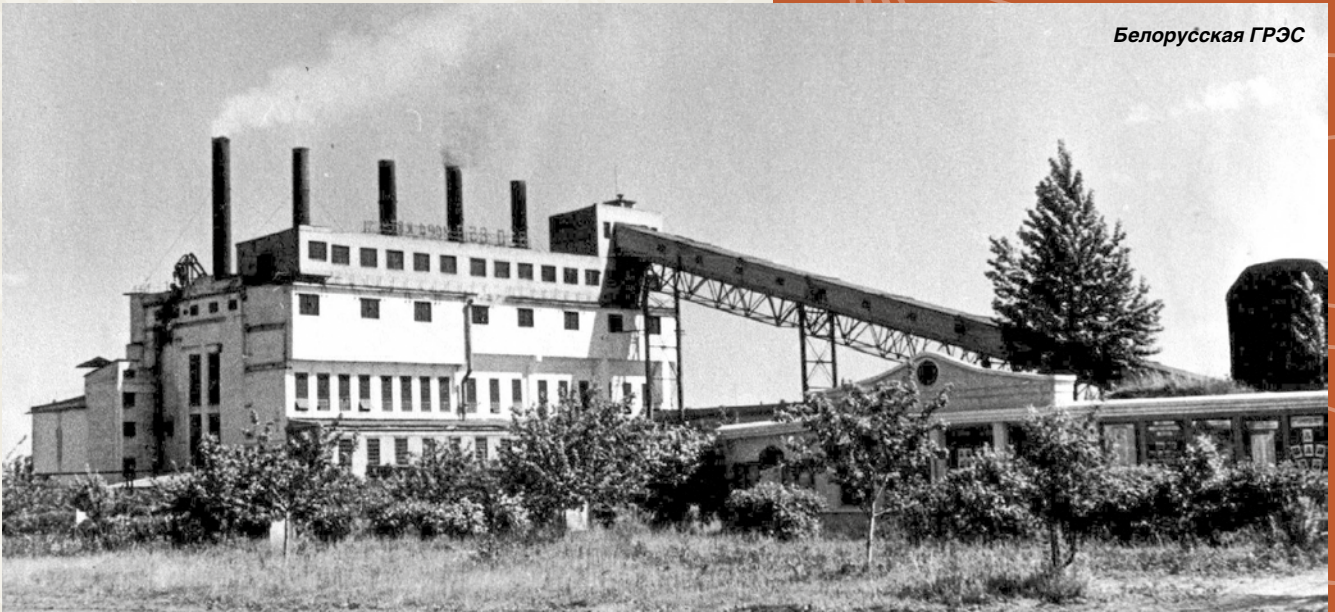
Заседание комиссии ГОЭЛРО под председательством Г.М. Кржижановского

В 1930 году произошло историческое событие для энергетики и всей экономики БССР – была введена в эксплуатацию первая в республике районная электростанция – Белорусская ГРЭС. Она предназначалась для электроснабжения Витебского, Оршанского и Могилевского районов. Мощность первой очереди БелГРЭС составляла 22 тыс. кВт.

К этому времени качественно изменились энергетические технологии. Локомобили и дизели стали вытесняться паротурбинными электростанциями с генераторами переменного тока. В начале 1930-х годов были запущены мощные по тем



Белорусская ГРЭС



временам турбогенераторы на Минской городской электростанции (1,5 МВт и 3,7 МВт) и Добрушской электростанции (3,5 МВт). К 1932 году установленная электрическая мощность генерирующих объектов республики достигла 64 МВт, а выработка электроэнергии на них – 240,7 млн кВт·ч.

В 1934 году вводятся в эксплуатацию Минская ГЭС-2 (6 МВт), Могилевская ТЭЦ (5 МВт), ЦЭС Кричевского цементного завода (2,5 МВт), завершается расширение Гомельской ТЭЦ (до 8 МВт), Полоцкой ТЭЦ (до 0,575 МВт), Слуцкой ТЭЦ (до 0,225 МВт). К 1937 году мощность электростанций увеличилась в 1,5 раза (до 88,6 МВт), а выработка электроэнергии – в 2,4 раза.

К концу 1935 года план ГОЭЛРО исчерпал себя. Программа электрификации была перевыполнена в несколько раз. Вместо 30 районных электростанций в СССР было построено 40 общей мощностью 4,5 млн кВт, создана мощная разветвленная сеть высоковольтных линий электропередачи. В стране функционировали шесть электросистем с годовой производительностью свыше 1 млрд кВт·ч.

В БССР создание большой энергетики обеспечило стремительные темпы развития народного хозяйства – были полностью электрифицированы такие отрасли экономики, как машиностроительная, кожевенная, обувная, швейная и др. Успешно функционировала Белорусская энергосистема, электроэнергетическая база которой позволила республике стать одной из наиболее индустриально развитых в Советском Союзе.



# РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛОИСТОЧНИКОВ ФИЛИАЛА «МИНСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ» РУП «МИНСКЭНЕРГО»

*Существующие системы централизованного теплоснабжения крупных городов, как правило, были созданы в 1950–1960-е годы. Сегодня их эффективное функционирование возможно только при условии соответствия современным тенденциям развития энергетики – в первую очередь интеллектуализации и интеграции. Реализовать эти требования невозможно без применения цифровых технологий. В статье рассмотрен опыт реконструкции теплоисточников филиала «Минские тепловые сети» РУП «Минскэнерго» путем внедрения полномасштабной системы автоматизированного управления технологическими процессами теплоснабжения.*



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

Как и в большинстве стран СНГ, а также в ряде стран Северной и Центральной Европы, в Беларуси теплоснабжение крупных городов обеспечивается системами теплофикации и централизованного теплоснабжения (СЦТ). Их развитие в ближайшем будущем будет определяться рядом тенденций и принятых на государственном уровне решений [1].

Следует отметить, что формирование большинства СЦТ в городах Беларуси началось десятки лет назад. В дальнейшем они непрерывно эволюционировали в направлении территориального расширения, увеличения генерирующих мощностей и протяженности тепловых сетей. При этом идеологические основы построения этих систем оставались неизменными, хотя, несомненно, на разных этапах присутствовали технические новации (внедрение предизолированных теплопроводов, замена центральных тепловых пунктов индивидуальными, преобразование котельных в мини-ТЭЦ и др.). В то же время применяемые технические и организационно-технические решения далеко не всегда удовлетворяли системным критериям, принятым для сложных систем теплоснабжения: требованиям надежности, управляемости и экологичности [1]. Комплексное выполнение этих требований для СЦТ невозможно без применения автоматизированных систем

управления технологическими процессами (АСУ ТП) теплоснабжения, основанных на принципах прямого цифрового управления [2–5].

С учетом осуществления парадигмы интеграции всех городских инфраструктурных технических систем в единый комплекс проблема внедрения АСУ ТП теплоснабжения становится особенно актуальной. Невозможно реализовать ни концепцию «Умный город», ни принципы систем теплоснабжения четвертого поколения без наличия полномасштабных интеллектуальных ИТ-систем управления потреблением энергетических и коммунальных ресурсов [9].

Отметим, что система централизованного теплоснабжения г. Минска представляет собой структурно сложный комплекс, в рамках которого производство и транспорт тепловой энергии осуществляют в основном объекты филиала «Минские тепловые сети» РУП «Минскэнерго», теплофикационные комплексы минских ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4 и объекты УП «Минсккоммуна-теплосеть». В 1999 году было начато создание АСУ ТП УП «Минсккоммуна-теплосеть» на принципах объектно-ориентированного программирования и цифровых технологий. В настоящее время данная система функционирует, охватывая практически все теплоисточники (свыше 20) и ряд районов тепловых сетей (РТС). В ближайшие



**А.В. СЕДНИН,**  
к.т.н., доцент БНТУ

годы планируется ее модернизация в соответствии с концепцией «Умный город».

Разработка проекта АСУ ТП Минских тепловых сетей была начата в 2010 году, реализация проекта – в 2012 году. На тот момент в состав филиала входили 8 РТС, одна ТЭЦ, 9 котельных мощностью от нескольких сот до ты-



сячи мегаватт. Кроме того, на обслуживании Минских тепловых сетей находятся 12 понизительных насосных станций и 209 центральных тепловых пунктов (ЦТП).

Организационно-производственная структура Минских тепловых сетей по схеме «снизу вверх» представлена четырьмя уровнями:

- первый (нижний) уровень – объекты тепловых сетей, включая ЦТП, ИТП, тепловые камеры и павильоны;
- второй уровень – мастерские участки РТС;
- третий уровень – теплоисточники, включая районные котельные (РК «Кедышко», «Степянка», «Шабаны»), пиковые котельные (ПК «Орловская», «Комсомолка», «Харьковская», «Масюковщина», «Курасовщина», «Западная») и насосные станции;
- четвертый (верхний) уровень – диспетчерская служба предприятия.

В соответствии с этой структурой была принята и структура АСУ ТП Минских тепловых сетей (по схеме «сверху вниз»):

- первый (верхний) уровень – центральная диспетчерская предприятия;
- второй уровень – операторские станции РТС;
- третий уровень – операторские станции теплоисточников (мастерских участков РТС);
- четвертый (нижний) уровень – станции автоматического управления установками (котлоагрегаты) и процессами транспорта и распределения тепловой энергии (технологическая схема теплоисточника, тепловые пункты, тепловые сети и т.п.).

Панель управления центральной диспетчерской Минских тепловых сетей представлена на рисунке 1.

Внедряемая АСУ ТП теплоснабжения в первую очередь предусматривает повышение надежности и качества оперативного управления режимами функционирования отдельных элементов и системы теплоснабжения в целом [3, 4]. При этом решается ряд технологических и информационных задач:

- обеспечение централизованного функционально-группового управления теплогидравлическими режимами теплоисточников, магистральных тепловых сетей и перекачивающих насосных станций с учетом суточных и сезонных изменений расходов циркуляции с корректировкой (обратной связью) по фак-

тическим тепловым и гидравлическим режимам в распределительных тепловых сетях города;

- создание эффективной системы защиты оборудования теплоисточников и тепловых сетей в нештатных ситуациях;

- обеспечение сбора и архивации данных о тепловых и гидравлических режимах работы теплоисточников, магистральных тепловых сетей, перекачивающих насосных станций и распределительных тепловых сетей города для осуществления контроля, оперативного управления и анализа эффективности их функционирования;

- создание информационной базы для решения оптимизационных задач, возникающих в ходе эксплуатации и модернизации объектов СЦТ, включая реализацию метода динамического центрального регулирования отпуска тепловой энергии с оптимизацией температур теплоносителя в подающих и обратных трубопроводах тепломагистралей [6], прогнозирования тепловой нагрузки с помощью нейросетевого программирования [7] и др.

Реализация сценария развития АСУ ТП теплоснабжения г. Минска предполагает включение в систему на втором структурном уровне операторских станций теплофикационных комплексов минских ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-4 и операторской станции (центральной диспетчерской) УП «Минсккоммунтеплосеть». Все уровни управления планируется объединить в единую вычислительную сеть.

## Основные подходы к созданию АСУ ТП теплоснабжения

Анализ такого объекта управления, как СЦТ, в целом и с точки зрения состояния отдельных элементов требует применения архитектуры распределенной АСУ ТП в виде вычислительной сети, интегрирующей вычислительные ресурсы центрального офиса и удаленных структурных подразделений, включая станции автоматического управления (САУ) объектов РТС. Все САУ и сканирующие станции полевого уровня подключаются непосредственно к операторским станциям теплоисточников и соответствующих РТС, устанавливаемым на мастерских участках.

Например, в удаленном структурном подразделении РТС-6 устанавливается операторская станция (ОпС РТС-6), которая является центром управления сетевого района и располагается на его мастерском участке (рис. 2). ОпС РТС-6 обеспечивает оперативному персоналу доступ ко всем без исключения информационным и управляющим ресурсам САУ всех типов, а также доступ к разрешенным информационным ресурсам центрального офиса. ОпС РТС-6 также производит регулярное сканирование данных всех подчиненных станций управления. Собранные со всех ЦТП оперативная и коммерческая информация направляется для хранения на выделенный сервер базы данных (БД), который устанавливается в непосредственной близости от ОпС РТС-6.

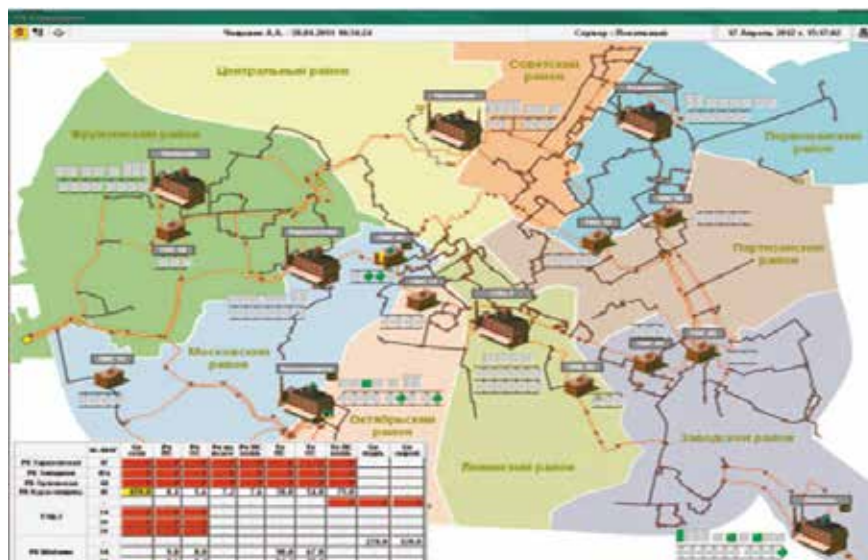


Рис. 1. Панель управления центральной диспетчерской Минских тепловых сетей

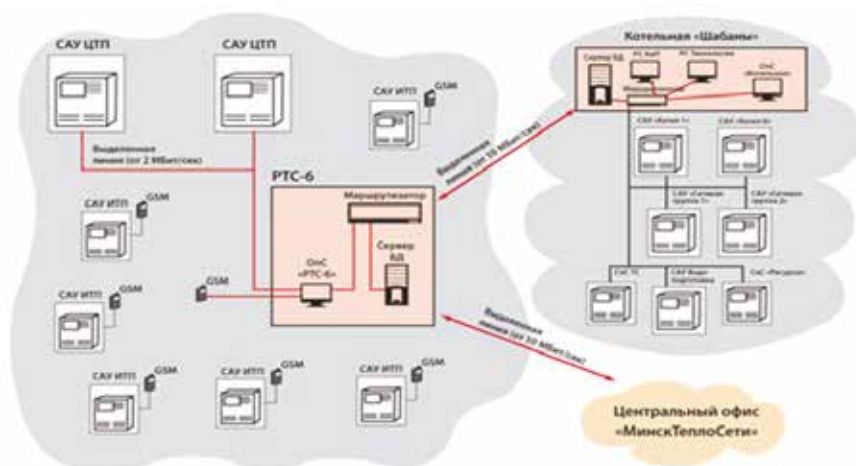


Рис. 2. Архитектура системы управления PTC-6 Минских тепловых сетей

Таким образом, с учетом масштабов и топологии объекта управления и сложившейся организационно-производственной структуры предприятия АСУ ТП Минских тепловых сетей строится по многозвенной схеме с применением иерархической структуры программно-технических средств и вычислительных сетей, решающих различные задачи управления на каждом уровне.

На нижнем уровне система управления выполняет:

- предварительную обработку и передачу информации;
- регулирование основных технологических параметров;
- функции оптимизации управления и защиты технологического оборудования.

Последующие уровни системы управления строятся согласно иерархии СЦТ и решают задачи соответствующего уровня, а также обеспечивают удобный операторский интерфейс. Управляющие устройства, устанавливаемые на объектах, обладают также возможностью агрегирования их в распределенную систему управления. При этом управляющее устройство должно обеспечивать свою работоспособность и сохранность данных объективного первичного учета при длительных перерывах связи.

Таким образом, основными элементами являются технологические и операторские станции, соединенные между собой каналами связи. Ядром технологической станции является промышленный компьютер, оснащенный средствами связи с объектом управления и канальными адаптерами для организации межпроцессорной связи. Основное назначение технологической

станции – реализация алгоритмов прямого цифрового управления. В технически обоснованных случаях некоторые функции могут выполняться в супервизорном режиме: процессор технологической станции может управлять удаленными интеллектуальными регуляторами или программно-логическими модулями, используя при этом протоколы современных полевых интерфейсов.

Особое внимание при разработке АСУ ТП теплоснабжения уделялось информационному аспекту ее построения. Полнота описания технологии производства и совершенство алгоритмов преобразования информации являются важнейшими условиями эффективного информационного обеспечения АСУ ТП. Информационные возможности АСУ ТП теплоснабжения обеспечивают возможность решения комплекса инженерных задач, которые классифицируют по стадиям основной технологии (производство, транспорт и потребление тепловой энергии) и по назначению (идентификация, прогнозирование и диагностика, оптимизация и управление).

При создании АСУ ТП Минских тепловых сетей предусматривалось формирование информационного поля, позволяющего оперативно решать весь комплекс вышеуказанных задач. При этом информационно обеспечивается возможность решения системных задач верхнего уровня управления при дальнейшем развитии и расширении АСУ ТП по мере включения соответствующих технических служб обеспечения основного технологического процесса.

Программное обеспечение системы управления является оригинальной разработкой коллектива Научно-исследовательского и инновационного центра автоматизированных систем управления в теплоэнергетике и промышленности филиала «Научно-исследовательский политехнический институт» БНТУ. Построение данного ПО базируется на методологии программно-объектного программирования. В соответствии с ней в памяти управляющих и операторских станций создаются программные объекты, отображающие реальные процессы, агрегаты и измерительные каналы автоматизируемого технологического объекта. Взаимодействие этих программных объектов между собой, а также с оперативным персоналом и технологическим оборудованием, собственно, и обеспечивает функционирование элементов тепловых сетей по predetermined правилам или алгоритмам. Таким образом, описание алгоритмов сводится к описанию наиболее существенных свойств этих программных объектов и способов их взаимодействия.

Синтез структуры системы управления техническим объектом основан на анализе технологической схемы объекта и детальном описании технологии основных процессов, присущих данному объекту в целом. В ходе анализа конкретизируются режимные требования технологических процессов, на основании которых определяются границы допустимых диапазонов изменения регулируемых и контролируемых параметров и требования к выбору исполнительных механизмов и регулирующих органов.

## АСУ ТП районной котельной

Для районной котельной автоматизированная система управления строится на базе двух классов элементов (рис. 3).

Верхний уровень представляет операторская станция «Котельная» (ОпС «Котельная») – основная станция, которая координирует и контролирует подчиненные станции. К этому уровню относится также ОпС «Котельная резервная» – станция горячего резерва, которая постоянно находится в режиме прослушивания и регистрации трафика основной ОпС и подчиненных ей САУ. База данных резервной станции содержит акту-



## Интеллектуальный насос – умная система

УНП 191759977

- KSB FlowManager – мобильное приложение для настройки параметров и управления регулирующими и нерегулируемыми насосами
- MyFlow Technology – концепция «умной» производительности нерегулируемых насосов
- KSB Guard – система дистанционного мониторинга работы всего насосного парка
- Дополненная реальность для экспертной диагностики, сервиса и ввода в эксплуатацию
- 3D-принтер – запчасти для любых насосов

➤ Наши технологии. Ваш успех.  
Насосы • Арматура • Сервис

ИООО «КСБ БЕЛ»: 220089 Минск, ул. 3-я Щорса, 9 - 607.  
Т/ф: +375 17 336-42-56; 336-42-57; 336-42-58



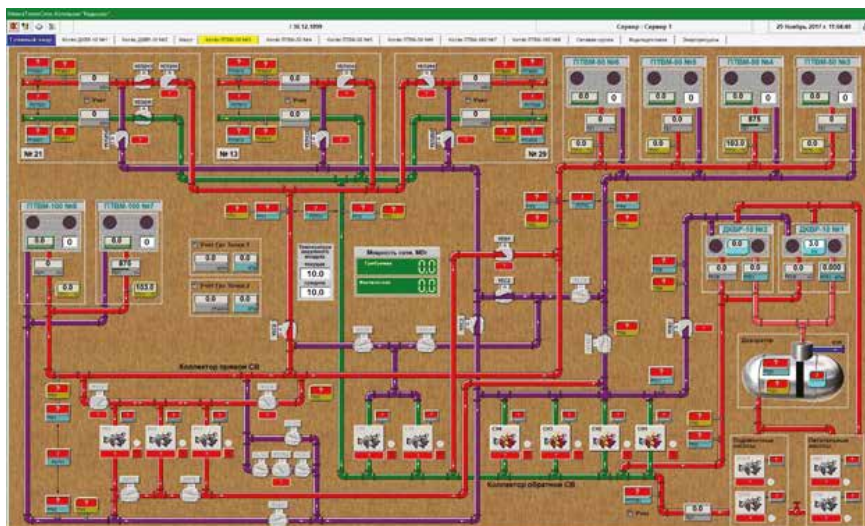


Рис. 3. Панель управления районной котельной

альные параметры и полные ретроспективные данные о функционировании рабочей системы управления. В любой момент времени резервная станция может быть назначена основной с полной передачей ей трафика и функций супервизорного управления.

Программное обеспечение ОпС обеспечивает дружелюбный интерфейс для оперативного персонала, управляющего работой автоматизированного технологического комплекса. Такие станции имеют развитые средства оперативного диспетчерского управления, а также устройства массовой памяти для организации краткосрочных и долговременных архивов состояния параметров технологического объекта управления и действий оперативного персонала.

В тех случаях, когда на оперативном персонале замыкаются большие информационные потоки, целесообразно организовать несколько ОпС с выделением отдельного сервера БД и, возможно, коммуникационного сервера.

Операторская станция, как правило, сама непосредственно не воздействует на объект управления – она получает информацию от технологических станций и передает им директивы оперативного персонала или задания супервизорного управления, формируемые автоматически или полуавтоматически. Соответственно, станция образует рабочее место оператора сложного объекта, например, котельной.

Нижний уровень – вычислительная сеть, объединяющая в комплекс операторскую станцию и станции автоматического управления.

Основными станциями являются:

- САУ «Котел» – обеспечивает управление котлоагрегатом;
- САУ «Сетевая группа» – отвечает за теплогидравлический режим функционирования котельной (управление группой сетевых насосов, линией байпаса на выходе котельной, линией перепуска, входными и выходными задвижками котлов, индивидуальными насосами рециркуляции котлов и пр.);
- САУ «Водоподготовка» – обеспечивает управление всем вспомогательным оборудованием котельной, необходимым для подпитки сети.

Как правило, САУ допускает три режима работы. В автоматическом (основном) режиме управление осуществляется полностью автоматически. Дистанционный режим позволяет управлять объектом и технологическим процессом с панели управления операторской станции. Локальный режим с применением местного терминала блоков управления, измерения и мониторинга (БУИМ), расположенного на лицевой панели шкафа управления, может использоваться при проведении ремонтных и пусконаладочных работ или в нештатном режиме (при полном отказе операторской станции или канала передачи данных между САУ «Котел» и ОпС).

Создаваемая система автоматизированного управления предусматривает построение интеллектуальной надстройки, которая должна не только отслеживать возмущения, возникающие в системе, и реагировать на них, но и прогнозировать нештатные ситуации и блокировать их возникновение.

При изменении топологии сети теплоснабжения и динамики ее процессов предусмотрена возможность адекватного изменения структуры распределенной системы управления за счет добавления новых станций управления и (или) изменения программных объектов без изменения конфигурации оборудования существующих станций.

### Система управления водогрейным котлом ПТВМ-100

Пиковый теплофикационный водогрейный котел ПТВМ-100 предназначен для покрытия пиковых теплофикационных нагрузок. Данный котел является башенным, водотрубным, прямоточным с принудительной циркуляцией (вода через котлы прокачивается сетевыми насосами), работает по двухходовой схеме. Сначала вода поступает в нижний коллектор боковых экранов, затем по трубам левого и правого боковых экранов поднимается в верхний коллектор этих экранов (1-й ход), после этого заполняет верхний коллектор конвективной части и, пройдя U-образные змеевики, опускается в нижние коллекторы конвективной части. Из них сетевая вода по трубам фронтального и заднего экранов поступает в нижний коллектор экранов (2-й ход) и, подогретая до заданной температуры, идет к потребителям.

Котел ПТВМ-100 № 1 оборудован 16 газомазутными горелками и 16 дутьевыми вентиляторами. Индивидуальная металлическая труба высотой 55 м от нулевой отметки котла до верхней точки трубы создает естественную тягу на всем диапазоне нагрузок.

Для автоматического управления оборудованием и технологическими процессами водогрейного котла типа ПТВМ-100 на всех стадиях его работы (включение, розжиг, рабочий режим, выключение) разработана станция САУ «Котел ПТВМ-100».

На рисунке 4 представлена панель управления котлом ПТВМ-100.

САУ «Котел ПТВМ-100» представляет собой технический комплекс, построенный на базе блоков управления, измерения и мониторинга (БУИМ):

- БУИМ САУ «Котел ПТВМ» и САУ ПАЗ «Котел»;
- четырех БУИМ САУ «Блок горелок» и, соответственно, четырех САУ ПАЗ «Блок горелок».

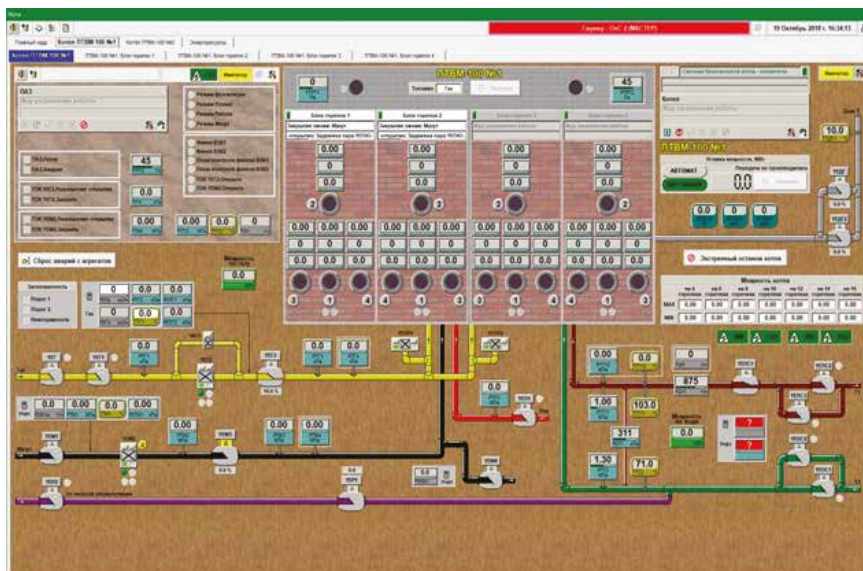


Рис. 4. Панель управления котлом ПТВМ-100

БУИМ САУ «Котел ПТВМ» обеспечивает супервизорное управление БУИМ САУ «Блок горелок» посредством физического интерфейса на базе RS-485 и специализированного прикладного протокола BSHBUS со скоростью обмена данных 50 Кбит/с. Кроме управляющих блоков, которые обеспечивает прямое цифровое управление процессами на всех этапах работы котла (начиная от предпусковых проверок, розжига, рабочего режима и выключения), имеются станции противоаварийной защиты (САУ ПАЗ). В частности, САУ ПАЗ «Котел» выполняет только функции защиты котлоагрегата, используя свой комплект датчиков. САУ ПАЗ «Блок горелок» контролирует включение и работу вентиляторов с ЧРЭП, работоспособность устройства контроля и наличие факела растопочной горелки, давление топлива и воздуха на горелках.

В качестве прикладного ПО в функционально законченном изделии БУИМ САУ применяется прикладной программный пакет «Теплосети V 9.3». Прикладное ПО операторской станции и АРМ технолога построено также с применением данного пакета, что позволяет организовать бесконфликтный внутрисетевой обмен.

Операторская станция и станции управления котлоагрегатов подключены к выделенному серверу БД котельной скоростными цифровыми каналами со скоростью передачи до 100 Мбит/с при использовании скоростного канала на базе Ethernet.

При подключении к коммуникационному оборудованию котельной цифро-

вого канала передачи данных от корпоративной сети Минских тепловых сетей все рабочие станции данной сети могут получить доступ к информационным ресурсам серверов БД распределенной системы управления. Уровень этого доступа задается индивидуально для каждой рабочей станции. Доступ к управляющим ресурсам распределенной системы управления котельной для станций корпоративной сети исключен.

Таким образом, ядром управляющей части подсистем являются соответствующие БУИМ, которые построены на базе промышленных компьютеров и содержат:

- процессор с программой управления и сторожевым таймером системы безопасности;
- модули связи с объектом управления с элементами электрической защиты по всем входным и выходным цепям;
- локальный терминал, систему аварийной и предупредительной сигнализации и коммуникационный интерфейс Ethernet для связи со смежными подсистемами.

Функциональность БУИМ определяется условиями их работы (в составе распределенной системы управления или автономно) и предполагает выполнение следующих задач:

- реализация алгоритмов прямого цифрового управления технологическим объектом (включая технологические блокировки и защиты);
- исполнение сетевых директив дистанционного управления агрегатами и процессами объекта;
- учет ресурса агрегатов технологического объекта;
- аварийная и предупредительная сигнализация о состоянии измерительных каналов, агрегатов и процессов;



а)



б)

Рис. 5. Тренд регулируемой величины (а) и исполнительного механизма (б) для регулятора воздуха

- регистрация и индикация каналов, агрегатов и процессов, находящихся в состоянии предупредительной или аварийной сигнализации;
- контроль текущего состояния всех каналов, агрегатов и процессов на экране локального терминала;
- управление агрегатами и процессами с локального терминала;
- индивидуальная оперативная настройка параметров каналов, агрегатов, процессов на стадиях наладки и эксплуатации;
- подключение аналоговых сигналов среднего уровня (4–20 мА и др.);
- подключение дискретных входных сигналов постоянного и переменного тока среднего (24 В) и высокого (220 В) уровней;
- подключение дискретных выходных сигналов постоянного и переменного тока среднего и высокого уровней.

Оценить качество регулирования параметров работы котлоагрегата можно на примере. На рисунке 5 представлены тренды поведения регулируемой величины (давление воздуха) и исполнительного механизма для регулятора воздуха.

## Система безопасности котлоагрегата ПТВМ-100

В системе безопасности котлоагрегата ПТВМ-100 применен принцип дублирования. Как уже было сказано, кроме управляющих блоков, которые обеспечивает прямое цифровое управление работой котла, существуют станции противоаварийной защиты (САУ ПАЗ).

При построении системы управления реализовано принципиально важное техническое решение для всех режимов работы котла (автоматический, дистанционный, локальный): в контуре управления всегда обеспечивается функция корректного, независимого от внешних воздействий выполнения блокировок и защит для всех технологических операций.

Функция технологических блокировок и защит осуществляется на основании информации, получаемой от аналоговых датчиков (манометры, термометры, расходомеры) с токовым выходным сигналом 4–20 мА и дискретных датчиков (контроль пламени, отказ контроля пламени). Система безопасности непрерывно проверяет исправность линий связи датчиков, работоспособность датчиков по нахож-

дению сигнала в измеряемом диапазоне, а также то, является ли измеряемый параметр аварийным (находится вне зоны срабатывания защиты).

На этапе пусконаладочных работ производится проверка и настройка каналов измерения, а также срабатывания защит системы безопасности. Параметры настройки защит хранятся в памяти БУИМ САУ «Котел», БУИМ САУ «Блок горелок», САУ ПАЗ «Котел» и САУ ПАЗ «Блок горелок» и закрыты паролем от несанкционированного доступа. В БУИМ САУ «Котел» и САУ ПАЗ «Котел» применен принцип дублирования канала отключения общекотловых предохранительно-запорных клапанов.

Система безопасности САУ ПАЗ «Котел» включена постоянно на всех этапах работы котла, отключить контроль и срабатывание защит нельзя. Система безопасности построена по динамическому принципу: в зависимости от этапа работы котла включается контроль и срабатывание защит только по тем параметрам, которые необходимы в данном режиме.

## Выводы

Анализ опыта эксплуатации АСУ ТП предприятий теплоснабжения в ряде городов Беларуси и России, проводившийся в течение последних 20 лет с применением цифровых технологий, показал экономическую эффективность и подтвердил жизнеспособность принятых решений по архитектуре, программному и техническому обеспечению [9]. Внедрение АСУ ТП теплоснабжения повышает надежность и экономичность работы СЦТ. Основная экономия ТЭР определяется оптимизацией теплогидравлических режимов тепловых сетей, режимов работы основного и вспомогательного оборудования теплоисточников, насосных станций и тепловых пунктов.

К настоящему времени проведена реконструкция РК «Кедышко» (установленная тепловая мощность свыше 470 МВт), пиковой котельной Минской ТЭЦ-2 (свыше 450 МВт), выполняется реконструкция РК «Харьковская» (свыше 420 МВт). В ближайшие годы планируется реконструкция с внедрением системы автоматизированного управления остальных теплоисточников Минских тепловых сетей.

По своим свойствам и характеристикам АСУ ТП теплоснабжения, вне-

дряемая на объектах Минских тепловых сетей, отвечает требованиям концепции «Умный город», она может быть интегрирована в единую систему управления энергетическими и материальными ресурсами городского хозяйства. При этом постоянно ведутся работы по совершенствованию и развитию разрабатываемых автоматизированных систем управления в части повышения их интеллектуализации.

## Список литературы

1. Седнин, В.А. Анализ состояния и основные тенденции развития систем централизованного теплоснабжения в Беларуси / В.А. Седнин, А.В. Седнин // Энергия и менеджмент. – 2016. – № 6. – С. 13–21.
2. Монахов, Г.В. Моделирование управления режимами тепловых сетей / Г.В. Монахов. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 224 с.
3. Седнин, В.А. Теория и практика создания автоматизированных систем управления теплоснабжением / В.А. Седнин. – Минск: БНТУ, 2005. – 192 с.
4. Седнин, В.А. Внедрение АСУ ТП как основополагающий фактор повышения надежности и эффективности систем теплоснабжения / В.А. Седнин // Технология, оборудование, качество: сб. матер. Белорусского промышленного форума 2007, Минск, 15–18 мая 2007 г. – Минск, 2007. – С. 121–122.
5. Седнин В.А. Концепция создания автоматизированной системы управления технологическими процессами Минских тепловых сетей / В.А. Седнин, А.В. Седнин, Е.О. Воронов // Повышение эффективности энергетического оборудования: материалы научно-практической конференции: в 2 т. – Т. 2. – 2012. – С. 481–500.
6. Седнин, В.А. Оптимизация параметров температурного графика отпуска теплоты в теплофикационных системах / В.А. Седнин // Энергетика. Изв. высш. учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2009. – № 4. – С. 55–61.
7. Седнин, В.А. Оптимизация параметров температурного графика отпуска теплоты в теплофикационных системах / В.А. Седнин, А.В. Седнин, М.Л. Богданович // Изв. вузов. Энергетика. – 2009. – № 4. – С. 55–61.
8. Седнин, В.А. Применение нейросетевого моделирования для планирования режимов работы теплоисточников / В.А. Седнин, Д.И. Власюк, И.В. Шкляр, М.И. Позднякова // Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики: сборник трудов / Институт промышленной экологии. – Киев: ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2020 – С. 91–95.
9. Седнин, В.А. Системы теплоснабжения. Опыт Белоруссии / В.А. Седнин, А.А. Гутковский // Энергосбережение. – 2016. – № 8. – С. 46–52.



# ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗМАГНИЧИВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Одной из проблем, с которой зачастую сталкиваются работники предприятий газоснабжения при проведении сварочно-монтажных работ на трубопроводах газораспределительной системы, является воздействие на процесс сварки эффекта магнитного дутья. Эффект может проявляться при врезке отключающих устройств, замене отдельных участков трубопроводов газоснабжения и т.д. В статье представлены подходы, применяемые в УП «МИНГАЗ» для снижения негативного влияния данного эффекта на качество сварных соединений.



**С.В. БЕСАРАБ,**  
инженер 1-й категории  
лаборатории электрофизических  
измерений службы главного  
энергетика, метрологического  
обеспечения и охраны  
окружающей среды УП «МИНГАЗ»

## Причины и последствия эффекта магнитного дутья

Магнитное дутье является следствием наличия магнетизма в металле трубы. Причиной намагниченности трубопровода может стать применение внутритрубных передвижных магнитных дефектоскопов, предназначенных для контроля толщины стенки трубы, а также магнитопорошковой дефектоскопии для контроля качества продольного заводского шва. Самой распространенной причиной возникновения эффекта является влияние на трубы подземных и надземных высоковольтных линий электропередачи, расположенных в непосредственной близости от трасс прохождения газопроводов либо мест длительного хранения труб.

Все проводники, по которым протекает электрический ток, чувствительны к магнитным полям и сами способны их создавать. Это относится и к сварочной дуге. При прохождении электрического тока по сварочной цепи возникает собственное магнитное поле, способствующее появлению эффекта магнитного дутья. На выраженность этого эффекта влияют конфигурация и расположение деталей, а также толщина металла и сила сварочного тока.

При проведении сварочно-монтажных работ на трубопроводах газораспределительной системы эффект магнитного дутья приводит к разбрызгиванию горячего металла, прилипанию элек-

трода, а также отклонению дуги в продольном и поперечном направлении (рис. 1), что создает серьезные трудности при выполнении сварного шва.

## Подходы к размагничиванию трубопроводов

В связи с тем что намагниченность труб препятствует получению качественного сварного соединения, размагничивание труб перед сваркой является необходимой технологической операцией. Полностью устранить магнитное поле невозможно, поэтому при малых показателях намагниченности ее необходимо компенсировать. Для измерения характеристик магнитного поля и магнитных свойств материала трубы используются различные приборы, в том

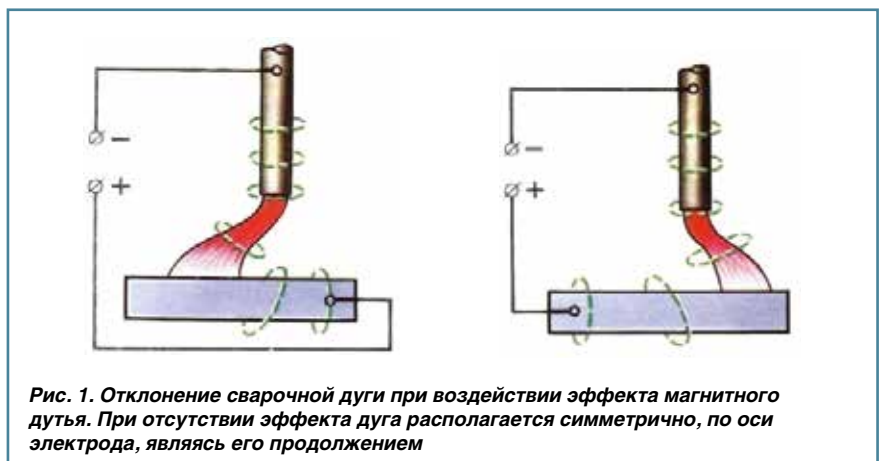




Рис. 2. Магнит компенсационный регулируемый МКР-1

числе индикаторы магнитного дутья и магнитометры.

Для устранения влияния магнитного дутья в процессе сварки трубопроводов используются компенсационные постоянные магниты в составе различных устройств. Последние имеют разные конструкции и делятся на независимые (не требующие наличия источника питания) и зависимые (с внешним источником питания). К независимым устройствам относятся регулируемые компенсационные магниты, к зависимым – сварочные выпрямители.

### Компенсационный регулируемый магнит

Одна из разновидностей независимых устройств – магнит компенсационный регулируемый (МКР), который удобно использовать при проведении работ в полевых условиях (рис. 2). Эффект магнитного дутья в данном случае устраняется путем создания магнитного поля, компенсирующего остаточный магнетизм изделия.

МКР используется на стальных трубопроводах диаметром от 60 мм и выше при любых толщинах металла трубы. Устройство представляет собой компактную П-образную магнитную систему, устойчивую к размагничиванию. Размеры зевов магнитов позволяют устанавливать их одновременно с трубным центратором.

МКР имеет регулировку для подбора нужных параметров, что позволяет быстро и эффективно нейтрализовать влияние магнитного дутья.

Одним из последних примеров применения данной технологии на объектах газораспределительной системы УП «МИНГАЗ» стало устранение магнитного дутья с помощью МКР на трубо-

проводе высокого давления диаметром 720 мм, которое работники предприятия выполнили совместно с представителями ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» в октябре текущего года.

### Сварочный выпрямитель

Сварочный выпрямитель предназначен для эффективного размагничивания и компенсации остаточных магнитных полей при сварке стыков труб, а также для размагничивания деталей конструкций и механизмов из ферромагнитных сталей. Устройство требует внешнего источника питания, подключается к напряжению 220 В либо 380 В (рис. 3). При работе магнита доступны два режима – размагничивание и компенсация. Первый режим устанавливается на начальном этапе работ с целью максимально снизить намагниченность конструкции, после чего устройство переводится во второй режим, который позволяет скомпенсировать остаточную намагниченность.

Технологически процесс выглядит следующим образом: на свариваемые трубы наматывают витки сварочного кабеля сечением от 25 мм<sup>2</sup> и несколько минут пропускают по нему постоянный ток силой 200–300 А от сварочного выпрямителя (рис. 4).

Устройство успешно используется для локального размагничивания перед сваркой как состыкованных участков трубопроводов диаметром 377–1420 мм, так и свободных концов труб.

### Заключение

Использование устройств с компенсационными магнитами позволяет обеспечить надежное размагничивание трубопроводов системы газоснабжения и исключить влияние эффекта магнитного дутья на качество сварочно-монтажных работ. Практика применения таких устройств в УП «МИНГАЗ» показала, что это один из наиболее эффективных способов повышения качества работ и, как следствие, сохранения устойчивости функционирования распределительной газопроводной системы.



Рис. 3. Сварочный выпрямитель



Рис. 4. Размагничивание трубопровода с использованием сварочного выпрямителя



# УМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕЙСТВИИ. ОПЫТ БЕЛЫНИЧСКОГО РАЙОНА ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

*Реальностью сегодняшнего дня стало стремительное развитие интеллектуальных технологий и их активное внедрение в различных отраслях экономики. Этот процесс охватил практически все сферы деятельности: государственные услуги, бизнес, образование и многое другое. Опыт внедрения умных технологий на производственной базе Белыничского района газоснабжения филиала ПУ «Могилевгаз» РУП «Могилевоблгаз» показал, что подобные нововведения дают многовекторный эффект.*



**Е.Е. ИЗЕРГИН,**  
главный инженер  
РУП «Могилевоблгаз»

В сентябре текущего года в рамках выполнения инвестиционной программы РУП «Могилевоблгаз» на 2020 год была завершена полная реконструкция производственной базы Белыничского РГС (рис. 1).

Уже на стадии технического задания проект предусматривал внедрение умных технологий, которые позволили бы упростить управление энергоресурсами и свести к минимуму влияние на данный процесс человеческого фактора. В октябре, по окончании реконструкции, на предприятии был введен в эксплуатацию комплекс «Умная база», состоящий из трех компонентов (рис. 2):

- диспетчеризация энергоресурсов;
- управление наружным освещением;
- управление отоплением.

## Диспетчеризация энергоресурсов

Производственная база Белыничского РГС включает мини-котельную, административно-бытовой корпус, склад хранения баллонов, гаражи и систему освещения. Система диспетчеризации потребляемых ими энергоресурсов объединяет приборы учета электроэнергии, воды, тепла, газа, находящиеся на балансе РГС, а также систему передачи данных (рис. 3).

Программное обеспечение позволяет вести на основе показаний счетчиков непрерывный учет потребления всех видов ресурсов и анализировать его динамику на каждом объекте в заданные промежутки времени (часы, дни, месяцы, годы).

Кроме того, можно дистанционно просмотреть все моментные параметры приборов учета (сила тока, напряжение, тепловой поток и т.д.). Анализ данных может



**Рис. 1. Обновленное здание Белыничского района газоснабжения**



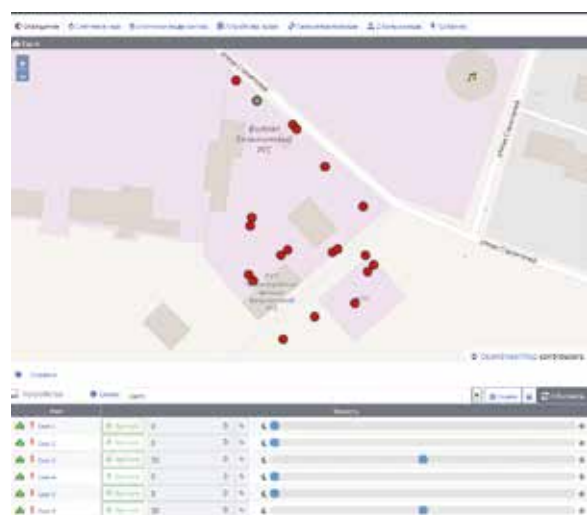
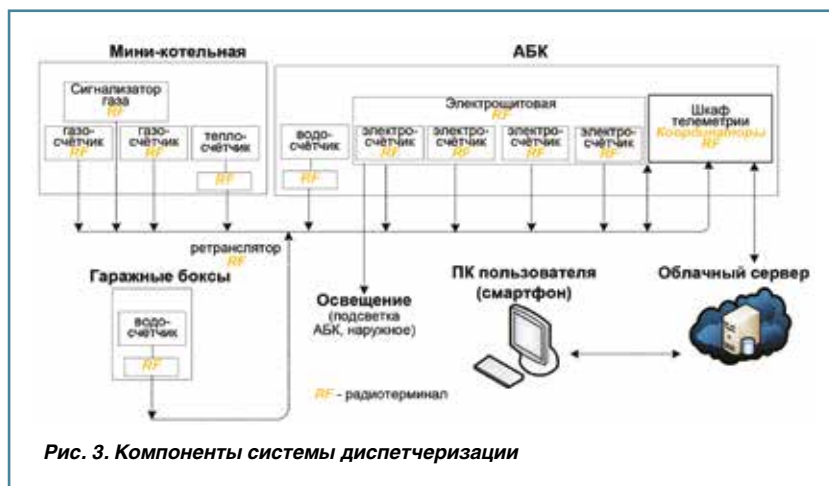
**Рис. 2. Компоненты «Умной базы» Белыничского РГС**

быть представлен в виде таблиц и графиков (рис. 4) и выведен для просмотра не только на стационарные, но и на мобильные устройства (телефон, планшет, компьютер).

## Управление наружным освещением

Наружное освещение производственной базы Бельничского РГС представляет собой совокупность 20 светодиодных радиоуправляемых светильников, для каждого из которых предусмотрена индивидуальная программа управления.

С помощью мобильного устройства (телефон, планшет, компьютер) программируется как время включения и выключения светильника, так и мощность светового потока (от 0 до 100 %). Все настройки могут быть выполнены вручную. Интерфейс программы управления наружным освещением представлен на рисунке 5.



## Управление отоплением

Помимо системы автоматизации работы мини-котельной, в комплексе «Умная база» реализована возможность поддержания заданных температур воздуха в различных группах помещений в зависимости от их назначения, режима труда персонала и т.д. (рис. 6)

Регулирование температуры происходит с помощью радиоуправляемых термозапорных клапанов на радиаторах отопления. Клапаны срабатывают либо по команде с мобильного устройства, либо автоматически. Например, при открытии окна в помещении подача теплоносителя в радиаторы прекращается.

## Заключение

Внедрение комплекса «Умная база» в Бельничском районе газоснабжения обеспечило решение ряда важных задач. На предприятии был организован дистанционный учет и контроль расхода газа, воды, тепла и электроэнергии, автоматизирована работа систем отопления и освещения. Это, в свою очередь, позволило не только сократить потребление энергоресурсов и затраты на их приобретение, но и создать комфортные условия труда для работников, а также повысить качество услуг, оказываемых населению.





# ФОРМИРОВАНИЕ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГАЗОТЕХНИЧЕСКОЙ ИНСПЕКЦИИ ГОСЭНЕРГОГАЗНАДЗОРА ПО ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ. ПЕРВЫЕ ИТОГИ

*Согласно Указу Президента Республики Беларусь от 28 февраля 2019 года № 92 в целях совершенствования системы органов государственного энергетического надзора, повышения эффективности их деятельности с 1 апреля 2019 года было создано государственное учреждение «Государственный энергетический и газовый надзор». В рамках учреждения были сформированы отдел газового надзора и газотехнические инспекции областных филиалов.*

Госэнергогазнадзор является важнейшим инструментом реализации требований нормативных правовых и технических нормативных правовых актов, в том числе локальных, в части безопасной и надежной эксплуатации систем энергоснабжения потребителей, а также вводных, внутренних газопроводов, газового оборудования и инженерных сетей вентиляции и дымоудаления многоквартирного жилого фонда.

Формирование газового надзора напрямую связано с проведенной в республике масштабной газификации и ростом числа абонентов – потребителей газа. Деятельность газотехнических инспекций направлена прежде всего на обеспечение безопасности жизни и здоровья населения при бытовой эксплуатации газового оборудования.

Безопасность при пользовании газом в быту зависит от состояния систем газоснабжения и газового оборудования в жилых домах, технического состояния дымовых и вентиляционных каналов и строгого выполнения требований безопасности самими потребителями. В связи с этим одной из основных задач газотехнических инспекций является организация и осуществление надзора за техническим состоянием в жилищном фонде вводных и внутренних газопроводов, газового оборудования и инженерных систем, обеспечивающих его безопасную эксплуатацию, а также за принятием мер по соблю-

дению гражданами требований безопасности при пользовании газом в быту.

Для организации работы газотехнической инспекции филиала Госэнергогазнадзора по Гомельской области были приглашены специалисты из числа работников газоснабжающих организаций, обладающие необходимым опытом деятельности в области газоснабжения, что позволило организовать в регионе эффективный газовый надзор практически с момента создания учреждения. Постоянное самообразование, тщательное изучение нормативных технических и правовых актов, действующих в Республике Беларусь и странах Содружества, позволяет инспекторам профессионально и объективно осуществлять надзорную и предупредительно-профилактическую деятельность в отношении объектов газопотребления.

Газотехнической инспекцией за относительно небольшой период ее существования проведена инвентаризация многоквартирного жилого фонда области, в котором используется газовое оборудование для целей отопления и горячего водоснабжения (в Гомельской области 756 таких домов), составлены реестры и списки поднадзорных потребителей из числа организаций – собственников многоквартирного газифицированного жилого фонда.

Согласно Положению о государственном энергетическом и газовом



**Н.Н. КИСЕЛЕВ,**  
начальник энергогазинспекции  
филиала Госэнергогазнадзора  
по Гомельской области



**С.В. ЧУЯНОВ,**  
заместитель начальника  
энергогазинспекции филиала  
Госэнергогазнадзора  
по Гомельской области

надзоре контроль за соблюдением требований законодательства в сфере энергетики и газоснабжения юридическими и физическими лицами, в том числе индивидуальными предпринимателями, должен осуществляться в форме мероприятий технического (технологического, поверочного) характера (МТХ) и мер профилактического и предупредительного характера, в том числе мониторингов. В рамках этих тре-

бований только за 10 месяцев текущего года специалисты газотехнической инспекции провели 197 МТХ, по результатам которых было выдано 187 требований (предписаний), опубликовано 12 статей в газетах, распространено 5406 памяток, проведено 2056 бесед с гражданами и др.

В ходе мониторингов и адресных проверок инспекторы осуществляют надзор за своевременностью обследования инженерных систем, прочистки вентиляционных и дымовых каналов, технического обслуживания и ремонта газоиспользующего оборудования. Для выполнения возложенных на газотехническую инспекцию задач и функций инспекторский состав был оснащен новыми легковыми автомобилями, оргтехник и приборами, позволяющими определять концентрацию угарного и горючих газов, наличие тяги в дымовых и вентиляционных каналах, а также средствами звуко-, видеозаписи и фотосъемки.



**Инспектор газотехнической инспекции Мозырского МРО С.В. Некрасова и председатель правления ЖПК № 15 г. Мозырь при осмотре вводного газопровода**

На системной основе организован обмен информацией с газоснабжающими и эксплуатирующими организациями, обслуживающими жилищный фонд граждан. Полученные сведения тщательно анализируются и используются как основа для планирования надзорной деятельности инспекций на объектах газопотребления и профилактической работы среди граждан.

С введением в действие Правил подготовки организаций к отопительному

сезону, его проведения и завершения, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14 мая 2020 года № 286, газотехнической инспекцией были скорректированы графики регистрации паспортов готовности потребителей тепловой энергии. В частности, в них были включены 95 многоквартирных жилых домов, оснащенных газовым отопительным оборудованием и газовыми водонагревателями, принадлежащих организациям негосударственной формы собственности.

В ходе подготовки к отопительному сезону 2020/2021 года специалисты газотехнической инспекции филиала приняли участие в работе 913 комиссий по проверке готовности к ОЗП систем теплоснабжения организаций – владельцев многоквартирного

жилого фонда (в том числе негосударственной формы собственности), в котором используется газовое оборудование для целей отопления и горячего водоснабжения.

Не остаются без внимания газотехнической инспекции и вопросы готовности систем газоснабжения жилых домов к вводу в эксплуатацию. Сотрудники инспекции принимают активное участие в их осмотре, а также в выдаче заключений о соответствии принимаемого в эксплуатацию объекта проектной документации требованиям безопасности и эксплуатационной надежности (п. 3.25 единого перечня административных процедур). Так, к октябрю текущего года было обследо-

вано 84 объекта строительства и по результатам обследований выданы заключения.

Специалистами филиала Госэнергогазнадзора по Гомельской области также ведется сбор информации об авариях и несчастных случаях, произошедших при пользовании газом в быту, в том числе подлежащих специальному расследованию. Накапливаются и анализируются сведения о происшествиях не только в Республике Бела-



**Инспектор газотехнической инспекции Гомельского МРО А.А. Фоменков при определении утечки газа на вводном газопроводе жилого дома**

русь, но и в Российской Федерации. Данная информация в дальнейшем используется для проведения работ профилактического и предупредительного характера: размещается на сайтах учреждений и исполнительных комитетов, в печатных средствах массовой информации, озвучивается на крупных торговых площадках, массовых мероприятиях, совещаниях и семинарах, лекциях и беседах в организациях и учреждениях образования.

При получении информации о нарушениях гражданами правил пользования газом в быту специалисты газотехнической инспекции начинают административный процесс в соответствии с Кодексом Республики Беларусь об административных правонарушениях.

С целью координации совместных действий по профилактике аварий и несчастных случаев при пользовании газом в быту ежегодно разрабатывается программа взаимодействия с газоснабжающими организациями и другими субъектами профилактики. Основные направления взаимодействия – проведение единых дней по предупреждению несчастных случаев среди персонала предприятий, организаций и индивидуальных предпринимателей, участие в уроках по основам безопасности жизнедеятельности в учреждениях образования, расследование причин аварий и несчастных случаев при использовании газового оборудования, совместное участие в массовых мероприятиях и др.



## В БЛОКНОТ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА

В рубрике подробно рассматриваются способы защиты сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током в местах их содержания. Обеспечение безопасности животных является актуальной задачей в условиях широкого внедрения современных технологий на животноводческих комплексах.

Во второй статье рубрики представлено техническое решение такой сложной задачи, как замена электропроводки системы TN-C в многоквартирном жилом доме на сеть TN-C-S. Это решение разработано техническим советом ГУ «Госэнергогазнadzор» в целях обеспечения электробезопасности жильцов.

Потребителям, эксплуатирующим тепловые сети, адресован материал о типичных нарушениях при их эксплуатации и основных нормативных требованиях в этой области.

На страницах нашего журнала вы можете получить разъяснения специалистов по насущным вопросам в области обеспечения безопасности и нюансам применения требований нормативных правовых актов при эксплуатации энергетических объектов.

Тел.: 293-46-82  
e-mail: 2934682@mail.ru  
[www.energystrategy.by](http://www.energystrategy.by)

## **УВЭП – эффективная защита сельскохозяйственных животных**

Современные животноводческие комплексы насыщены различными технологическими установками, предназначенными для облегчения труда работников и увеличения объемов товарной продукции отрасли. Штатное функционирование оборудования напрямую зависит от безопасной и надежной подачи электрической энергии. Тем не менее не исключены нарушения электроснабжения и возникновение аварийных ситуаций. Поэтому одним из первоочередных вопросов, которые должны решаться на предприятиях животноводства, является защита животных от поражения электрическим током при соприкосновении с проводящими элементами окружающих конструкций и оборудования.

### **Обеспечение защиты животных при аварийных режимах энергоснабжения**

Способы и методы обеспечения безопасности сельскохозяйственных животных определены ТКП 538-2014 (02150) «Защита сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током. Общие требования», введенным в действие постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 23 июля 2014 года № 37 (далее – ТКП 538).

В ходе эксплуатации электрических сетей и оборудования возможны различного рода неисправности и повреждения, приводящие к нарушениям энергоснабжения и возникновению следующих аварийных режимов (п. 4.2 ТКП 538):

- 1) однофазное замыкание на землю в сети напряжением до 1 кВ, включая обрыв и падение на землю фазного провода воздушной линии (далее – ВЛ);
- 2) замыкание на землю на стороне высшего напряжения на подстанциях 6/0,4, 10/0,4 и 35/0,4 кВ;
- 3) замыкание на землю в ВЛ напряжением 6, 10 и 35 кВ;
- 4) однофазное замыкание на корпус в сети напряжением до 1 кВ;
- 5) замыкание на землю на стороне высшего напряжения на подстанции глубокого ввода на напряжении 110 кВ;
- 6) замыкание на землю в ВЛ напряжением 110 кВ глубокого ввода.

Чтобы при указанных нарушениях не произошло поражения электрическим током животных, находящихся в помещениях и на открытых площадках, необходимо обеспечить их защиту.

Пунктом 4.2 ТКП 538 определено, что защиту сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током необходимо выполнять так, чтобы для аварийных режимов 1–3 (см. выше) напряжение прикосновения и напряжение шага для животных не превышали 12 В. Для аварийных режимов 4–6 эти значения зависят от времени действия защиты от замыканий (полное время отключения, равное сумме времени срабатывания основной релейной защиты и отключения коммутационного аппарата) и не должны превышать значений, указанных в таблице 1 (п. 4.1 ТКП 538). При этом для однофазного замыкания на корпус в сети напряжением до 1 кВ (аварийный режим 4) время действия защиты не должно превышать 0,4 с.

**Таблица 1. Время действия защиты от замыканий для аварийных режимов 4–6**

| Время возможного воздействия напряжения прикосновения, с | Наибольшее допустимое напряжение прикосновения, В |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 0,2                                                      | 150                                               |
| 0,5                                                      | 100                                               |
| 1,0                                                      | 75                                                |
| 5,0                                                      | 35                                                |
| 10,0                                                     | 25                                                |
| Свыше 10                                                 | Не более 12                                       |

### Устройство выравнивания электрических потенциалов

Для соблюдения вышеперечисленных требований ТКП 538 необходимо обеспечить выравнивание электрических потенциалов между участком пола, на котором находятся животные, и всеми доступными для их прикосновения металлоконструкциями, которые могут оказаться под потенциалом (автопоилки, трубопроводы, транспортеры для раздачи кормов и уборки навоза, ограждения и т.п.). Иными словами, на объекте необходимо выполнить искусственное устройство выравнивания электрических потенциалов (УВЭП).

Кроме искусственного, может быть выполнено устройство естественного выравнивания потенциалов (технологическими и строительными металлоконструкциями) либо комбинированное устройство, совмещающее оба указанных варианта. При этом переходные сопротивления всех соединений должны создавать уровень сопротивления петли «фаза-нуль», позволяющий обеспечить кратность тока однофазного замыкания на землю, необходимую для допустимого времени срабатывания защитных аппаратов.

К обязательно выполненному устройству (искусственному, естественному или комбинированному) должны быть присоединены все открытые и сторонние проводящие части, которых могут коснуться сельскохозяйственные животные. Эти части необходимо электрически соединить между собой, а также с арматурой строительных железобетонных конструкций специализированного здания животноводства и с нулевым защитным проводником электроустановки. Видимая связь с зануленным корпусом вводного щита, вводной трубой водопровода, корпусами технологических транспортеров выполняется при помощи сварки стальной полосой толщиной не менее 4 мм или катаной круглой сталью диаметром не менее 8 мм.

Рекомендуемые способы выполнения УВЭП приведены в приложении А ТКП 538.

Защиту посредством УВЭП необходимо выполнять в помещениях:

- с привязным содержанием животных;
- с беспривязным содержанием, если возможно прикосновение животных к зануленным металлическим конструкциям и трубопроводам;
- с индивидуальным содержанием.

На открытых площадках и манежах УВЭП выполняется в том случае, если эксплуатируется зануленное или стационарное электрифицированное оборудование.

Проверку достаточности использования естественного заземлителя для повторного заземления нулевого провода ВЛ и достаточности естественного выравнивания электрических потенциалов строительными и технологическими металлоконструкциями желательно осуществлять на стадии проектирования и обязательно – после завершения строительно-монтажных работ, а затем периодически не реже одного раза в год.

Напряжение прикосновения и напряжение шага переменного тока в зоне расположения животных при нормальных условиях эксплуатации не должны превышать 0,2 В.

На фермах и комплексах с содержанием 800 и более голов, а также на фермах для содержания животных особо ценных пород (независимо от поголовья) защита должна выполняться так, чтобы при аварийных режимах 1–3 напряжения прикосновения и шага не превышали 8 В.

### Требования к устройствам защиты в специализированных зданиях животноводства

Для защиты сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током в специализированных зданиях животноводства для содержания крупного рогатого скота и лошадей следует применять УВЭП, содержащие металлические стержневые и протяженные элементы, которые электрически соединены с технологическим оборудованием и строительными металлоконструкциями, доступными для прикосновения животных, и установлены в токопроводящем полу стойл, отделенных в горизонтальном направлении от зоны нулевого потенциала участком с высоким удельным сопротивлением (приложение А ТКП 538).

В специализированных зданиях животноводства для содержания свиней и овец защиту обеспечивают без применения специальных выравнивающих проводников за счет естественного выравнивания потенциалов, для чего достаточно надежной электрической связи технологических металлоконструкций с бетонным полом здания. При этом необходимо соединить проводящие части между собой и с нулевым защитным проводником электроустановки (заземленным вводным устройством). В обоснованных случаях (при отсутствии транспортеров и заглублении металлических стоек менее чем на 20 см) могут применяться изолирующие вставки.

При вводе в эксплуатацию здания с изолирующими вставками должен быть составлен обязательный акт на скрытые работы, подтверждающий отсутствие электрического соединения доступных для прикосновения животных металлоконструкций, находящихся за вставками, с другими заземленными металлоконструкциями (приложение Б ТКП 538). Без данного акта эксплуатация здания, в котором содержатся свиньи или овцы, не допускается, за исключением случаев, когда была выполнена проверка достаточности изолирующих свойств вставки и проведен визуальный осмотр с составлением актов согласно приложениям В и Г ТКП 538.

### Контроль исправности устройств защиты

Контроль исправности УВЭП или проверка достаточности естественного выравнивания потенциалов должны осуществляться одним из следующих способов:

- измерением распределения напряжений прикосновения и шага на полу стойл в местах размещения сельскохозяйственных животных;
- кратковременной (не более 0,05 с) подачей фазного напряжения сети (220 В в режиме холостого хода) с начальной фазой 80–100° или 260–280° непосредственно на зануленные металлоконструкции, которых могут касаться животные. При отсутствии реакции животных на подачу напряжения защита признается исправной.

При осуществлении контроля (проверки) должна быть обеспечена безопасность животных. Измерение напряжения прикосновения, напряжения шага, тока короткого замыкания и сопротивления заземления должно выполняться с помощью приборов, сертифицированных в Республике Беларусь, лабораторией, имеющей соответствующий аттестат аккредитации.



Предпусковой контроль исправности УВЭП или проверка достаточности естественного выравнивания электрических потенциалов должны проводиться в два этапа:

- I этап – на стадии окончания пусконаладочных работ непосредственно перед заполнением помещений сельскохозяйственными животными (за 1–2 дня). Если окажется, что измеренные на данном этапе значения напряжений прикосновения и шага в помещениях превышают допустимые (согласно пп. 4.2, 4.9, 4.10 ТКП 538), размещать животных в таких помещениях категорически запрещается;

- II этап – после заполнения помещений и содержания в них животных в течение одного месяца, то есть в период, когда увлажнение пола стойл выделениями животных достигнет того уровня, который имеет место в нормальном эксплуатационном режиме содержания. Если превышение напряжений обнаружено на этом этапе, немедленно должны быть приняты меры по обеспечению надежного выравнивания электрических потенциалов путем прокладки дополнительных элементов УВЭП.

Двухэтапный контроль в указанной последовательности необходимо проводить не реже одного раза в год после завершения пастбищного периода и перевода сельскохозяйственных животных на стойловое содержание. При круглогодичном содержании животных в помещении проверка также осуществляется не реже одного раза в год.

Дополнительные проверки исправности УВЭП проводятся:

- после капитального ремонта и реконструкции помещения;
- после капитального ремонта и реконструкции распределительных сетей 0,4 кВ и трансформаторных подстанций;
- при замене электропроводки;
- при реконструкции и модернизации технологического оборудования.

Результаты проверок оформляются актом согласно приложению Д ТКП 538.

Визуальный контроль исправности УВЭП персонал эксплуатирующей организации должен проводить не реже одного раза в 7 дней.

Меры по обеспечению электробезопасности людей и сельскохозяйственных животных в специализированных зданиях животноводства, насыщенных электрооборудованием и металлоконструкциями, определены в ГОСТ 30331.14-2001 (МЭК 364-7-705-84) «Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 705. Электроустановки сельскохозяйственных и животноводческих помещений».

**В.А. Харитонов, начальник Островецкого МРО филиала Госэнергогазнадзора по Гродненской области**

## Замена электропроводки системы TN-C в многоквартирном жилом доме

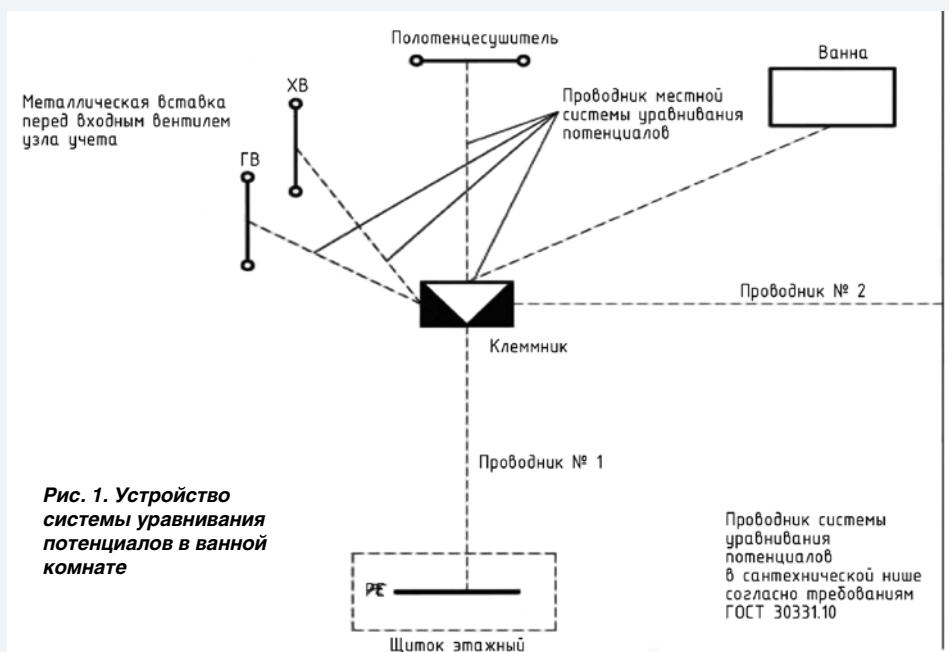
С вводом в действие на территории Республики Беларусь в 1999 году межгосударственного стандарта ГОСТ 30331.2-95 (МЭК 364-3-93) «Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики» была создана правовая база для применения системы заземления TN-C-S при строительстве жилых и общественных зданий. Это позволило решить проблемы обеспечения электробезопасности при эксплуатации электроприборов класса I, а также сделало возможным применение быстродействующих устройств защитного отключения, реагирующих на дифференциальный ток.

К сожалению, до сих пор в эксплуатации находится значительное количество объектов жилого фонда и общественных зданий с системой заземления TN-C, выполненной согласно требованиям ПУЭ. Между тем использование электроприборов класса I в сети TN-C нарушает эксплуатационные инструкции заводов-изготовителей в части электробезопасности. Особую угрозу для жизни и здоровья человека представляет использование приборов такого типа, подключенных к сети TN-C в ванных комнатах и душевых помещениях.

Следует также отметить, что аппараты защиты и электропроводка сети TN-C в старом жилом фонде, как правило, имеют срок эксплуатации 40–50 лет и на сегодняшний день устарели не только морально, но и физи-

чески, поскольку их пропускная способность не соответствует растущим мощностям бытовых приборов.

Замена сети TN-C в старом жилом фонде на сеть TN-C-S возможна только при проведении капитального ремонта дома с заменой инженерных коммуникаций и устройством основной и дополнительной систем уравнивания потенциалов. Сложность реализации данной задачи лежит не столько в материальной плоскости, сколько в инженерно-организационной. Поэтому эксплуатирующие организации предусматривают поэтапную замену инженерных коммуникаций в ходе капре-



**Рис. 1. Устройство системы уравнивания потенциалов в ванной комнате**

монта. При этом возникает ситуация, когда новая распределительная электросеть выполнена по системе TN-C-S, а внутриквартирная остается прежней.

Для обеспечения электробезопасности в таких квартирах решением технического совета ГУ «Госэнергогазнадзор» от 31 марта 2020 года было предложен следующий подход. В сантехнической нише по стояку прокладывается магистральный проводник системы уравнивания потенциалов (СУП), связанный с главной заземляющей шиной, от него в помещении ванной прокладывается проводник № 2 к клеммной коробке СУП, от которой, в свою очередь, осуществляется присоединение сторонних проводящих частей в зонах 1–3 ванной комнаты (см. статью «Требования по обеспечению электробезопасности в ванных комнатах и душевых кабинках», журнал «Энергетическая стратегия, № 2(74), 2020 год).

## Основные аспекты эксплуатации тепловых сетей потребителей

В Беларуси насчитывается 22 тыс. потребителей тепловой энергии, в том числе 4 тыс. промышленных и приравненных к ним; 103 тыс. агропромышленных; 16,5 тыс. непромышленных, к которым относятся учреждения образования, лечебные и детские дошкольные учреждения, а также многоквартирные жилые дома. В собственности многих потребителей находятся тепловые сети, за эксплуатацию которых отвечают специально назначенные лица. Между тем далеко не все они обладают необходимым объемом знаний в этой области.

Надежность систем теплоснабжения зависит от множества факторов, важнейшим из которых является правильная эксплуатация. На территории республики вопросы эксплуатации тепловых систем регламентированы Правилами технической эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей потребителей (ПТЭ) и Правилами техники безопасности при эксплуатации теплоиспользующих установок и тепловых сетей потребителей (ПТБ), утвержденными постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 11 августа 2003 года № 31. Кроме того, на тепловые сети также распространяются требования строительных правил СН 4.02.01-2019 «Тепловые сети».

Документами, в частности, предусмотрено, что тепловые сети потребителей перед началом отопительного сезона, а также после окончания ремонта должны быть подвергнуты гидравлической опрессовке на прочность и плотность. Гидравлические испытания необходимо проводить при положительных температурах наружного воздуха. Все виды испытаний оформляются соответствующими актами.

Среди нарушений нормативных требований при эксплуатации тепловых сетей потребителей чаще всего встречаются следующие:

- отсутствие или неисправность запорной арматуры:
  - на отходящих от теплоисточника трубопроводах всех диаметров с любыми параметрами теплоносителя;
  - на трубопроводах водяных тепловых сетей диаметром 100 мм и более. При этом расстояние между регулируемыми устройствами запорной арматуры не должно превышать 1000 м;
  - в местах ответвлений на трубопроводах диаметром 100 мм и более водяных и паровых тепловых сетей, а также к отдельным зданиям. В этом случае потери тепловой энергии, обусловленные утечкой теплоносителя, составляют 10–15 %;
- отсутствие или неисправность штуцера с запорной арматурой для спуска воды (спускные устройства) в нижних

В качестве дополнительной меры защиты в этажном щитке размещается устройство защитного отключения, реагирующее на дифференциальный ток. При этом предусматривается установка клеммной коробки, связанной с РЕ-шиной, что позволяет обеспечить безопасное подключение проводника № 1 при замене владельцем квартиры двухпроводной электропроводки на трехпроводную. Во многом данное решение является компромиссным, однако оно позволяет не только заменить старую внутриквартирную сеть на сеть TN-C-S, но и реализовать все требования действующих ТНПА к системе уравнивания потенциалов в ванных комнатах.

**Е.А. Щенников, начальник электротехнической группы № 1 Могилевского МРО филиала Госэнергогазнадзора по Могилевской области**

точках трубопроводов водяных тепловых сетей, конденсаторов и секционируемых участков;

- отсутствие или неисправность штуцера с запорной арматурой для выпуска воздуха (воздушки) в высших точках трубопроводов водяных тепловых сетей и на каждом секционном участке;
- отсутствие устройств измерения для контроля параметров теплоносителя тепловой сети:
  - температуры в подающих и обратных трубопроводах;
  - давления воды в подающих и обратных трубопроводах до и после секционирующих задвижек и регулирующих устройств, в прямом и обратном трубопроводах ответвлений перед задвижкой;
  - давления пара в трубопроводах ответвлений перед задвижкой;
- отсутствие в теплофикационных камерах гильз для термометров и штуцеров для манометров;
- отсутствие надежной компенсации тепловых удлинений трубопроводов;
- отсутствие или неисправность тепловой изоляции трубопроводов, арматуры, компенсаторов, фланцевых соединений и скользящих опор труб. Потери тепловой энергии в этом случае составляют 5–10 %;
- отсутствие антикоррозийного покрытия поверхности трубопроводов и металлических конструкций тепловой сети (балки, опоры, эстакады и т.п.);
- отсутствие указательных надписей на вентиллях и задвижках трубопроводов тепловой сети согласно схеме;
- отсутствие опознавательной окраски трубопроводов тепловой сети;
- отсутствие обводной линии (байпаса) на трубопроводах:
  - диаметром 500 мм и более при условии давления 1,6 МПа;
  - диаметром 300 мм и более при условном давлении 2,5 МПа;
  - диаметром 200 мм и более при условном давлении 106 МПа (на паровых сетях).

Соблюдение нормативных требований при эксплуатации тепловых сетей потребителей позволит обеспечить их надежность и безаварийность, а своевременное устранение нарушений в эксплуатации – сэкономить 10–15 % тепловой энергии.

**Г.А. Могилат, к.т.н., доцент ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»**



# ИННОВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

*Развитие электросетевой инфраструктуры в каждой стране определяется прежде всего ростом производства электроэнергии. Потери электроэнергии в процессе ее транспорта по электрическим сетям приводят к дополнительному расходу топлива на электростанциях и снижению пропускной способности сети. В этой связи задачам качественного расчета и особенно оптимизации уровня технологического расхода (потерь) электроэнергии уделяется самое пристальное внимание как в республике, так и за рубежом [1]. В статье предложены инновационные подходы к расчету технологического расхода электроэнергии в сетях.*



**М.И. ФУРСАНОВ,**  
д.т.н., профессор, заведующий  
кафедрой «Электрические  
системы» БНТУ

## Annotation

*The development of the power grid infrastructure in each country is determined primarily by the growth of electricity production. Losses of electricity during transmission through electrical networks lead to additional fuel consumption at power plants and reduce networks flow capacity. In this case, the main attention is paid to the tasks of high-quality calculation and especially optimization of technological consumption level (electricity losses). The article contains innovative approaches to calculating the technological consumption of electricity in electrical networks.*

*Статья поступила в редакцию 4 ноября 2020 года*

Расчеты потерь электроэнергии в электрических сетях проводят с целью решения технико-экономических задач, а также задач, связанных с взаимодействием с вышестоящими государственными и ведомственными организациями.

Инновационный анализ технического расхода (потерь) электроэнергии в электрических сетях энергосистем требует решения следующих основных проблем:

- определение потерь электроэнергии во всех элементах электрических сетей для каждого класса номинальных напряжений;
- расчет и анализ оптимумов (минимумов) потерь, экономически обоснованных потерь и резервов снижения фактических потерь электрической энергии;
- определение потенциала и путей экономического снижения потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем.

## Определение потерь электроэнергии в электрических сетях Белорусской энергосистемы

Для решения данной задачи в Республике Беларусь разработан и утвержден действующий стандарт ГПО «Белэнерго» [2] и инструкция [3]. С целью качественной оценки потерь все электрические сети Объединенной энергосистемы (ОЭС) Беларуси разделены на три самостоятельные группы:

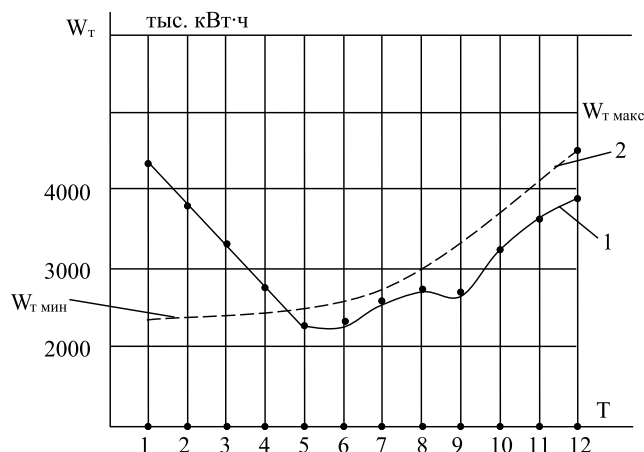
- системообразующие электрические сети 220–330 кВ;
- питающие электрические сети 35–110 кВ;
- распределительные электрические сети 0,38–10 кВ.

Расчеты потерь электрической энергии выполняются на основе современных программно-вычислительных комплексов POTER1 и DWRES, разработанных научно-исследовательской

группой кафедры «Электрические системы» БНТУ [4–15].

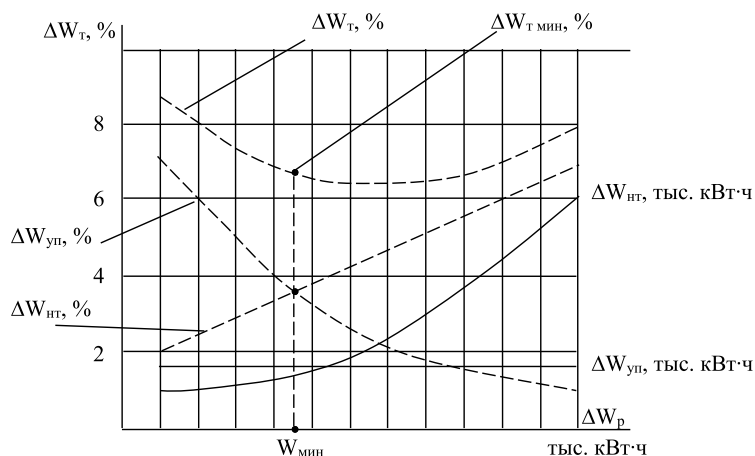
В системообразующих сетях 220–750 кВ суммарная величина нагрузочных потерь определяется без учета данных об активной ( $W_p$ ) и реактивной ( $W_o$ ) электроэнергии каждой линии и трансформатора, зафиксированных цифровыми приборами учета оперативно-измерительных комплексов.

В распределительных сетях 0,38–10 кВ потери считаются с помощью ПВК DWRES. Методика данной программы очень перспективна, так как позволяет выполнять оперативный расчет технических потерь электроэнергии на основе современных телемеханических графиков нагрузки на головных участках линий 6–10 кВ, графиков дополнительно установленных приборов учета нагрузок 6–10 кВ и источников распределенной генерации. Нагрузки потребителей 0,38 кВ задаются в виде



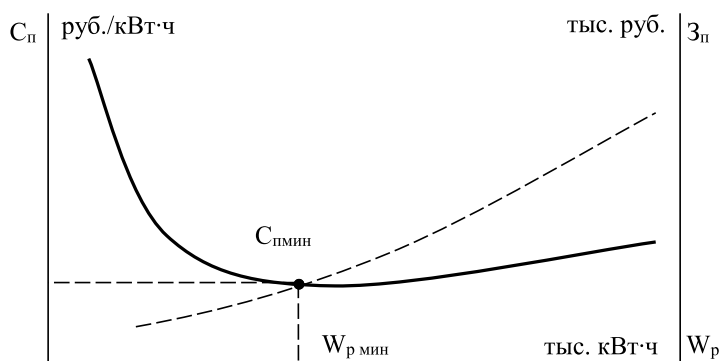
**Рис. 1. Динамика пропуска электрической энергии  $W_T$  в сети РЭС «Х» за 12 месяцев:**

1 – фактический годовой график  $W_T$ ; 2 – годовой график электроэнергии, построенный от  $W_{T \text{ мин}}$  графика 1 до  $W_{T \text{ макс}}$  графика 2



**Рис. 2. Динамика технических потерь электроэнергии  $\Delta W_T$  в зависимости от отпуска электрической энергии  $W_P$ :**

$\Delta W_{нт}$  – нагрузочные потери электроэнергии в линиях и трансформаторах;  $\Delta W_{уп}$  – условно-постоянные потери холостого хода трансформаторов;  $\Delta W_T$  – суммарные относительные технические потери ( $\Delta W_T = \Delta W_{нт} + \Delta W_{уп}$ , %)



**Рис. 3. Динамика показателей  $C_n$  и  $Z_n$  (пунктирная линия) в функции  $W$**

активных и реактивных мощностей и относительных единиц типовых графиков нагрузки. Новый способ позволяет определять нагрузочные потери электроэнергии на всех участках распределительных сетей 0,38–10 кВ с такой точностью, что расчетные потоки электрической энергии на головных участках линий 6–10 кВ оказываются равны данным фактических телеизмерений. Информация об используемых телемеханических графиках нагрузки сохраняется в базах данных, а результаты расчета потерь отображаются в виде таблиц и графических схем.

В питающих электрических сетях 35–110 кВ суммарная величина нагрузочных потерь определяется методом средних нагрузок. В этом случае квадрат коэффициента формы графика нагрузки  $K_f^2$  каждого элемента сети достаточно точно вычисляется на основе максимального ( $P_{\text{макс}}$ ) и минимального ( $P_{\text{мин}}$ ) значений активной мощности  $P$  в расчетном периоде.

Общая величина технологического расхода электроэнергии в электрических сетях энергосистем – это норматив потерь (нормативные потери), который представляет собой сумму технологических потерь и сезонной составляющей потерь электроэнергии.

Технологические потери электроэнергии включают:

- технические потери, обусловленные физическими процессами в проводниках и электрооборудовании при передаче электроэнергии по сетям;
- потери, обусловленные допустимыми погрешностями систем учета электроэнергии;
- расход электроэнергии на собственные нужды подстанций.

### Понятие и определение технологического оптимума (минимума) расхода (потерь) электрической энергии

Когда задача определения потерь электроэнергии в сетях решена, возникает сложный вопрос: какой должна быть целесообразная величина этих потерь и как ее обеспечить? Решение может быть получено на основе изучения аналитических зависимостей потерь  $\Delta W_T$  в относительных (%) и абсолютных (тыс. кВт·ч) единицах от пропуска (загрузки) электрической энергии



$W_T$  за время работы электрооборудования  $T$ , ч (месяц, квартал или год).

Проанализируем данные зависимости на примере общего анализа режима работы РЭС «Х» – условного района электрических сетей 0,38–10 кВ (рисунки 1, 2).

Из рисунка 2 видно, что суммарная величина годовых относительных потерь электроэнергии зависит от величины отпуска в сеть РЭС «Х» и имеет минимум  $\Delta W_{T \text{ мин}}$ , %. Построенные кривые демонстрируют, что минимум суммарных относительных технических потерь электроэнергии  $\Delta W_T$ , %, соответствует равенству условно-постоянных ( $\Delta W_{уп}$ ) и переменных нагрузочных ( $\Delta W_{нт}$ ) потерь в процентах при величине  $W_{мин}$ , которая соответствует минимальному отпуску электроэнергии.

Таким образом, при данном оптимальном отпуске электроэнергии в сеть ( $W_{мин}$ ) минимум относительных технических потерь электроэнергии ( $W_{T \text{ мин}}$ , %) соответствует равенству условно-постоянных ( $\Delta W_{уп}$ ) и переменных ( $\Delta W_{нт}$ ) потерь.

В этом случае суммарные технические потери  $\Delta W_T$  за расчетный период  $T$  можно представить следующим образом:

$$\Delta W_T = \Delta W_{уп} + \Delta W_{нт} = k_{уп} T + k_{нт} \frac{W_p^2}{T}, \quad (1)$$

где  $k_{уп}$  – условно-постоянные потери мощности,  $k_{уп} = \Delta W_{уп} / T$ , кВт·ч;  $k_{нт}$  – численное значение коэффициента

$$k_{нт} = \frac{\Delta W_{нт} T}{W_p^2}. \quad (2)$$

Оптимальное значение нормативной величины технических потерь достигается при равенстве  $\Delta W_{уп}$  и  $\Delta W_{нт}$ :

$$k_{уп} T = k_{нт} \frac{W_p^2}{T}. \quad (3)$$

Это равенство соответствует следующей величине отпуска электроэнергии  $\Delta W_p$  в сеть:

$$W_p \sqrt{\frac{(k_{уп} T) T}{k_{нт}}}. \quad (4)$$

При данном отпуске электроэнергии минимальный процент технических потерь  $\Delta W_T$ , %, будет определяться по формуле

$$\Delta W_T, \% = 2 \frac{\Delta W_{нт}}{W_p} 100\%. \quad (5)$$

Как правило, необходимое постоянное значение отпуска электрической энергии  $W_T$  поддерживать невозможно. Поэтому для снижения потерь мощности и энергии в электрических сетях до минимума  $\Delta W_T$  без капитальных затрат следует дополнительно прибегать к организационным (эксплуатационным) мерам. Они могут включать:

- повышение уровней рабочих напряжений в электрических сетях;
- управление потоками мощности в неоднородных сетях;
- размыкание замкнутых сетей в оптимальных точках;
- оптимизацию режимов реактивной мощности;

- оптимизацию режимов новых источников распределенной генерации;
- оптимизацию режимов работы трансформаторов;
- выравнивание нагрузок фаз;
- сокращение времени ремонтов и др.

Снижение потерь электроэнергии в сетях может быть достигнуто не только организационными методами. Более грамотно решать эти проблемы с применением экономических инструментов.

## Снижение потерь в электрических сетях экономическими методами

В соответствии с разработанными теоретическими подходами к определению уровня потерь, в качестве критерия оптимального состояния сети следует принимать не минимум технических потерь, а их экономически обоснованные значения, полученные из условия минимальной стоимости передачи электрической энергии  $C_n$  [11–15]. Какими же конкретными путями может быть реализован данный подход?

Аналитические зависимости стоимости электроэнергии  $C_n$  и затрат на ее передачу  $Z_n$  от отпуска электроэнергии  $W$  имеют вид, похожий на кривые  $\Delta W\% = f(W_p)$  и  $\Delta W = f(W_p)$ .

Из рисунка 3 видно, что зависимость  $C_n = f(W)$  имеет минимум  $C_{п \text{ мин}}$  (отмечен точкой на сплошной линии), соответствующий равенству постоянной и переменной составляющих стоимости передачи  $C_n$ . Такое равенство соответствует минимуму стоимости  $C_{п \text{ мин}}$  по отпуску электрической энергии  $W_{р \text{ мин}}$ . Возникает вопрос: как экономически получить значение  $W_{р \text{ мин}}$ ?

Надо отметить, что эта задача является в высшей степени сложной и до сих пор не получила универсального решения. Она относится к классу многомерных задач дискретного программирования. В самом общем виде критерий оптимальности такой задачи выглядит следующим образом.

В общем виде суммарные приведенные затраты  $Z$  определяются по формуле

$$Z = E_n K + И, \quad (6)$$

где  $E_n$  – ссудный (банковский) процент;  $K$  – капитальные затраты на внедрение мероприятий;  $И$  – ежегодные издержки (себестоимость продукции).

Рассмотрим суммарные капитальные вложения на примере разомкнутых электрических сетей 6–20 кВ:

$$K = \sum_1^n K_{Fi} + \sum_1^m K_{Sj} + \sum_1^l K_{Qk}, \quad (7)$$

где  $K_{Fi}$  – капитальные вложения на замену провода (кабеля) сечением  $F$  на  $i$ -м участке сети;  $K_{Sj}$  – капитальные вложения на замену  $j$ -го трансформатора  $S$ ;  $Q_k$  – компенсирующее устройство.

Суммарные затраты на капитальный ремонт и реконструкцию электрических сетей (их элементов) состоят из определенных составляющих. Например, общая величина  $K_{Fi}$  равна

$$K_{Fi} = K_{cmi} + K_{ofi} + K_{npi} + K_{dmi} - K_{li}, \quad (8)$$

где  $K_{см}$  – стоимость строительно-монтажных работ;  $K_{оф}$  – стоимость провода (кабеля);  $K_{дм}$  – стоимость демонтажа;  $K_{л}$  – ликвидная стоимость;  $K_{пр}$  – прочие затраты.

Для определения основных величин формулы (8), таких как  $K_{см}$ ,  $K_{дм}$  и т.д., должны быть получены формулы вида

$$K_{см} = a_{см} + b_{см} F_i. \quad (9)$$

Аналогичным образом должны определяться все ежегодные издержки И:

$$И = И_a + И_o + З, \quad (10)$$

где  $И_a$  – издержки на амортизацию,  $И_a = \frac{P_a \%}{100} K$ ;  $И_o$  – обслуживание

провода,  $И_o \% = \frac{P_o \%}{100} K_F$ ;  $З$  – стоимость потерь

электрической энергии  $\Delta W$ .

Эти формулы позволяют вычислить  $\Sigma K_{Fi}$  и аналогичным образом  $\Sigma K_{Si}$ ,  $\Sigma K_{Qi}$ ,  $И_{Fi}$ ,  $И_{Si}$ ,  $И_{Qi}$ .

В данном случае величина  $З$  складывается из трех составляющих:

$$З = З_F + З_S + З_Q, \quad (11)$$

которые учитывают следующие значения оптимизирующих параметров:

$$\begin{aligned} F &= (F_1, F_2, \dots, F_n), \\ S &= (S_1, S_2, \dots, S_m), \\ Q &= (Q_1, Q_2, \dots, Q_k). \end{aligned} \quad (12)$$

В соответствии с теорией чувствительности для математической оценки чувствительности любого обобщенного показателя  $Y$  (в рассматриваемом случае это  $З$ ) к изменению любого влияющего фактора  $X_j$  ( $F_i$ ,  $S_j$  или  $Q_k$ ) используются обычные частные производные чувствительности показателя  $S_j$ :

$$S_j = \frac{\partial Y}{\partial X_j}. \quad (13)$$

Показатели чувствительности позволяют оценить величину изменения  $Y$  в зависимости от изменения каждого фактора  $X_j$ , но не дают представления о силе влияния отдельных исходных данных  $X_j$  на изучаемый показатель. Для этой цели используется более общий показатель чувствительности – коэффициент эластичности, который показывает относительное изменение обобщенного показателя  $Y$  при изменении  $X_j$ :

$$\delta_j = S_j \frac{X_j}{Y}. \quad (14)$$

Поэтому аналогичным образом будут выглядеть формулы для расчета коэффициентов эластичности затрат  $З$  к изменению сечений проводов  $F_i$ , мощности трансформаторов  $S_j$  и компенсирующих устройств  $Q_k$ :

$$\frac{\partial Z}{\partial F_i} \cdot \frac{F_i}{Z}, \frac{\partial Z}{\partial S_j} \cdot \frac{S_j}{Z}, \frac{\partial Z}{\partial Q_k} \cdot \frac{Q_k}{Z}. \quad (15)$$

Рассчитанные по формулам (15) коэффициенты эластичности ранжируются по абсолютной величине, и для участка сети с максимальным коэффициентом эластичности отыскивается новое значение оптимизируемого параметра ( $F_i$ ,  $S_j$  или  $Q_k$ ), для которого с учетом дискретности шкалы  $\partial Z / \partial F_i$ ,  $S_j / Z$  или  $Q_k / Z = 0$  и выполняются технические ограничения суммарных затрат. В итоге они соответствуют экономически обоснованным значениям потерь электрической энергии.

## Выводы

1. Инновационный анализ технологического расхода электроэнергии в электрических сетях энергосистем включает три основных вопроса: расчет величины потерь, определение ее минимума и экономическое снижение.

2. Расчеты потерь электрической энергии во всех сетях энергосистемы выполняются современными программно-вычислительными комплексами, разработанными коллективом кафедры «Электрические системы» БНТУ на основе телемеханических получасовых графиков нагрузки и источников распределенной генерации. Результаты расчета могут распечатываться в виде таблиц или отображаться на различных схемах.

3. Технологический оптимум расхода электрической энергии может соответствовать равенству условно-постоянных и переменных потерь или минимуму стоимости электроэнергии.

4. Снижение потерь мощности и электроэнергии, соответствующих минимуму потерь, необходимо выполнять организационным (эксплуатационным) путем без капитальных затрат.

5. Снижение потерь мощности и электроэнергии, соответствующих минимуму стоимости электрической энергии, необходимо выполнять на основе технических ограничений суммарных затрат. Решение этой комплексной задачи возможно в будущем.

## Список литературы

1. Воротицкий, В.Э. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях: справочное-методическое издание / Под общ. ред. А.Г. Вакулко. – М.: Интехэнерго-издат; Теплоэнергетик, 2016. – 336 с.
2. Методика расчета и обоснования нормативов расхода электроэнергии на ее передачу по электрическим сетям: СТП 09110.09.455-11. – Минск: ГПО «Белэнерго», 2012. – 50 с.
3. Инструкция по расчету и обоснованию нормативов расхода электроэнергии на ее передачу по электрическим сетям: СТП 110.09.455-11: утв. ГПО «Белэнерго» 28.12.2011. – Минск: Минэнерго Республики Беларусь, 2013. – 44 с.
4. Фурсанов, М.И. Потери электроэнергии в электрических сетях / М.И. Фурсанов // Энергетическая стратегия. – № 3(63). – 2018. – С. 11–15.
5. Фурсанов, М.И. Расчет технологического расхода (потерь) электроэнергии в современных распределительных электрических сетях 0,38–10 кВ / М.И. Фурсанов, А.А. Золотой, В.В. Макаревич // Энергетика. Изв. высш. учебных заведений СНГ. – 2018. – Т. 61. – № 5. – С. 408–422.
6. Фурсанов, М.И. Определение и анализ электроэнергии в электрических сетях энергосистемы / М.И. Фурсанов. – Минск: УВНЦ при УП «Белэнергосбережение», 2005. – 208 с.
7. Фурсанов, М.И. Методические принципы расчета и анализа разомкнутых электрических сетей с несколькими источни-



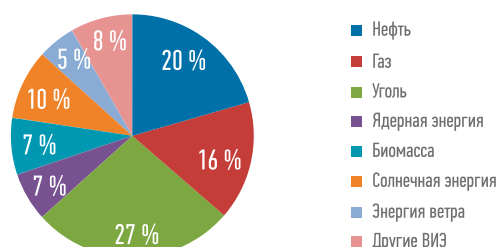
- ками питания / М.И. Фурсанов, А.А. Золотой, В.В. Макаревич, А.Н. Муха // Энергетика. Изв. вузов. – 2009. – № 3. – С. 5–13.
8. Фурсанов, М.И. Оперативные расчеты потерь электроэнергии в электрических сетях 0,38–10 кВ ОЭС Беларуси / М.И. Фурсанов, В.В. Макаревич // Энергетика. Изв. высш. учебных заведений СНГ. – 2013. – № 5. – С. 11–17.
  9. Фурсанов, М.И. Оперативные расчеты потерь электроэнергии в электрических сетях 35 кВ ОЭС Беларуси / М.И. Фурсанов, В.В. Макаревич // Энергетика. Изв. высш. учебных заведений СНГ. – 2013. – № 4. – С. 5–13.
  10. Фурсанов, М.И. Теоретические и алгоритмические основы определения и анализа оптимальных уровней потерь электроэнергии в электрических сетях 6–20 кВ / М.И. Фурсанов, В.В. Макаревич // Энергетика. Изв. высш. учебных заведений СНГ. – 2003. – № 2. – С. 9–17.
  11. Фурсанов, М.И. Оптимальные уровни потерь в распределительных сетях / М.И. Фурсанов // Энергетика. Изв. высш. учебных заведений СНГ. – 2014. – № 5. – С. 15–26.
  12. Фурсанов, М.И. Нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях Белорусской энергосистемы. Состояние и перспективы / М.И. Фурсанов // Энергетика. Известия высших учебных заведений СНГ. – 2015. – № 2 (44). – С. 34–38.
  13. Фурсанов, М.И. Оптимальные технические потери электроэнергии в силовых трансформаторах распределительных электрических сетей / М.И. Фурсанов // Энергетическая стратегия. – 2016. – № 2 (50). – С. 42–45.
  14. Фурсанов, М.И. Оптимальные технические потери в распределительных электрических сетях / М.И. Фурсанов // Энергетическая стратегия: Научно-практический журнал. – 2016. – № 3 (51). – С. 25–28.
  15. Фурсанов, М.И. Экономически обоснованные потери электроэнергии в распределительных электрических сетях / М.И. Фурсанов // Энергетическая стратегия. – 2016. – № 5 (53). – С. 45–47.

## К СВЕДЕНИЮ

### Прогноз мирового потребления первичных энергоресурсов

Согласно прогнозу компании Exxon Mobil Corporation, к 2050 году произойдет сокращение использования нефти до 20 % от суммарного потребления первичных энергоресурсов в мире. Также сократится потребление угля и газа. Наиболее динамично будут развиваться ВИЭ, прежде всего солнечная, ветровая энергетика и использование биомассы.

Структура потребления первичных энергоресурсов в мире, прогноз на 2050 год

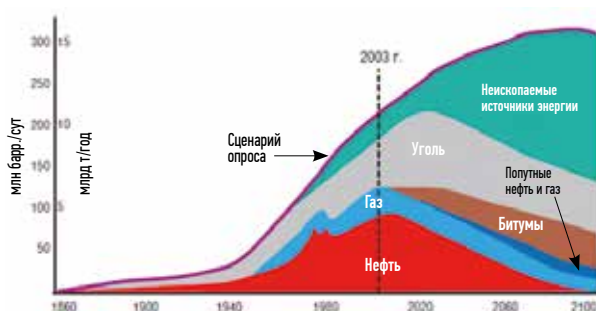


Источник:  
Shell Energy Scenarios to 2050

Подлинная энергетическая революция развернется в середине XXI века. Согласно прогнозу, проведенному для Межправительственной группы экспертов по изменению климата ООН, радикально изменится структура первичных источников энергии: за счет ядерной энергии и ВИЭ еще больше сократится доля нефти и других ископаемых видов топлива. Более того, к концу XXI века они смогут обеспечивать более половины потребления первичных энергоресурсов в мире. Значительное сокращение объемов использования ископаемого топлива позволит в период 2040–2050 годов постепенно уменьшить загрязнение атмосферы.

Поворот охватит и сферу энергопотребления, в результате темпы его роста будут продолжать снижаться, а к концу века начнут сокращаться и абсолютные объемы мирового потребления энергии.

Прогноз структуры энергопотребления в мире до 2100 года



Источник:  
Энергетика России. Проблемы и перспективы. – М.: Наука, 2006

<https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/energeticheskaya-revolutsiya-xxi-vek-perezagruzka/>



# 100 ЛЕТ БНТУ

## Энергетический факультет: ОТ ИСТОКОВ К СОВРЕМЕННОСТИ

**10 декабря 2020 года ведущий технический вуз республики – Белорусский национальный технический университет – отметил столетие со дня образования. Вместе с БНТУ вековой юбилей празднует и энергетический факультет.**

### Из истории. Стране нужны инженерные кадры

История университета начиналась в очень тяжелые для Беларуси годы. Сказывались последствия первой мировой войны, в стране были голод и разруха, практически все образованные технические кадры выехали в Москву, Петроград и другие промышленные центры бывшей Российской империи. На всей территории БССР не было ни одного высшего учебного заведения технического профиля – только средние специальные, среди которых Минское политехническое училище (техникум). 10 декабря 1920 года постановлением Военно-революционного комитета БССР училище было преобразовано в Белорусский государственный политехнический институт (БГПИ), или просто политехникум.

Первоначально институт имел всего шесть факультетов, в том числе электротехнический, который и стал прародителем современного энергетического

факультета. Первый набор института насчитывал 305 студентов, 41 из них были зачислены на электротехнический факультет. Для сравнения, в настоящее время только на дневное отделение энергетического факультета набирается 300–350 студентов.

В последующие годы институт пережил ряд преобразований и в своем нынешнем виде сформировался в 1933 году, получив новое название – Белорусский политехнический институт (БПИ). Тогда же в составе БПИ появился энергетический факультет, студенты которого обучались по двум специальностям – электротехнической и теплотехнической.

Формирование преподавательского состава и организация учебных лабораторий проходили в непростых условиях. Тем не менее к 1938 году на факультете были созданы лаборатории электротехники, электрических измерений, электрических машин, теплотехники и другие с достаточно современным на то время оборудованием. Приглашались препода-



**Е.Г. ПОНОМАРЕНКО,**  
к.т.н., доцент, декан  
энергетического факультета БНТУ

даватели из Московского энергетического и Киевского политехнического институтов. В эти вузы, а также в Ленинградский электротехнический институт студенты БПИ направлялись для прохождения лабораторной практики по специальным дисциплинам. Развитие института прервала Великая Отечественная война. В военные годы студенты, выпускники и преподаватели внесли свой вклад в энергоснабжение военно-промышленного комплекса страны.

### Послевоенные годы. Возрождение

После войны Минск лежал в руинах. Печальная участь не миновала и БПИ: на месте учебных корпусов остались пепелища, груды разбитого кирпича и искореженного металла. Оборудование лабораторий и кабинетов, книги из библиотеки были вывезены оккупантами.

Тем не менее в 1946 году деятельность энергетического факультета возобновилась. Возглавил факультет доцент А.И. Руцкий. Обучение по-прежнему велось по двум специальностям – «Производство и распределение электроэнергии» и «Котельные и теплотехнические установки». В том же году были открыты профилирующие



Преподаватели кафедры «Электрические станции», 1958 год



*Студенты БНТУ на мосту по добыче бурого угля, Германия, 2012 год*

кафедры – «Электрические станции, сети и системы» под руководством декана факультета и «Котельные и теплоэнергетические установки», которой заведовал доцент Г.И. Добкин.

В первые послевоенные годы студенты получали знания в исключительно тяжелых условиях: не хватало письменных принадлежностей, бумаги и учебников, занятия проводились в холодных полуразрушенных зданиях. Много усилий было положено на восстановление учебных корпусов и студенческих общежитий. Кроме того, работники факультета вместе со студентами монтировали и готовили к пуску разрушенные трамвайные подстанции.

Ведущие вузы СССР оказали неоценимую помощь в возрождении БПИ. Ленинградский и Киевский политехнические, Ленинградский электротехнический и Московский энергетический институты к 1947 году передали в дар институту значительный объем учебно-методической литературы. В результате книжный фонд БПИ даже превысил довоенный уровень. А уже в 1949 году состоялся первый выпуск инженеров.

Старейшей в университете можно считать кафедру «Экономика и организация энергетики», которая была создана на базе общей кафедры «Экономика промышленности, организация и планирование производства», образованной в 1930 году. В 1947 году была организована общевузовская кафедра «Теоретические основы электротехники». Бурное развитие электроники и микроэлектроники привело к ее переименованию – с 1988 года кафедра называется «Электротехника и электроника».

В 1948 году появилась кафедра «Промышленная теплоэнергетика и тепло-

техника». На основе кафедры «Электрические станции, сети и системы» со временем были сформированы три кафедры: «Электрические станции», «Электрические системы» (1963) и «Электроэнергетические системы и сети», «Электроснабжение», «Тепловые электрические станции», «Промышленная теплоэнергетика», «Проектирование и эксплуатация атомных электрических станций», «Релейная защита и автоматика», «Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами», «Экономика и организация производ-

## Наши дни. Факультет выходит на международный уровень

В 1991 году БПИ преобразован в Белорусскую государственную политехническую академию (БГПА). В 1997 году институт получает статус ведущего инженерно-технического учебного заведения в национальной системе образования, а в 2002 году Указом Президента Республики Беларусь академия преобразована в Белорусский национальный технический университет.

В настоящее время энергетический факультет БНТУ ведет подготовку в дневной и заочной форме по 9 специальностям I ступени высшего образования: «Электрические станции», «Электроэнергетические системы и сети», «Электроснабжение», «Тепловые электрические станции», «Промышленная теплоэнергетика», «Проектирование и эксплуатация атомных электрических станций», «Релейная защита и автоматика», «Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами», «Экономика и организация производ-

## Гордость факультета

Энергетический факультет может гордиться тем, что в его стенах преподавали признанные ученые и специалисты высокого уровня, такие как Н.В. Щедрин, А.И. Руцкий, Г.И. Добкин, Г.Б. Пекелис, Ф.В. Мехедко, В.В. Мотовилов, Н.А. Тиняков, Е.Н. Загоровский, В.И. Новаш, Г.Е. Поспелов, Ю.П. Кузьмин, А.М. Леонков, А.Д. Качан, Б.В. Яковлев, В.К. Балабанович, Г.И. Жихар, В.А. Чиж, Н.И. Шимко, Б.М. Руденков, В.П. Кащеев, К.Ф. Степанчук, А.Н. Герасимович, В.Н. Мазуркевич, А.С. Красько, С.П. Ржевская, В.А. Золотарева, А.А. Тишечкин, Ю.Г. Румянцев, И.И. Сергей, Г.Е. Поспелов, В.Т. Федин, А.А. Гончар, М.М. Олешкевич, В.Н. Радкевич, А.И. Вейник, В.Ф. Степанчук, А.П. Несенчук, Е.Г. Мигуцкий, Р.И. Есьман, Л.П. Падалко, И.А. Бокун, В.М. Ильин, В.М. Бладыко, В.С. Каханович, Т.Т. Розум и многие другие.



*Практика студентов-атомщиков на Нововоронежской АЭС, 2015 год*



**Выпускники энергетического факультета – работники БЕЛАЭС**

ства (энергетика)», а также по трем специальностям II ступени высшего образования (магистратура).

Сегодня факультет готовит инженеров-энергетиков международного класса. Его выпускники работают более чем в 40 странах, а на факультете учатся студенты из 15 государств. Мы тесно сотрудничаем с энергетиками России, Украины, Казахстана, Австрии, Словакии и других стран. Студенты не только получают доступ к полному объему современных теоретических знаний, но и имеют возможность практиковаться на действующем энергетическом оборудовании или его аналогах. Так, на факультете создана Лаборатория атомной энергетики с моделью реального энергоблока, используемой в качестве тренажера.

Наш факультет также участвует в международном проекте STAR-NET, в рамках которого зарубежные специалисты-атомщики делятся со студентами своим опытом.

Особую роль в подготовке кадров на энергетическом факультете играет ГПО «Белэнерго». В организациях объединения создаются филиалы кафедр факультета, что позволяет более тесно сотрудничать с предприятиями: направ-

лять студентов на практику, проводить на их базе занятия и выполнять научные исследования с привлечением работников объединения. ГПО «Белэнерго» оказывает факультету всестороннюю помощь в обновлении материально-технической базы, покупке лабораторных стендов, компьютеров и оргтехники, ремонте лабораторий.

В разное время факультетом руководили: профессор А.И. Руцкий (1946–1970), профессор Ю.А. Малевич (1970–1976), доцент А.А. Мазуренко (1976–1986), профессор, член-корреспондент НАН Беларуси М.И. Стрелюк (1986–1987), профессор С.М. Силук (1987–2013), профессор К.В. Доброго (2013–2018). С декабря 2018 года деканом факультета является доцент Е.Г. Пономаренко.

Научные и педагогические традиции, сложившиеся за вековую историю университета, сегодня продолжают Ф.А. Романюк, И.В. Новаш, В.Ю. Румянцев, М.И. Фурсанов, М.И. Короткевич, Е.В. Калентионик, В.А. Анищенко, В.Б. Козловская, Н.Б. Карницкий, Г.Т. Кулаков, В.А. Седнин, В.Н. Романюк, Т.Ф. Манцерова, В.Н. Нагорнов, Ю.В. Бладыко и др.

За годы существования факультета на его кафедрах было подготовлено более 20 тысяч специалистов, профессионалов своего дела, внесших важный вклад в развитие Беларуси и других стран. Среди них – министры энергетики и их заместители, руководители и работники ГПО «Белэнерго» и его структурных подразделений, известные бизнесмены и ученые с мировым именем. В частности, у нас учились нобелевский лауреат Ж. Алферов, основатель и владелец EPAM Systems А. Добкин, создатель компании «Юколанефть» В. Шумский и многие другие.

**От всей души поздравляю сотрудников и ветеранов университета, выпускников и студентов энергетического факультета со знаменательной датой – 100-летием со дня образования БНТУ и нашего факультета. Всем, кто когда-то здесь работал и учился, хочу пожелать успеха в достижении поставленных целей, удачи в творческих и деловых начинаниях, новых научных открытий и профессиональных побед.**

**Здоровья вам и благополучия!**

10 декабря Глава государства вручил Белорусскому национальному техническому университету орден Трудовой Славы. Государственных наград удостоены и сотрудники БНТУ, в их числе – член редколлегии журнала «Энергетическая стратегия», заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» Николай Борисович Карницкий. Его вклад в развитие университета отмечен орденом Отечества III степени.

*Редакционная коллегия и редакция журнала поздравляют преподавателей и студентов БНТУ с высокой наградой!*



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

*Приобретение энергоресурсов является весомой статьей затрат любого предприятия, вырабатывающего тепловую энергию посредством сжигания углеводородного топлива. Стремясь минимизировать издержки, организации разрабатывают и внедряют энергосберегающие мероприятия, ведут поиски топлива с более низкой стоимостью, осуществляют контроль за рациональным использованием ТЭР. В то же время практика стран ближнего и дальнего зарубежья показывает, что для получения тепловой энергии на теплоисточниках малой мощности с достаточной степенью эффективности могут быть использованы отходы различных производств.*



**Д.Л. ДУБОВЕЦ,**  
инженер по охране окружающей  
среды 2-й категории  
ОАО «Управляющая компания  
холдинга «Минский моторный завод»

## Энергетическая ценность отходов на примере промасленных древесных опилок

Согласно санитарно-гигиеническим требованиям и требованиям в области пожарной безопасности для ликвидации пролитостей нефтяных масел промышленные и транспортные предприятия республики могут использовать в качестве сорбента чистые древесные опилки (наряду с песком и др.). В результате осуществления такой деятельности образуются два вида отходов (наименования, коды и классы опасности приведены в соответствии с ОКРБ 021-2019 «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь»):

- «Опилки древесные промасленные (содержание масел – менее 15 %)» (код отхода: 1721101; третий класс опасности);
- «Опилки древесные, загрязненные минеральными маслами (содержание масел – 15 % и более)» (код отхода: 1721102; третий класс опасности).

Очевидно, что приведенные виды отходов отличаются от чистых древесных опилок, часто используемых в качестве твердого топлива, только содержанием основного загрязнителя – горючих масел. Для удобства далее будем использовать для вышеуказанных видов отходов общее наименование «промасленные древесные опилки».

Согласно государственному кадастру отходов производства, размещенному на официальном сайте республи-

канского научно-исследовательского унитарного предприятия «Бел НИЦ «Экология», в 2019 году в Республике Беларусь образовалось 15,3 тыс. т промасленных древесных опилок (<http://www.ecoinfo.by/content/2393.html>). В соответствии с реестром объектов по использованию отходов по состоянию на 16 ноября 2020 года в республике отсутствуют предприятия и организации, способные принимать промасленные древесные опилки от сторонних организаций для дальнейшего использования (переработки) [1]. В связи с этим в настоящее время единственным вариантом для предприятий, у которых образуются промасленные древесные опилки, является передача отходов на полигоны захоронения, за что обязательно вносится соответствующая плата (экологический налог за захоронение отходов производства). Негативная сторона такого подхода, помимо затратности, заключается в том, что, отправляясь на полигон, отходы безвозвратно теряются как потенциальный источник сырья.

В то же время их энергетическая ценность может быть достаточно высокой. В таблице 1 представлена информация о низшей теплоте сгорания различных видов топлива, включая промасленные древесные опилки.

Приведенные данные показывают, что промасленные древесные опилки имеют большую по сравнению с торфом и чистыми опилками теплоту сгорания и меньшую зольность. Повышение первого показателя определяется содержанием нефтяных масел, имеющих более высокую теплоту сгорания в сравнении со стандартным углеводородным топливом. Образование золы при сжигании чистых опилок вдвое ниже, чем при сжигании торфа, а для промасленных это значение еще ниже. Данные свойства делают промасленные древесные опилки хорошей альтернативой местным видам топлива (МВТ), получение которых, как правило, связано с отрицательным воздействием на природную среду вследствие проведения осушительной мелиорации или вырубки лесных массивов.

**Таблица 1. Теплота сгорания и зольность различных видов топлива**

| Вид топлива                                                                           | Теплота сгорания, МДж/кг | Зольность топлива, масс. % |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Природный газ                                                                         | 35–38                    | –                          |
| Каменный уголь                                                                        | 15–25                    | 20                         |
| Торф                                                                                  | 6,5–9,0                  | 7                          |
| Древесные опилки                                                                      | 10–13                    | 3,5                        |
| Опилки древесные промасленные (содержание масел – менее 15 %)                         | 15–18                    | 3,0                        |
| Опилки древесные, загрязненные минеральными маслами (содержание масел – 15 % и более) | 17–20                    | 2,7                        |

**Таблица 2. Нормы выбросов загрязняющих веществ при использовании отходов путем сжигания [2]**

| Наименование вещества                                 |                                                                                        | Норма выбросов, мг/м <sup>3</sup> |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Твердые частицы                                       |                                                                                        | 30                                |
| Гидрохлорид                                           |                                                                                        | 60                                |
| Гидрофторид (в пересчете на фтор)                     |                                                                                        | 4                                 |
| Диоксид серы                                          |                                                                                        | 100                               |
| Тяжелые металлы и их соединения (суммарно)            | Сурьма, мышьяк, свинец, хром, кобальт, медь, марганец, никель, ванадий, кадмий, таллий | 0,5                               |
|                                                       | Ртуть                                                                                  | 0,05                              |
| Углеводороды полициклические ароматические (суммарно) |                                                                                        | 0,1                               |
| Общий органический углерод                            |                                                                                        | 20                                |

**Таблица 3. Технологическое оборудование для очистки газовоздушных выбросов от загрязняющих веществ, образующихся при сжигании промасленных древесных опилок [3]**

| Загрязняющее вещество | Наименование газоочистной установки                                                                                                                                                                   |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Твердые частицы       | Циклон (1-я ступень)<br>Электрофильтр (2-я ступень)                                                                                                                                                   |
| Оксиды азота*         | Адсорбер (в качестве сорбента – известняк, лигнин, активный уголь)<br>Каталитический конвертер (в качестве катализатора – рутений, палладий, платина, родий)                                          |
| Оксид углерода*       | Адсорбер (в качестве сорбента – медно-аммиачный или медь-алюминий-хлоридный раствор)<br>Каталитический конвертер (в качестве катализатора – гранулированный оксид алюминия, содержащий 0,3 % платины) |
| Диоксид серы          | Адсорбер (в качестве сорбента – активный уголь, известняк, доломит)                                                                                                                                   |
| Углеводороды          | Каталитический конвертер (в качестве катализатора – кобальт-молибденовый или никель-молибденовый сплав)                                                                                               |

\* Образование загрязнителей определяется расходом воздуха (кислорода), подаваемого на горение. При недостатке кислорода по отношению к стехиометрическому количеству, в топке котла будет образовываться оксид углерода, при значительном избытке – в зоне реакции увеличится образование оксидов азота.

## Решение проблемы выбросов

Одним из негативных последствий использования любого вида топлива, в том числе на основе отходов, является образование и попадание в атмосферу газовоздушных выбросов, содержащих такие загрязняющие вещества, как окись углерода, диоксид серы, оксиды азота, углеводороды. В таблице 2 приведены нормативные значения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании отходов.

Если в газовоздушных выбросах, отходящих от установки сжигания промасленных древесных опилок, содержание загрязняющих веществ превышает установленные нормативы, собственники таких установок обязаны оснащать стационарные источники выбросов газоочистными установками. Последние предназначены для очистки газов, отходящих от источника, посредством физических, химических, биологических или других методов улавливания, нейтрализации, обезвреживания за-

грязняющих веществ. Например, адсорберы – аппараты, предназначенные для извлечения из газовоздушного потока паро- и газообразных загрязняющих веществ путем их физического поглощения твердым материалом (адсорбентом). В отличие от них, в адсорберах используется жидкий поглотитель (абсорбент).

На установках, сжигающих промасленные древесные опилки, в зависимости от состава выбросов может быть применено различное технологическое оборудование для газоочистки (см. таблицу 3).

## Альтернативные способы обращения с отходами

Непосредственное сжигание промасленных древесных опилок в топке котла с получением тепловой энергии – один из наиболее простых способов их утилизации, не требующий предварительных операций подготовки. При этом суще-

ствуют и альтернативные способы обращения с данными видами отходов:

- **пиролиз** – процесс термического разложения, направленный на получение пиролизного газа, являющегося высококалорийным углеводородным топливом, и пиролизного масла, близкого по составу к синтетической нефти;
- **газификация** – высокотемпературный процесс, направленный на получение генераторного газа, имеющего теплоту сгорания 3,3–4,2 МДж/м<sup>3</sup>;
- **изготовление топливных гранул (пеллет)** – технологический процесс, продуктом которого являются гранулы с теплотой сгорания более 19 МДж/кг.

## Вывод

Устоявшееся мнение о том, что отходы являются всего лишь побочным, «ненужным» продуктом производственной деятельности и должны быть удалены с территории предприятия любым способом, невзирая на цену, в настоящее время можно считать неактуальным. Современные исследования показывают, что практически любые, даже сложнокомпонентные отходы, пройдя ряд производственных операций, могут стать ценным вторичным сырьем, задействоваться в технологических процессах, не связанных с их образованием, и приносить прибыль переработчикам. Для этих целей организации, в ходе деятельности которых образуются отходы, должны проводить мониторинг современных достижений науки и техники в области рационального использования отходов, в том числе в топливно-энергетическом секторе, и инвестировать средства в апробацию и внедрение новых методов повышения энергоэффективности.

### Список литературы

1. Реестры объектов по использованию, хранению, захоронению и обезвреживанию отходов [Электронный ресурс] // Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Бел НИЦ «Экология». – Режим доступа: <http://www.ecoinfo.by/content/90.html>. – Дата доступа: 16.11.2020.
2. Экологические нормы и правила «Охрана окружающей среды и природопользование требования экологической безопасности» // Нац. правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 16.01.2020, 8/34913.
3. Родионов, А.И. Техника защиты окружающей среды: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / А.И. Родионов [и др.]. – М.: Химия, 1989. – 512 с.



# ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ НА БАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ ТЭЦ

*На Новополоцкой и Витебской ТЭЦ внедрены отечественные компьютерные тренажеры, представляющие собой универсальные программно-технические комплексы для обучения и тренировки оперативного персонала станций. В основу данной разработки положены практически полномасштабные математические модели объектов управления этих энергоисточников, включая их основные системы и элементы.*



**Г.И. КИШКИС,**  
руководитель группы реализации  
проектов АСУ ТП ТНЦ  
филиала «Инженерный центр»  
ОАО «Белэнергоремналадка»

Время от времени в энергетике наблюдаются нештатные ситуации, в том числе возникающие по вине персонала станций. Поэтому применение компьютерных тренажеров для обучения персонала ТЭЦ – важная и актуальная задача. Ведь если работник не имеет необходимых практических навыков управления технологическими процессами в различных ситуациях, то в критический момент имеющегося опыта может оказаться недостаточно для оперативного и профессионального выхода из реального нестандартного положения.

Занятия на тренажерах, разработанных специалистами ОАО «Белэнергоремналадка», дают оперативному персоналу станций глубокое понимание режимов работы оборудования. В этих программно-технических комплексах реализована достаточно полная система моделирования работы котла и турбины во всех основных режимах и управления ими в штатных и нештатных ситуациях. Программное обеспечение создано с учетом особенностей эксплуатации технологического оборудования каждой ТЭЦ и состоит из математической модели объекта управления, модуля генерирования отказов и модуля экзаменатора.

## Математическая модель объекта управления

Математическая модель объекта управления представляет собой комплексную систему, построенную по модульному принципу и объединяющую

в себе несколько сотен всевозможных функциональных технологических элементов. Система позволяет имитировать более 1000 режимных параметров и моделировать более 400 регулирующих и запорных органов реального объекта управления.

В основу математической реализации модели положены уравнения физики, описывающие тепло-, гидро- и газодинамические процессы. В тех случаях, когда для их описания были необходимы сложные математические выражения и большой объем эмпирических данных, использовались приближенные зависимости, обеспечивающие требуемую точность моделирования и оптимизацию объема программы и скорости расчетов. Приближенные методы моделирования в значительной степени базируются на принципах теплового и гидродинамического подобия.

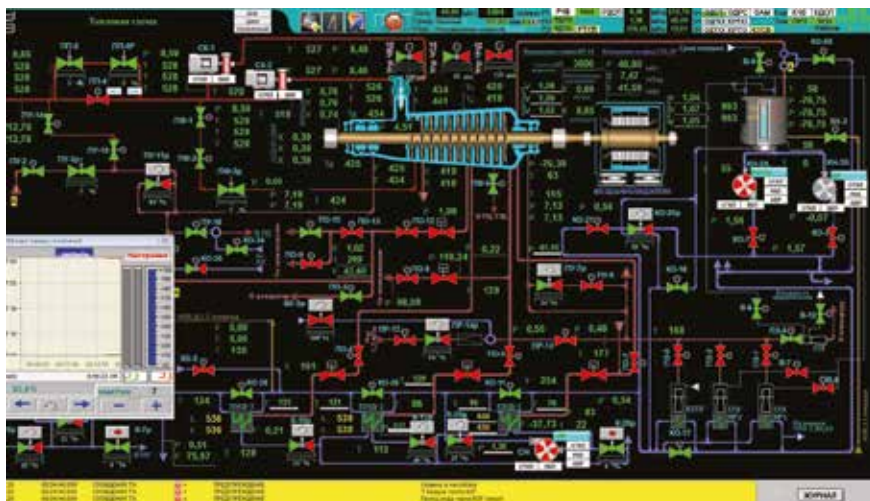
Параметрическая гибкость модели достигается за счет того, что каждый элемент модели может быть оперативно настроен на конкретную характеристику, соответствующую реальному или предполагаемому состоянию оборудования. Точность моделирования обеспечивается на таком уровне, при котором машинист визуально не находит существенного различия в протекании реальных и виртуальных статических и динамических процессов. Таким образом, полномасштабная всережимная математическая модель имитирует объект управления практически со всем многообразием его свойств и обеспечивает получение всей необходимой информации о технологическом процессе.



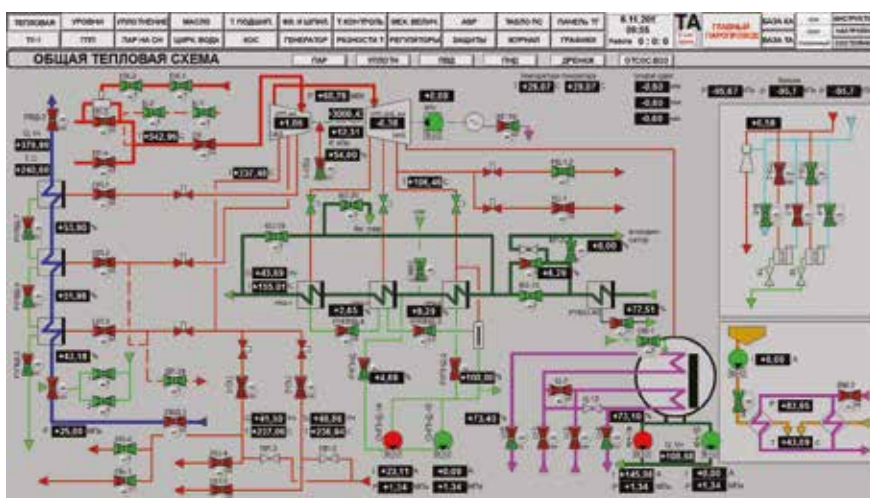
**В.В. ТИМОШЕНКО,**  
ведущий инженер по наладке  
котлов ТНЦ филиала  
«Инженерный центр»  
ОАО «Белэнергоремналадка»

## Модуль отказов

Одной из первостепенных задач тренажерной подготовки является противоаварийная тренировка персонала, для чего используется модуль отказов. Данный модуль работает по законам теории вероятности и в некоторый момент времени имитирует случайный отказ и развитие аварийной ситуации по аналогии с процессами на реальном оборудовании. Задачей машиниста является оперативная локализация отказа и определение места или источника его возникновения.



Экран тренажера Витебской ТЭЦ



Экран тренажера Новополоцкой ТЭЦ

Программным обеспечением тренажера предусмотрено воспроизведение не менее 500 видов отказов. Они систематизированы и разбиты на группы (датчики, регулирующие органы, САР, насосы, свищи в теплообменниках и пр.). Модуль отказов имеет гибкую систему настройки задачи, обеспечивающую ориентацию тренажера на конкретный спектр отказов в соответствии с целями тренировки.

### Модуль экзаменатора

Котел и турбина являются сложными динамическими объектами управления, потому в каждой конкретной ситуации машинисту приходится принимать индивидуальное решение с учетом их состояния и условий работы, поддерживая заданные значения режимных параметров. На практике очень сложно строго регламентировать действия ма-

шиниста в том или ином случае, поэтому главным условием эффективной имитации реальных ситуаций является достоверное воспроизведение вариантов событий с учетом их случайности. Ведь при возникновении быстро развивающейся аварийной ситуации машинист действует не по пунктам инструкции, а во многом на уровне подсознания, оценивая состояние объекта в целом и в динамике – по мере локализации последствий отказа и поиска причины его возникновения.

Именно тренировка гибкости и автоматизма мышления машиниста в нестандартных ситуациях является основной задачей компьютерных тренажеров. Для фиксации результатов такой тренировки разработан обобщенный критерий оценки действий машиниста, базирующийся на системе штрафных и призовых баллов, выставляемых за точность выдерживания технологических параметров и быстроту по-

иска причины и места отказа. Оценка действий машиниста производится по нескольким сотням параметров путем расчета обобщенного балла по 1000-балльной шкале.

Концепция тренажера не предусматривает наличия компьютерного инструктора, который мог бы предоставить подсказку в неоднозначной и непредсказуемой ситуации. Предполагается, что машинист тренируется самостоятельно и только при возникновении вопросов обращается к инструктору-администратору. Вместо компьютерных подсказок разработчиками тренажера предложен механизм самоконтроля по балльным критериям качества. Такой подход позволяет машинисту самому последовательно в процессе тренировок находить оптимальный режим поведения в той или иной ситуации. В этом случае машинист более свободен в своих действиях и как субъект управления может в большей степени реализовать свои психологические особенности.

### Режимы работы тренажера

Для работы с тренажером используются манипулятор типа «мышь», клавиатура и монитор компьютера. Технологическая схема управления представлена на экране монитора в виде мнемосхем и панелей, имитирующих аппаратуру реальных щитов управления. Таким образом, в распоряжении машиниста – полный компьютерный аналог всех показывающих и регистрирующих приборов, а также средств управления математической моделью котла и турбины.

Тренажер обеспечивает возможность моделирования технологического процесса в различных форматах времени (реальный, ускоренный) в зависимости от принятого периода вывода информации. В течение этого времени производится полный расчет математической модели объекта, вывод данных на монитор и прием управляющих команд оператора. При этом процесс моделирования выполняется с постоянным шагом расчета, равным одной секунде.

В тренажере реализованы следующие режимы работы во времени:

- пошаговый – после каждого шага процесс моделирования ситуации останавливается до ввода команды на выполнение очередного шага. Режим исполь-



зуется при необходимости спокойного подробного анализа протекающего процесса;

- аналогичный реальному – скорость управления объектом и отображения процесса соответствует реальной. Режим предназначен для основной эксплуатационной тренировки оперативного персонала;

- ускоренный – с уменьшением фактического времени переходного процесса в период тренировки (используется для сокращения реального времени на изучение технологического процесса).

В зависимости от цели и задачи тренировки могут быть реализованы следующие режимы работы на тренажере:

- штатный (автоматический, ручной или комбинированный режим управления котлом и турбиной);
- пуска или останова;
- аварийный (моделирование и локализация аварийных ситуаций);
- наладочный (настройка задач, параметров работы котла, турбины и основных САР);
- экзаменационно-игровой (проведение тренировки с оценкой качества выполнения задачи по 1000-балльной шкале);
- «свободного плавания» (машинист имеет возможность по собственному усмотрению имитировать выполнение тех или иных задач в условиях штатных и аварийных ситуаций; в этом режиме балл качества работы не рассчитывается).

времени, то на принятие решений остаются считанные секунды, то есть ситуация по этому параметру максимально приближена к аварийной.

Для подтверждения того, что машинист действует в аварийной ситуации осознанно, предусмотрен специальный режим. Как только специалист разобрался, что произошло, он должен нажать кнопку «диагноз» и выбрать из представленного списка возможных отказов тот, который был симитирован. Если выбор был сделан правильно и достаточно быстро, то машинисту начисляются призовые баллы, в противном случае – штрафные.

нальным действиям в разных ситуациях может осуществляться не по итогам экзамена-лотереи, а по совокупности результатов, полученных за продолжительный период времени работы на тренажере.

## Заключение

Оценка эффективности подготовки оперативного персонала на компьютерном тренажере, созданном на базе оборудования Новополоцкой ТЭЦ, позволяет сделать вывод, что тренировки с его использованием способствует су-



*Обучение на компьютерном тренажере Витебской ТЭЦ*

## Режимы тренировок

Режим плановой тренировки предназначен для отработки типовых штатных и нештатных ситуаций, представленных в виде списка типовых задач. Продолжительность одной тренировки зависит от сложности задачи и может длиться от 10 минут до нескольких часов.

В режиме противоаварийной тренировки в определенный момент времени имитируется заранее неизвестный отказ, который влечет за собой развитие событий, аналогичных реальным, и сопровождается срабатыванием тех или иных виртуальных устройств сигнализации и защиты. Задачей машиниста является быстрая оценка ситуации по информации на панелях управления и мнемосхемах и проведение необходимых действий по локализации отказа. Так как события развиваются в «реальном»

После выполнения задачи и завершения тренировки программа рассчитывает обобщенный балл качества, который автоматически заносится на магнитный диск в графу результатов данного машиниста. Это позволяет ему анализировать правильность своих решений и самостоятельно определять необходимую интенсивность тренировок для достижения проходного балла. Благодаря такому подходу обеспечивается реализация главной функции тренажера – обучение персонала, а не его экзаменация. Более того, отпадает необходимость в непосредственном экзамене на тренажере, так как инструктор в любое время может проанализировать результаты каждого машиниста и скорректировать его подготовку в нужном направлении. Таким образом, контроль функциональной готовности работников к профессио-

нальному повышению уровня профессионализма работников. Тренажер дает возможность наглядно представить и глубоко изучить физику технологического процесса, а также получить навыки управления объектом в ситуациях, максимально приближенных к реальным по динамичности и сложности. Эффект достигается за счет возможности многократного повторения задачи с самоконтролем действий, а также благодаря подключению фактора соревновательности.

Таким образом, внедрение компьютерных тренажеров позволяет обеспечить высокопрофессиональную подготовку оперативного персонала и тем самым повысить безопасность, надежность, экономичность эксплуатации технологического оборудования и продлить срок его службы.

# ПРАКТИКА ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ В РУП «ГОМЕЛЬЭНЕРГО»

*В целях повышения эффективности профилактической работы по предотвращению травматизма и несчастных случаев среди персонала в РУП «Гомельэнерго» реализуется проект «Культура безопасности». Проект предусматривает формирование у работников Гомельской энергосистемы профессиональных ценностей, отношений, представлений и особенностей поведения, влияющих на поддержание безопасности на предприятии.*



**Т.В. ДРОБЫШЕВСКАЯ,**  
психолог РУП «Гомельэнерго»

Важность формирования культуры безопасности в трудовых коллективах современных предприятий, в особенности в энергетической сфере, не подлежит сомнению. Понятие культуры безопасности часто определяют по такому критерию, как «поведение людей в момент, когда их никто не видит». Между тем с научной точки зрения культура безопасности предполагает:

- осознание каждым отдельным сотрудником и коллективом в целом рисков и невыявленных опасностей, которые могут быть вызваны деятельностью предприятия;
- поведение, соответствующее целям обеспечения и повышения безопасности;
- способность к самокоррекции при столкновении с проблемными вопросами безопасности и готовность их обсуждать;
- постоянная оценка собственного поведения, влияющего на безопасность.

Одна из важных задач в работе с персоналом – сформировать в коллективе такой психологический климат, при котором требования охраны труда выполняются строго и осознанно, а не формально. Психологическое сопровождение этого процесса реализуется на тренингах, проводимых в дополнение к занятиям по вопросам охраны труда. При этом должна отслеживаться динамика уровня сформированности культуры безопасности на предприятии.

## Компоненты культуры безопасности в энергетике

В настоящее время в энергетике нет единого подхода к определению компонентов культуры безопасности. В основу наших исследований легла классификация, предложенная российскими учеными В.П. Третьяковым и Л.Н. Горюновой (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Петербургский энергетический институт повышения квалификации»). Эти авторы выделяют следующие компоненты культуры безопасности [1]:

• **Оценка работы руководства по обеспечению безопасности.** Деятельность руководства организации нацелена на обеспечение минимальных рисков в работе и безопасности персонала при управлении работами, планировании, контроле, оценке качества работ и их критике.

• **Информирование о нарушениях.** Работники открыто и честно сообщают об ошибках и нарушениях и принимают участие в их обсуждении, не боясь несправедливых выводов.

• **Позиция сотрудников в ситуации неопределенности и новизны.** Работники критически оценивают несоответствие рабочих условий, поступков персонала требованиям охраны труда, которое может привести к ошибке или

неправильному действию и оказать нежелательное влияние на безопасность.

• **Доверие.** Персонал доверяет техническим системам, с которыми работает, уровню конфиденциальности при сообщении о случаях травматизма и их расследовании, а также в целом испытывает доверие к организации, ее сотрудникам и руководству.

• **Личная ответственность за безопасность.** Сотрудник осознает степень своей ответственности за безопасность на предприятии.

• **Оценка ресурсов для обеспечения безопасности.** Персонал имеет возможность оценить достаточность ресурсов (материальных, кадровых, информационных, материально-технических) для решения проблем безопасности и ее поддержания на предприятии.

• **Обучение на прошлых ошибках.** Лица, ответственные за охрану труда на предприятии, своевременно и систематически собирают информацию об опыте обеспечения безопасности на предприятии, а также в других секторах экономики, анализируют его и используют положительные практики; регулярно проводят оценку применяемых программ обучения и их эффективности.

• **Личная дисциплина.** Работники добровольно и мотивированно следуют правилам, и это поведение основывается на представлении о справедливости дисциплинарных мер, применяемых в



Таблица 1. Оценка уровня сформированности компонентов культуры безопасности по результатам анкетирования\*

| Компоненты культуры безопасности                                       | Категория руководителя, год анкетирования |                        |                       |                                                             |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                                                        | Низшее звено, 2018 г.                     | Среднее звено, 2019 г. | Высшее звено, 2020 г. | Оперативные руководители и диспетчеры всех уровней, 2020 г. |
| Оценка работы руководства по обеспечению безопасности                  | 1                                         | 1                      | 1                     | 1                                                           |
| Информирование о нарушениях                                            | 3                                         | 2                      | 2                     | 4                                                           |
| <b>Позиция сотрудников в ситуациях неопределенности и новизны**</b>    | <b>4</b>                                  | <b>3</b>               | <b>9</b>              | <b>3</b>                                                    |
| <b>Доверие</b>                                                         | <b>6</b>                                  | <b>4</b>               | <b>3</b>              | <b>8</b>                                                    |
| <b>Личная ответственность за безопасность</b>                          | <b>2</b>                                  | <b>5</b>               | <b>10</b>             | <b>2</b>                                                    |
| Оценка ресурсов для обеспечения безопасности                           | 5                                         | 6                      | 5                     | 5                                                           |
| Обучение на прошлых ошибках                                            | 7                                         | 7                      | 4                     | 6                                                           |
| Личная дисциплина персонала                                            | 8                                         | 8                      | 6                     | 7                                                           |
| <b>Привлечение сотрудников к обеспечению безопасности</b>              | <b>9</b>                                  | <b>9</b>               | <b>6</b>              | <b>10</b>                                                   |
| Готовность оказать помощь другим работникам                            | 10                                        | 10                     | 6                     | 9                                                           |
| Оценка коммуникаций в организации в отношении обеспечения безопасности | 11                                        | 11                     | 11                    | 11                                                          |

\* Ранги: 1–2 – высокий (позитивный) уровень; 3–8 – средний (бюрократический); 9–11 – низкий (негативный) уровень.

\*\* Полужирным шрифтом выделены компоненты, по которым наблюдаются наиболее существенные расхождения в оценке уровня сформированности компонентов культуры безопасности между руководителями разных уровней.

организации к нарушителям технологической дисциплины.

• **Привлечение сотрудников к обеспечению безопасности.** Руководство не только консультируется с сотрудниками по проблемам безопасности, но и информирует их о результатах выработанных решений, поддерживает готовность работников участвовать в позитивных изменениях, направленных на обеспечение безопасности.

• **Помощь со стороны других работников.** В коллективе сформирован высокий уровень взаимопомощи и поддержки в опасных ситуациях и в ситуациях, когда работники испытывают чрезмерную нагрузку.

• **Оценка коммуникаций в организации в отношении вопросов безопасности.** В организации делается все необходимое, чтобы сформировать понимание важности безопасности. Сотрудники своевременно получают точную информацию о необходимых мерах безопасности для оперативного принятия организационных решений, имеют точные и непротиворечивые инструкции для осуществления рабочих действий, в том числе в условиях вводимых изменений в организации или производственном процессе.

## Подходы к оценке культуры безопасности

В РУП «Гомельэнерго» в течение трех лет (2018–2020 годы) проводи-

лось исследование по оценке культуры безопасности у руководителей разных уровней в филиалах предприятия. В основу исследования легла анкета Л.Н. Горюновой и В.В. Козлова, позволяющая оценить приверженность сотрудников соблюдению требований безопасности. В анкете представлены 44 вопроса-утверждения, предназначенные для оценки психологического климата в трудовом коллективе.

В анкетировании приняли участие 989 работников следующих категорий:

- руководители низшего звена (мастера, прорабы);
- руководители среднего звена филиала (руководители РЭС, РТС, главные инженеры РЭС, начальники цехов, лабораторий, технических служб и их заместители);
- руководители высшего звена филиала (директор, главный инженер, начальник службы охраны труда);
- оперативные руководители и диспетчерский персонал.

Необходимо отметить, что первая из указанных категорий – это руководители, находящиеся ближе всего к рабочему персоналу, на них возлагается большая ответственность при производстве работ. Руководство высшего звена принимает управленческие решения и формирует психологический климат в трудовом коллективе. Что же касается руководителей среднего звена, то согласно статистике производственного травматизма в этой группе отмечается достаточно вы-

сокий уровень невыполнения требований по охране труда [3].

Анкетирование позволило не только оценить уровень сформированности компонентов культуры безопасности в разных группах персонала, но и выявить системные проблемы, препятствующие ее развитию, определить недостаточно сформированные компоненты культуры безопасности, что, в свою очередь, дало возможность выработки соответствующих коррекционных мер.

В таблице 1 представлена оценка компонентов культуры безопасности по результатам анкетирования.

Исследование показало, что в целом отраженные в таблице компоненты культуры безопасности одинаково проявляются у каждого члена коллектива и зависят в большей степени от организационной культуры предприятия, чем от личности работника. Следовательно, общие мероприятия по повышению культуры безопасности должны быть направлены на поддержание всех компонентов.

В ходе анализа результатов анкетирования были выявлены различия в представлении руководителей высшего звена филиала и исполнителей о психологической атмосфере в коллективе, оцениваемой по таким показателям, как «личная ответственность», «привлечение сотрудников к обеспечению безопасности», «доверие», «позиция в ситуации неопределенности». Между тем от этих компонентов существенно зависит качество обеспечения

Таблица 2. Перечень основных факторов, негативно влияющих на психологический климат и поведение работников

| № | Факторы, ограничивающие формирование компонентов КБ (2019 г.)                                                                                                                                                 | Компонент культуры безопасности                      | Набранный интегральный показатель (макс. 5,00) |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1 | Инструкции не всегда точно описывают процедуру выполнения работы персонала                                                                                                                                    | Оценка коммуникаций                                  | 3,00                                           |
| 2 | Происходит так много изменений, что работникам трудно отслеживать ситуацию                                                                                                                                    | Оценка коммуникаций                                  | 3,10                                           |
| 3 | Работникам приходится иногда нарушать правила, чтобы справиться с рабочей нагрузкой                                                                                                                           | Личная дисциплина                                    | 3,33                                           |
| 4 | Сотрудники не всегда понимают особенности трудовой деятельности других категорий работников и их роль в поддержании безопасности                                                                              | Готовность других работников оказать помощь          | 3,33                                           |
| 5 | Балансирование между безопасностью и другими требованиями работы (экономией, материальными или временными ограничениями и т.п.) иногда заставляет пренебрегать безопасностью ради выполнения рабочего задания | Оценка ресурсного обеспечения безопасности           | 3,40                                           |
| 6 | Специалисты не получают достаточной (в том числе предварительной) подготовки при внесении существенных изменений в процесс работы или технические системы                                                     | Вовлеченность сотрудников в обеспечение безопасности | 3,40                                           |
| 7 | В организации есть работники, с которыми не хотят работать другие из-за их безответственного отношения к обеспечению безопасности                                                                             | Понимание личной ответственности                     | 3,43                                           |
| 8 | Принимается недостаточно мер для проверки работоспособности технических систем                                                                                                                                | Доверие                                              | 3,43                                           |
| 9 | Работники иногда воспринимают новые сложные технологии как опасные и непредсказуемые                                                                                                                          | Новизна, ситуация неопределенности                   | 3,44                                           |

безопасности на предприятии. В частности, чем активнее позиция работника в сложных ситуациях и его способность брать на себя ответственность, тем выше в целом по филиалу уровень личной культуры безопасности работников.

Исследование также позволило выявить основные проблемы развития личной культуры безопасности. В целом они сводятся к тому, что персонал не имеет четких рабочих установок на правильное поведение в ситуациях неопределенности. Как следствие, одни сотрудники не проявляют инициативы, другие – излишне рискуют при принятии решений в сложных рабочих ситуациях. Эти результаты дали возможность установить, какого рода психологическая поддержка требуется персоналу для развития личной культуры безопасности. В частности, необходимо создание и внедрение организационных «стандартов» рабочего поведения в ситуациях неопределенности. То есть каждый работник должен знать, каким правилам он должен следовать в ранее неизвестных и опасных ситуациях, действуя при этом в рамках нормативных документов и учитывая особенности и специфику каждой ситуации в отдельности.

### Мнение руководителей среднего звена о проблемах формирования культуры безопасности

В ходе анкетирования руководители среднего звена назвали ряд си-

стемных проблем, препятствующих, по их мнению, повышению уровня культуры безопасности и, следовательно, требующих коррекции (таблица 2).

Для развития культуры безопасности на предприятии важно не столько выявление отдельных работников с низким уровнем культуры безопасности, сколько внедрение мероприятий, направленных на ее повышение в целом.

Например, формирование таких компонентов, как «поведение в ситуации неопределенности» и «личная ответственность», возможно в ходе тренингов по отработке действий в разных нештатных ситуациях с помощью кейсов (деловых игр), которые позволяют скорректировать поведение сотрудников в условной неизвестной ранее ситуации. Для решения этой задачи можно использовать деловую игру «Разработка способов воздействия на сотрудника» [2], переработанную и адаптированную для конкретного предприятия.

### Формирование культуры безопасного поведения на основе деловой игры

Деловая игра направлена на обучение работников принятию решений и отработку новых навыков на основе анализа реальной ситуации. В ходе тренинга его участники обсуждают предлагаемые задачи, анализируют заранее подготовленные вопросы и дают рекомендации по разрешению проблемной

производственной ситуации. В итоге одни работники анализируют причины поведения других через призму собственного отношения к рассматриваемой проблеме.

**Цель тренинга:** на основе анализа ситуации предложить возможные варианты решений и спрогнозировать их вероятные последствия.

**Инструкция:** необходимо проанализировать причины изменения поведения предполагаемого сотрудника в условной ситуации и разработать способы воздействия на его поведение.

#### Описание условной ситуации:

А. Лешков работает в электросетях с 2012 года в должности электромонтера распределительных сетей. За время работы его три раза отмечали за высокое качество работы и регулярно выплачивали премии. Однако за последний год отношения А. Лешкова с коллегами стали натянутыми. Он и прежде не был особенно разговорчивым, но сейчас потребовал от коллег держаться подальше от его рабочего участка. А. Лешков дал понять, что у него пропадают инструменты. Ухудшилось и качество его работы. Он все чаще начал пренебрегать требованиями техники безопасности. При выборочном контроле оказалось, что именно из-за его ошибок бригада получает замечания сотрудников отдела по охране труда. Таким образом, количество нарушений требований безопасности в его работе выросло с нуля до 3–4 раз в году. При этом



Таблица 3. Оценка причин поведения работника

| Причины поведения                 | 1            | 2 | 3 | 4              | 5 | 6 | 7 |
|-----------------------------------|--------------|---|---|----------------|---|---|---|
|                                   | Маловероятно |   |   | Очень вероятно |   |   |   |
| 1 Низкая мотивация                | 1            | 2 | 3 | 4              | 5 | 6 | 7 |
| 2 Недостаточная самостоятельность | 1            | 2 | 3 | 4              | 5 | 6 | 7 |
| 3 Проблемы со здоровьем           | 1            | 2 | 3 | 4              | 5 | 6 | 7 |
| 4 Семейные проблемы               | 1            | 2 | 3 | 4              | 5 | 6 | 7 |
| 5 Плохое руководство              | 1            | 2 | 3 | 4              | 5 | 6 | 7 |
| 6 Отсутствие перспективы роста    | 1            | 2 | 3 | 4              | 5 | 6 | 7 |
| 7 Другие причины                  | 1            | 2 | 3 | 4              | 5 | 6 | 7 |

у его коллег этот показатель не превышает 1–2 раз в год.

Поведение А. Лешкова вызвало беспокойство у руководителей подразделения. Хороший работник превратился в середняка. Что могло стать причиной изменения поведения А. Лешкова за год?

Для тренинга заранее заготавливаются две таблицы – для оценки вероятных причин описанного поведения (таблица 3) и возможных вариантов разрешения ситуации (таблица 4).

**Задача 1:** используя таблицу 3, участники тренинга выбирают из списка возможные причины изменения поведения сотрудника, оценивают их по 7-балльной шкале и комментируют свои оценки (важно мнение всех членов группы).

Решение этой задачи позволяет акцентировать внимание на частых причинах «опасного» поведения (по мнению оперативного, оперативно-ремонтного и ремонтного персонала). Практика проведения тренинга показала, что такие причины, как «семейные проблемы»

и «проблемы со здоровьем», обычно замалчиваются. Как правило, это связано с нежеланием транслировать информацию о своих личных обстоятельствах в коллективе или страхом потерять работу, если руководители узнают о личной драме работника. Напротив, такие факторы, как «плохое руководство» и «недостаточная самостоятельность», обсуждаются открыто и не расцениваются как возможные причины изменения поведения сотрудника.

**Задача 2:** участники тренинга заполняют таблицу 4, комментируя свои оценки.

В таблице предложены варианты решения проблемы, которые могут повлиять на мотивацию сотрудника и изменить его поведение в лучшую сторону. При анализе результатов этого этапа игры четкой закономерности выявлено не было – каждая группа, оценивая и комментируя варианты решения, как правило, демонстрирует собственную позицию. Таким образом, можно сделать вывод, что выбор под-

ходов к изменению поведения в сторону безопасного является сугубо индивидуальным. В то же время вариант «поговорить с А. Лешковым» выбирают все.

Участники тренинга, представляя себя на месте такого работника, его коллег или руководителей, смотрят на данную ситуацию с разных сторон, что важно для понимания каждым собственного поведения.

Результаты тренинга показывают, что личные причины могут негативно влиять на эффективность работы человека, его поведение, вероятность нарушения требований охраны труда и формирование культуры безопасности на предприятии в целом.

## Заключение

В целях повышения культуры безопасности на предприятии важно оценить состояние психологического климата в трудовом коллективе, а также определить, какие личностные и организационные факторы влияют на оценку проблем формирования соответствующих ценностей и особенностей поведения в каждом конкретном подразделении и у каждой категории работников. Такой подход позволит выработать алгоритм необходимых действий.

Оценка уровня культуры безопасности должна осуществляться системно, с определенной периодичностью и постоянно совершенствоваться, ведь от качества проведенного исследования и его результатов зависят и управленческие решения.

Таблица 4. Варианты решения проблемы

| Варианты действий |                                                                            | Да | Нет | Почему? |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------|----|-----|---------|
| 1                 | Перевести А. Лешкова на другую работу                                      |    |     |         |
| 2                 | Уволить А. Лешкова                                                         |    |     |         |
| 3                 | Поговорить с А. Лешковым                                                   |    |     |         |
| 4                 | Отстранить А. Лешкова от работы, сообщив ему о своей озабоченности         |    |     |         |
| 5                 | Спросить коллег А. Лешкова, как они объясняют причины ухудшения его работы |    |     |         |
| 6                 | Оставить все как есть еще на 6 месяцев                                     |    |     |         |
| 7                 | Проанализировать свое поведение как руководителя                           |    |     |         |
| 8                 | Повысить А. Лешкова, так как он работает на нынешней должности уже 8 лет   |    |     |         |
| 9                 | Другие варианты                                                            |    |     |         |

## Список литературы

1. Психология экстремальных профессий: материалы II Междунар. научно-практической конф., Архангельск, Соловецкие острова, 27–29 июня 2019 г. / Под ред. Я.А. Корнеева. – Издательство РАО, 2019. – 197 с. – С. 40.
2. Организационное поведение: практикум / Под ред. Г.Р. Латифуллина, О.Н. Громова. – СПб., 2006.
3. Анализ производственного травматизма в организациях, входящих в состав ГПО «Белэнерго», за 2016–2019 годы: письмо ГПО «Белэнерго» от 29.01.2020 № 12-26/28.

# ИЗМЕНИЛИСЬ ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИИ ОГNETУШИТЕЛЕЙ

Комментарии к Изменению № 2 ТКП 295-2011

С 1 октября 2020 года вступило в силу Изменение № 2 ТКП 295-2011 «Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации», утвержденное постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21 июля 2020 года № 31. Изменилось название документа, существенно сокращена область его применения и исключен ряд обязательных требований для организаций, эксплуатирующих огнетушители.



**В.И. ПОЛЯКОВ,**  
к.х.н., доцент  
ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»

Новое название ТКП 295 – «Пожарная техника. Огнетушители. Требования к эксплуатации». В соответствии с ним исключены по всему тексту слова «выбору и» («выбару і»), а также подраздел 4.1 «Выбор огнетушителей». Из области применения документа исключены также требования, распространяющиеся на стационарные огнетушители для тушения пожаров классов А, В, С и Е (электрооборудования, находящегося под напряжением), в помещениях зданий и сооружений, внутри технологических установок и оборудования. Сохраняются требования только к эксплуатации переносных и передвижных огнетушителей, а также к их периодическим проверкам.

Раздел 2 «Нормативные ссылки» и раздел 3 «Термины и определения» значительно сокращены. Исключены 13 ссылок (добавлена одна новая) и 16 терминов с их определениями.

Ранее исключенный из ТКП Изменением № 1 подраздел 4.2 «Размещение огнетушителей» возвращен в раздел 4 «Требования к эксплуатации огнетушителей». Таким образом, устанавливаются привычные требования к местам расположения огнетушителей: легкодоступность, защищенность от неблагоприятных факторов, указание местоположения знаками безопасности, близость к путям эвакуации и выходу из помещения. Регламентируются высота навешивания огнетушителей над уровнем пола и расстояние их от двери, расстояние от места возможного пожара до ближайшего огнетушителя (в зависимости от назначения зданий и сооружений), а также расположение на огнетушителе этикетки.

Восстановлено требование к размещению огнетушителей, не предназначенных для эксплуатации при отрицательных температурах, в холодное время года.

Подраздел 4.3 «Техническое обслуживание огнетушителей» теперь называется «Эксплуатация и периодические проверки огнетушителей». В нем более не устанавливаются требования к капитальному ремонту, испытаниям и перезарядке огнетушителей. Исключены требования к ТО, в то же время подраздел дополнен требованиями к эксплуатации огнетушителей, понимаемой как применение по назначению согласно эксплуатационной документации.

Пункт 4.3.1 в измененной редакции устанавливает требования к техническому состоянию огнетушителей, вводимых в эксплуатацию, пп. 4.3.2–4.3.4 исключены.

Изменением № 2 определены порядок проведения внешнего осмотра огнетушителей и параметры, которым они должны отвечать. Результаты осмотра документируются в журнале учета и состояния огнетушителей (измененная форма приведена в рекомендуемом приложении Г).

Новая редакция п. 4.3.7 устанавливает состав работ при ежегодной проверке огнетушителей – внешний осмотр и контроль величины утечки вытесняющего газа из газового баллона или огнетушащего вещества (ОТВ) из газовых огнетушителей. Результаты проверки документируются в журнале учета и состояния огнетушителей (п. 4.3.16). При неисправности огнетушитель выводят из эксплуатации и отправляют в ремонт или на перезарядку (п. 4.3.9).

Пунктом 4.3.20 установлено, что эксплуатационный паспорт огнетушителя больше не ведется, при этом каждому огнетушителю на объекте присваивается порядковый номер, который фиксируется в журнале учета и состояния огнетушителей.

Из подраздела 4.4 «Перезарядка огнетушителей» исключены все пункты, кроме пп. 4.4.1 и 4.4.7 о перезарядке порошковых огнетушителей, установленных на транспортных средствах. Изменена таблица 1 (п. 4.4.1). Из нее исключены параметры ОТВ – теперь их проверять не требуется. Таблица устанавливает только сроки перезарядки огнетушителей.

Ввиду того что организации, эксплуатирующие огнетушители, больше не будут заниматься их ТО и утилизацией ОТВ, исключены также подраздел 4.5 «Записи о проведенном техническом обслуживании огнетушителей» и подраздел 4.6 «Требования и основные способы утилизации огнетушащих веществ». Из подраздела 4.7 «Требования безопасности» удалены требования, связанные с ремонтом, испытаниями и перезарядкой огнетушителей. При этом подраздел дополнен требованиями из устранившегося подраздела 4.1, касающимися безопасности при тушении электрооборудования и веществ, способных гореть без доступа воздуха, сильно нагретых или расплавленных, а также вступающих с водой в химическую реакцию с интенсивным выделением тепла и разбрызгиванием горючего.



# Утверждены технические требования к ВЛ 110 кВ и выше на повышенных опорах

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.04.111-20

**А.В. ЛУКЬЯНОВИЧ,**

главный конструктор отдела линий электропередачи  
РУП «Белэнергосетьпроект»

**С 1 декабря 2020 года вступает в действие СТП 33240.04.111-20 «Линии электропередачи воздушные напряжением 110 кВ и выше на повышенных опорах. Технические требования», утвержденный приказом ГПО «Белэнерго» от 3 ноября 2020 года № 360. Стандарт введен впервые и предназначен для проектных, строительного-монтажных и эксплуатирующих воздушные линии электропередачи организаций ГПО «Белэнерго».**

СТП 33240.04.111-20 создан на основе обобщенного опыта проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации воздушных линий электропередачи, выполненных на повышенных опорах для прохождения над лесом.

По состоянию на конец текущего года в Беларуси были спроектированы и построены три такие линии. Несколько участков ВЛ 330 кВ на новых опорах, спроектированных и частично изготовленных в Беларуси, возведены белорусскими монтажниками в Молодечненском районе Минской области и вошли в состав 8-го пускового комплекса проекта по выдаче мощности для Белорусской АЭС, два участка на таких же опорах в Воложинском и Столбцовском районах входят в состав 22-го пускового комплекса проекта. Кроме того, в Мозырском районе Гомельской области построена небольшая линия 110 кВ на модернизированных повышенных опорах. Модернизацию (облегчение) типовых переходных опор для этой цели, их изготовление и монтаж также выполняли отечественные специалисты.

Требования к воздушным линиям электропередачи и опорам для них определяет действующий ТКП 339-2011 (02230). С точки зрения области применения ТКП делит опоры ЛЭП на опоры массового применения и переходные. Первые проектируются как экономически рациональные при условии соблюдения технических требований. Для переходных участков ВЛ и их опор на первый план выходит способность надежно обеспечить технические требования конкретного большого перехода, при этом стоимость их вторична.

Расчет и проектирование повышенных опор и линий на них осуществляли сотрудники отдела линий электропередачи РУП «Белэнергосетьпроект». В ходе работы они пришли к выводу, что новые опоры можно охарактеризовать как «обычные опоры, поднятые на высоту леса», поскольку величины пролетов между ними и стрел провеса проводов сопоставимы со значениями, характерными для линий на типовых опорах. Поэтому повышенные опоры следует рассчитывать и проектировать прежде всего как экономически рациональные, то есть оптимизированные по весу и/или стоимости. С другой стороны, их следует считать отдельным видом опор, так как из-за значительной высоты (60–70 м) их трудно обслуживать и еще труднее заменить в случае разрушения. В связи

с этим по надежности повышенные опоры должны приближаться к опорам больших переходов.

Таким образом, повышенные опоры для прохождения ВЛ над лесом (ПОПЛ) и сами эти линии не могут быть безоговорочно отнесены к одному из двух типов, описанных в ТКП 339, что главным образом и определило необходимость введения нового термина и создания СТП.

Кроме того, разработчики СТП имели целью наиболее полно учесть интересы заказчиков ВЛ, проходящих над лесом, поскольку эти интересы в значительной степени совпадают с общегосударственными, в частности в отношении сокращения сроков окупаемости таких ВЛ за счет уменьшения площади лесных просек.

Разработка СТП проходила при участии ГПО «Белэнерго» и сопровождалась активным обменом мнениями между составителями документа, представителями монтажной организации и предприятий-заказчиков. По итогам этой работы в текст стандарта вошел ряд компромиссных формулировок.

## Актуальное издание



### ЗАКОН

Республики Беларусь

**«Об обеспечении единства измерений»**

Вступил в силу с 27 ноября 2020 года.

#### ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документами можно  
в ЭИС «Энергодокмент»  
[www.energodoc.by](http://www.energodoc.by)

#### ЗАКАЗАТЬ

• в редакции по телефонам:  
+375 17 286-08-28 (многоканальный)  
+375 29 399-11-04, +375 33 319-11-04  
• на сайте: [www.energodoc.by](http://www.energodoc.by)

# Внесены изменения в правила технической эксплуатации оборудования связи и телемеханики

Комментарии к Изменению № 1 стандарта ГПО «Белэнерго» СТП 09110.48.506-13

**Ю.И. ТРИПУТЕНЬ,**  
начальник сектора МКЛС управления  
электросвязи ГПО «Белэнерго»

**Приказом государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» от 18 сентября 2020 года № 314 утверждено Изменение № 1 СТП 09110.48.506-13 «Положение об электрической профилактике средств диспетчерского и технологического управления Белорусской энергосистемы». Изменение введено в действие с 15 октября 2020 года.**

Стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 09110.48.506-13 «Положение об электрической профилактике средств диспетчерского и технологического управления Белорусской энергосистемы» был утвержден и введен в действие 8 июля 2013 года указанием ГПО «Белэнерго» № 2 взамен одноименного СТП 09110.478.506-05. Документ определяет основные правила технической эксплуатации оборудования связи и телемеханики, трактов и каналов сетей связи Белорусской энергосистемы, которые позволяют обеспечить бесперебойную и высококачественную работу средств диспетчерского и технологического управления энергосистемой. Требования настоящего стандарта являются обязательными для всех работников служб, эксплуатирующих оборудование средств диспетчерского и технологического управления (СДТУ) в ГПО «Белэнерго».

Изменение № 1 СТП 09110.48.506-13 разработано в связи с проведенной в 2020 году реорганизацией государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» путем присоединения к нему республиканского унитарного предприятия электроэнергетики «ОДУ» и в соответствии с СТП 33243.01.101-16 «Порядок разработки стандартов ГПО «Белэнерго». Целью внесения изменений в отраслевой стандарт является уточнение требований к организации и проведению электрической профилактики СДТУ Белорусской энергосистемы.

В связи с указанной реорганизацией по всему тексту СТП 09110.48.506-13 заменены наименования РУП «ОДУ» и его структурных подразделений (служб), преобразованных в самостоятельные подразделения аппарата управления ГПО «Белэнерго». Соответственно, скорректирован и дополнен новыми наименованиями перечень сокращений (раздел 4).

В разделе 2 «Нормативные ссылки» в связи с выходом новых технических нормативных правовых актов (ТНПА) заменен ряд ссылок.

Основным нововведением является дополнение СТП 09110.48.506-13 двумя приложениями. Приложение 20 определяет объем и периодичность планово-профилактических работ (ППР) на выпрямительных устройствах и на стойке автоматического регулирования напряжения (САРН), приложение 21 – объем и периодичность ППР на аппаратуре SDH.

Документом также предусмотрена корректировка требований периодичности измерений параметров (коэффициент затухания, потери на сростках и др.) незадействованных оптических волокон волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) с помощью оптического рефлектометра при оснащении линии системой автоматического мониторинга оптического кабеля (САМ-ОК) – измерение в этом случае должно производиться в ручном режиме 1 раз в 3 года. Также скорректированы требования к ППР на учрежденческих производственных автоматических телефонных станциях (УПАТС) с выводом их из работы – ряд операций производится по мере необходимости.

## Актуальное издание

### ✓ СБОРНИК

#### «Перевозка опасных грузов и промышленная безопасность»

Включает актуализированные нормативные документы Совета Министров Республики Беларусь, регламентирующие положения и процедуры в области перевозки опасных грузов и промышленной безопасности.

#### ОЗНАКОМИТЬСЯ

с документами можно  
в ЭИС «Энергодокумент»  
[www.energodoc.by](http://www.energodoc.by)

#### ЗАКАЗАТЬ

- в редакции по телефонам:  
+375 17 286-08-28 (многоканальный)  
+375 29 399-11-04, +375 33 319-11-04
- на сайте: [www.energodoc.by](http://www.energodoc.by)



# НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ТНПА – ЭНЕРГЕТИКЕ

## НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

С 1 августа 2020 года начал действовать **СТБ IEC 62003-2020 «Атомные электростанции. Системы контроля и управления, важные для безопасности. Требования к испытаниям на электромагнитную совместимость»**. Стандарт устанавливает требования к испытаниям на электромагнитную совместимость приборов и оборудования, используемых в системах контроля и управления (СКУ), важных для обеспечения безопасности АЭС. В документе перечислены применимые стандарты IEC, в которых установлены общие методы испытаний и приведены конкретные рабочие характеристики и критерии оценки СКУ, необходимые для выполнения требований ядерной безопасности. СТБ IEC 62003-2020 содержит требования к испытаниям оборудования на устойчивость к электромагнитным помехам до его установки на АЭС, а также рекомендуемые приложения с дополнительными указаниями и пояснениями принципов обеспечения электромагнитной совместимости установленного оборудования.

С этой же даты вступил в силу **СТБ IEC 62342-2020 «Атомные электростанции. Системы контроля и управления, важные для безопасности. Управление старением»**. Стандарт устанавливает стратегии, технические требования и рекомендации по управлению старением систем СКУ АЭС и сопутствующего оборудования. СТБ IEC 62342-2020 содержит справочные приложения, определяющие методы испытаний, методики и технологии, которые могут использоваться для проверки надлежащего функционирования оборудования СКУ. Стандарт применяется ко всем типам АЭС.

С 1 октября 2020 года в республике введен в действие **СТБ IEC 60951-1-2020 «Атомные электростанции. Системы контроля и управления, важные для безопасности. Радиационный контроль в аварийных и послеаварийных условиях. Часть 1. Общие требования»**, в котором содержатся общие требования к проектированию и рабочим характеристикам оборудования измерения ионизирующих излучений и уровня активности в техно-

логических потоках (газовых выбросах или жидкостных сбросах) на АЭС в аварийных и послеаварийных условиях. Стандарт также устанавливает требования и соответствующие методы контроля основных параметров указанного оборудования, параметров его радиационной и электрической безопасности, стойкости к воздействию внешних факторов окружающей среды, а также процедуры его идентификации и сертификации. Документ распространяется на оборудование, предназначенное только для непрерывного контроля активности при эксплуатации АЭС с легководным реактором в аварийных или послеаварийных условиях.

С 1 января 2021 года в силу вступит **ГОСТ 34610-2019 «Арматура трубопроводная. Электроприводы. Общие технические условия»**. Документ распространяется на электроприводы, предназначенные для управления трубопроводной арматурой, и устанавливает основные технические требования к ним, а также правила приемки и методы испытаний. Стандарт также применим для подтверждения соответствия указанного оборудования.

С 1 января следующего года также начнет действовать **ГОСТ IEC 62776-2019 «Лампы светодиодные двухцокольные для замены линейных люминесцентных ламп. Требования безопасности»**. Он распространяется на двухцокольные светодиодные лампы (СД-лампы) с цоколями G5 и G13, предназначенные для замены люминесцентных ламп с аналогичными цоколями, имеющих номинальную мощность до 125 Вт и номинальное напряжение до 250 В включительно. Требования стандарта относятся к общему освещению (исключая, например, взрывоопасную среду) и не распространяются на конверсионные двухцокольные СД-лампы, если их установка требует изменения конструкции светильника.

## НОВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

**Стандарты Международной электротехнической комиссии (IEC):**

**IEC 60076-24:2020** «Трансформаторы силовые. Часть 24. Технические характеристики распределительных трансформаторов регулирующих напряжения (VRDT)» (принят 09.07.2020);

**IEC 62271-108:2020** «Аппаратура распределения и управления высоковольтная. Часть 108. Высоковольтные разъединители переменного тока для номинального напряжения 52 кВ и выше» (принят 09.07.2020);

**IEC 63152:2020** «Умные города. Обеспечение бесперебойной работы городских служб в случае стихийных бедствий. Значение электроснабжения» (принят 13.07.2020);

**IEC 61400-27-2:2020** «Системы ветроэнергетические. Часть 27-2. Электрическое аналоговое моделирование. Экспертиза моделей» (принят 14.07.2020);

**IEC 61400-27-1:2020** «Системы ветроэнергетические. Часть 27-1. Электрическое моделирование. Типовые модели» (принят 30.07.2020).

**Стандарты Международной организации по стандартизации (ISO):**

**ISO 50004:2020** «Системы энергетического менеджмента. Руководство по внедрению, сопровождению и улучшению системы энергетического менеджмента согласно ISO 50001» (принят 16.06.2020).

**Дополнительную информацию вы можете найти на сайтах:**

Национального фонда технических нормативных правовых актов (ТНПА) – [www.tnpa.by](http://www.tnpa.by)

Госстандарта – [www.gosstandart.gov.by](http://www.gosstandart.gov.by)

БелГИСС – [www.belgiss.by](http://www.belgiss.by)

Телефон «горячей линии» Национального фонда ТНПА – (017) 269-68-74

# УСТАНОВЛЕННЫ ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НУЖД

*Комментарии к Правилам эксплуатации гидротехнических сооружений и устройств для энергетических (гидроэнергетических и теплоэнергетических) нужд*

*13 ноября вступили в действие Правила эксплуатации гидротехнических сооружений и устройств для энергетических (гидроэнергетических и теплоэнергетических) нужд, утвержденные постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 22 июня 2020 года № 22. Документ разработан Минэнерго на основании подпункта 2.3 пункта 2 статьи 45 Водного кодекса Республики Беларусь. Правила введены впервые.*

Правила эксплуатации гидротехнических сооружений и устройств для энергетических (гидроэнергетических и теплоэнергетических) нужд определяют порядок эксплуатации гидротехнических сооружений и устройств (ГТС) для указанных нужд и распространяются на ГТС гидроэлектростанций и объектов теплоэнергетики.

Правила не распространяются на гидроаккумулирующие станции, портовые, судоходные ГТС, сооружения судостроительных и судоремонтных предприятий, а также сооружения судоходной обстановки, сооружения для защиты от наводнений, временные сооружения, мелиоративные системы.

Документ состоит из пяти разделов и двух приложений.

**Раздел I «Общие положения»** определяет состав и конструкцию ГТС, порядок эксплуатации сооружений и основного оборудования, а также требования к оценке их технического состояния.

В частности, правилами определено, что эксплуатация оборудования ГТС осуществляется согласно диспетчерским графикам с учетом эксплуатационных, технических, электрических и гидрологических ограничений мощности и производительности ГТС. Ос-

новное оборудование эксплуатируется на основании инструкции изготовителя.

Первоначальные (проектные) характеристики основного оборудования принимаются по документации изготовителя, фактические – уточняются при эксплуатации.

На основании результатов осмотра принимается решение о необходимости проведения технического обследования ГТС с привлечением профильных специалистов или специализированной организации.

Следует отметить, что основной задачей технического обследования ГТС является разработка рекомендаций и технических решений по восстановлению утраченных эксплуатационных качеств или приданию новых в изменившихся условиях эксплуатации.

Сооружения с неудовлетворительным и критическим уровнем безопасности, а также неиспользуемые ГТС могут эксплуатироваться только после ремонта (реконструкции), в ином случае они подлежат отчуждению или ликвидации. ГТС, относящиеся к опасным производственным объектам, подлежат декларированию промышленной безопасности в соответствии с законодательством.



**Н.М. МАЛЬЦЕВА,**  
консультант управления  
энергоэффективности, экологии  
и науки Министерства энергетики  
Республики Беларусь

Критерии оценки технического состояния оборудования ГТС (исправное, работоспособное, ограниченно работоспособное, неработоспособное, предельное) и уровни безопасности ГТС для организации эксплуатации (нормальный, пониженный, неудовлетворительный, критический) установлены приложениями 1 и 2 соответственно.

**Раздел II «Служба эксплуатации ГТС и документация ГТС»** содержит требования к персоналу гидротехнических сооружений и укомплектованности их необходимой проектной и технической документацией, документацией изготовителя оборудования, оперативно-диспетчерского персонала. Правила также устанавливают перечень документов, отражающих ход и результаты ремонтов основного оборудования



ГТС. При отсутствии полного объема документации эксплуатирующая организация обеспечивает ее наличие в объеме, позволяющем осуществлять эксплуатацию ГТС, техническое обслуживание, наладку и текущий ремонт их инженерных систем.

**Раздел III «Техническое обслуживание ГТС»** регламентирует вопросы общего контроля, контроля за состоянием и работой ГТС, определяет формы контроля и оценки технического состояния основного оборудования, порядок работы комиссии, образованной эксплуатирующей организацией. В разделе также рассматриваются вопросы эксплуатации и технического обслуживания контрольно-измерительной аппаратуры и приборов ГТС, проведения наблюдений и осмотров ГТС и др.

В частности, правилами предусмотрены следующие формы контроля технического состояния основного оборудования ГТС:

- постоянный контроль персоналом эксплуатирующей организации;
- периодические осмотры комиссией, образованной эксплуатирующей организацией (не реже одного раза в год перед паводком, паводком, ремонтом);
- техническое освидетельствование комиссией (регулярное, периодическое);
- техническое обследование комиссией.

Контроль за состоянием и работой ГТС обеспечивает эксплуатирующая организация. При этом установление перечня форм, сроков и способов такого контроля предоставлено организации. Порядок осуществления контроля технического состояния основного оборудования устанавливается эксплуатирующей организацией в инструкции по эксплуатации.

В случае если управление ГТС осуществляется в автоматическом режиме, организацией обеспечивается дистанционный контроль с возможностью оперативного принятия мер реагирования. При нарушении работоспособного состояния основного оборудования проводится техническое обследование.

Объемы, сроки и методы контроля технического состояния определяются с учетом типа, технического состояния, срока службы, условий и опыта эксплуатации обследуемого основного оборудования.

Правилами предусмотрены требования к проведению наблюдений и осмотров ГТС. Наблюдения подразделяются на визуальные и инструментальные, осмотры – на плановые, выборочные и внеочередные.

Внеочередные осмотры ГТС проводятся после чрезвычайных ситуаций, опасных погодных явлений или аварий с целью определения необходимости

технического обследования ГТС или отдельных строительных элементов специализированными организациями. При наличии признаков повреждения ГТС и воздействия на другие объекты частота наблюдений увеличивается.

**Раздел IV «Основные правила технической эксплуатации ГТС»** устанавливает организационные и технические мероприятия, которые должны проводиться для повышения надежности эксплуатации ГТС; определяет основные положения в области техники безопасности обслуживающего персонала; регламентирует порядок выполнения ремонтов ГТС, их эксплуатации при пропуске рядовых и сверхрасчетных паводков, в зимний период, при аварийных ситуациях, опасных погодных явлениях; определяет мероприятия для случаев аномальных явлений и порядок их проведения, мероприятия по минимизации воздействия ГТС на окружающую среду.

**Раздел V «Безопасность ГТС»** определяет комплекс технических средств физической защиты ГТС, подходы к устройству рабочего и охранного освещения, а также к обеспечению экологической безопасности при эксплуатации ГТС.

## К СВЕДЕНИЮ

### Запасы торфа в Беларуси оцениваются в 2,4 млрд тонн

Более **300 млн т** торфа пригодно для промышленной разработки (12 % от разведанных запасов).

Всего в республике **9 тыс.** торфяных месторождений.

Разрабатывается около **40** торфяных месторождений.

Добывается около **2 млн т** торфа в год.

Производится около **1 млн т** торфяной продукции в год.

Планируется увеличить ежегодное потребление торфяного топлива:

- организациями цементной отрасли – до **511 тыс. т**;
- организациями ЖКХ – до **100 тыс. т**.

Планируется построить котельные на фрезерном топливе суммарной мощностью **98,5 МВт**.



*Подготовлено по итогам пресс-конференции «Диверсификация топливно-энергетического баланса республики за счет использования местных видов топлива» 30 ноября 2020 года*

## Указы Президента Республики Беларусь

Указ Президента Республики Беларусь от 30.11.2020 № 447

«О вводе в эксплуатацию Белорусской атомной электростанции»

Определены сроки ввода в эксплуатацию:

– первого блока Белорусской атомной электростанции – в 2021 году;

– БелАЭС – в первом полугодии 2022 года.

Согласно Указу Совет Министров Республики Беларусь:

– определит порядок приемки в эксплуатацию пусковых комплексов блоков АЭС и перечень государственных органов и иных организаций, выдающих заключения при приемке в эксплуатацию этих пусковых комплексов;

– назначит приемочные комиссии не менее чем за 40 дней до запланированной даты ввода в эксплуатацию каждого блока;

– утвердит акты приемки в эксплуатацию пусковых комплексов блоков АЭС, законченных строительством.

Указ вступил в силу с момента опубликования.

## Постановления Совета Министров Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16.10.2020 № 595

«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь»

Постановлением внесены изменения в следующие НПА в области перевозки опасных грузов и промышленной безопасности:

– Единый перечень административных процедур, осуществляемых государственными органами и иными организациями в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей;

– Положение о порядке регистрации, снятия с учета механических транспортных средств, прицепов или полуприцепов к ним, используемых при перевозке опасных грузов, а также порядке внесения изменений в документы, связанные с регистрацией этих средств, прицепов или полуприцепов;

– Положение о порядке допуска механических транспортных средств, прицепов или полуприцепов к ним к перевозке опасных грузов;

– Перечень потенциально опасных объектов и эксплуатируемых на них технических устройств, подлежащих экспертизе промышленной безопасности;

– Положение о порядке проведения экспертизы промышленной безопасности.

Кроме того, постановлением № 595 уточнены сведения об опасных веществах, включенные в раздел 1 «Сведения о технологическом процессе» расчетно-пояснительной записки, являющейся приложением к декларации промышленной безопасности.

Установлено, что потенциально опасные объекты подлежат регистрации также в случае их отнесения к газопроводам и газовому оборудованию тепловых электростанций и газоэнергетических установок, в том числе с избыточным давлением природного газа более 1,2 МПа, пунктам подготовки газа, дожимным компрессорным станциям; объектам магистральных трубопроводов.

Постановление вступает в силу с 22 января 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.10.2020 № 617

«Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 31 июля 2006 г. № 981»

Внесены изменения в утвержденные постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31.07.2006 № 981:

– Положение о Государственном комитете по стандартизации Республики Беларусь;

– Положение о Департаменте контроля и надзора за строительством Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь;

– Положение о Департаменте по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь.

Постановление вступило в силу с 4 ноября 2020 года, за исключением положений, вступивших в силу с 27 ноября 2020 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.10.2020 № 623

«Об одобрении проектов международной технической помощи»

Одобрены следующие проекты международной технической помощи:

– «Стимулирование потенциала технологий Четвертой промышленной революции для инклюзивного и устойчивого промышленного развития в Беларуси»;

– «Модернизация коммунальных услуг в Беларуси – помощь в реализации проекта»;

– «Центральная группа по реализации проекта ЕБРР»;

– «Выстраивание эффективных механизмов защиты для улучшения положения детей с тяжелыми формами инвалидности и заболеваниями, ограничивающими продолжительность жизни»;

– «Разработка технологии и инструментов для анализа nano-структур в режиме реального времени»;

– «Укрепление официальной системы контроля безопасности пищевой продукции и содействие доступу к рынку пищевых продуктов»;

– «Восстановление осушенных торфяников в Беларуси – 2-я фаза».

Постановление вступило в силу с 30 октября 2020 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16.11.2020 № 654

«Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь»

Определены критерии качества жилищно-коммунальных услуг в Беларуси.

Для технического и санитарного обслуживания критерием качества является бесперебойное функционирование инженерных систем, исправность конструктивных элементов зданий, своевременное устранение неисправностей, а также отсутствие претензий от потребителей. Критериями качества капитального ремонта названы соблюдение этапов планирования и организации капремонта, сроков и графиков работ, отсутствие претензий потребителей.

Для технического обслуживания лифтов критериями являются бесперебойная и безопасная работа, освобождение пассажиров из кабины лифта в течение 15 минут с момента поступления вызова при возникновении аварийной ситуации.

Твердые коммунальные отходы согласно утвержденным критериям должны вывозиться в соответствии с периодичностью,



установленной схемой. Вторичные материальные ресурсы должны перерабатываться по существующим технологиям.

Критерий качественного обслуживания запорно-переговорных устройств и систем видеонаблюдения – их бесперебойная работа, для видеонаблюдения – также возможность хранения данных в системе не менее 72 часов.

Для водоснабжения определены нормы обеспечения водой не менее 140 л в сутки на человека, в том числе 70 л в сутки горячей воды. Температура горячей воды должна быть не менее +50 °С, но не более +75 °С. Кроме того, качество питьевой воды должно соответствовать санитарным правилам и нормам.

Критерий качества водоотведения – круглосуточный и постоянный прием сточных вод в централизованную систему канализации. Перерывы могут длиться не более 24 часов при ликвидации аварий.

Температура воздуха в жилых помещениях должна быть не менее +18 °С, но не более +24 °С. Для газоснабжения критерием определена бесперебойная подача газа, а для электроснабжения – бесперебойная подача напряжения 230/400 В в пределах нормы отклонения плюс/минус 10 %.

Постановление вступает в силу с 1 января 2021 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 24.11.2020 № 673

#### «О единицах величин, допущенных к применению в Республике Беларусь»

Утверждено Положение о допуске единиц величин к применению в Республике Беларусь. Положением установлены единицы величин, допущенные к применению на территории Республики Беларусь, их наименования, обозначения, соотношения, правила написания и применения, а также кратные и дольные значения этих единиц величин.

В Республике Беларусь допускается применение единиц величин Международной системы единиц (СИ) и внесистемных единиц величин:

- основных единиц величин Международной системы единиц (СИ);
- производных единиц величин, имеющих специальные наименования и обозначения;
- единиц величин, применяемых наравне с единицами величин Международной системы единиц (СИ);
- единиц величин, применяемых в отдельных областях;
- относительных и логарифмических единиц величин;
- единиц количества и скорости передачи информации и др.

При осуществлении внешнеторговой деятельности характеристики и параметры экспортируемых товаров могут быть выражены в единицах величин, установленных внешнеторговым договором.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16.05.2007 № 611 «Об утверждении технического регламента Республики Беларусь «Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь» признано утратившим силу.

Постановление вступило в силу с 27 ноября 2020 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28.11.2020 № 679

#### «Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 31 декабря 2010 г. № 1932»

Установлены следующие ставки вывозных таможенных пошлин на товары, вывозимые с территории Республики Беларусь за пределы таможенной территории Евразийского экономического союза (за 1000 кг):

- нефть сырая, мазут, отработанные нефтепродукты, вазелин и парафин, битум нефтяной – 42,0 долл. США;
- прямогонный бензин – 23,1 долл. США;
- бензины товарные, легкие и средние дистилляты, дизельное топливо, бензол, толуол, ксилолы, масла смазочные – 12,6 долл. США;

– тримеры и тетрамеры пропилена, кокс нефтяной некальцинированный – 2,7 долл. США.

Постановление вступило в силу с 1 декабря 2020 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 07.12.2020 № 706

#### «Об особенностях обеспечения единства измерений»

Утверждено Положение об особенностях обеспечения единства измерений в областях обороны и безопасности государства, использования атомной энергии в мирных целях.

Положением устанавливаются особенности обеспечения единства измерений в областях обороны и безопасности государства, использования атомной энергии в мирных целях, а также особенности уполномочивания юридических лиц на осуществление государственной поверки средств измерений.

Постановление вступило в силу с 11 декабря 2020 года.

### Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь

Постановление Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 02.09.2020 № 47

#### «Об изменении государственных стандартов Республики Беларусь»

Постановлением вносятся следующие изменения в государственные стандарты Республики Беларусь:

- Изменение № 2 СТБ 2455-2016 «Машины посудомоечные бытовые. Энергетическая эффективность. Маркировка»;
- Изменение № 2 СТБ 2475-2016 «Приборы холодильные бытовые. Энергетическая эффективность. Маркировка»;
- Изменение № 2 СТБ 2478-2017 «Духовки и воздухоочистители для кухни бытовые. Энергетическая эффективность. Маркировка»;
- Изменение № 2 СТБ 2479-2016 «Телевизоры бытовые. Энергетическая эффективность. Маркировка».

Постановление вступило в силу с 1 декабря 2020 года.

### Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21.09.2020 № 36

#### «Об утверждении норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности»

Утверждены нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Безопасность объектов использования атомной энергии. Требования к программе обеспечения качества системы физической защиты объектов использования атомной энергии».

Постановление вступило в силу с 3 декабря 2020 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 09.10.2020 № 41

#### «Об изменении приказа Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору от 10 декабря 2007 г. № 167»

Внесены изменения в Нормы пожарной безопасности Республики Беларусь «Область применения автоматических систем пожарной сигнализации и установок пожаротушения. НПБ 15-2007», утвержденные приказом Главного государственного инспектора Республики Беларусь по пожарному надзору от 10.12.2007 № 167.

В частности, установлено, что отдельно стоящие одноэтажные здания классов Ф2.1, Ф2.2, Ф3.1-Ф3.7, Ф4.3 площадью до 300 м², подлежащие оборудованию системами пожарной сигнализации согласно данным нормам, допускается оборудовать автономными пожарными извещателями с выводом сигнала о срабатывании извещателей на фасад здания при условии соблюдения противопожарных разрывов от них до других зданий, сооружений, наружных установок, лесных массивов, установленных ТНПА (за исключением зданий автозаправочных станций).

Данное требование не распространяется на здания, противопожарные разрывы между которыми допускается не нормировать по ТКП 45-2.02-315, если суммарная площадь застройки таких зданий (включая незастроенную площадь между ними) превышает 300 м².

Постановление вступило в силу с 4 ноября 2020 года.

### Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 09.11.2020 № 71

#### «О ценах на природный газ»

Установлена отпускная цена на природный газ без НДС при расчетной теплоте сгорания 7900 ккал/м³ и курсе белорусского рубля по отношению к доллару США 2,1085:1 газоснабжающим организациям, входящим в состав ГПО «Белтопгаз», при поставке через систему газоснабжающих организаций (перепродавцов) юридическим лицам, реализующим инвестиционный проект «Организация высокотехнологичного агропромышленного производства полного цикла на 2016–2032 годы», в размере 329,55 руб. за 1000 м³.

Постановление вступило в силу с 9 декабря 2020 года.

### Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 19.10.2020 № 21

#### «О нормативах допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух»

Утверждены:

– перечень загрязняющих веществ, категорий объектов воздействия на атмосферный воздух, для которых устанавливаются нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

– перечень объектов воздействия на атмосферный воздух, источников выбросов, видов деятельности, для которых не устанавливаются нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Признано утратившим силу постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 29.05.2009 № 31 «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, категорий объектов воздействия на атмосферный воздух, для которых устанавливаются нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, и перечня объектов воздействия на атмосферный воздух, источников выбросов, для которых не устанавливаются нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, и признании утратившим силу постановления Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 28 февраля 2005 г. № 10».

Постановление вступило в силу с 4 ноября 2020 года.

### Министерство здравоохранения Республики Беларусь

Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.10.2020 № 92

#### «Об изменении постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29 декабря 2012 г. № 217»

Внесены изменения в Санитарные нормы и правила «Требования к организации и проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на предотвращение заноса, возникновения и распространения гриппа и инфекции COVID-19», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29.12.2012 № 217, в части требований к проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий в период регистрации случаев инфекции COVID-19:

- в государственных органах, иных организациях, индивидуальными предпринимателями;
- организациях здравоохранения;
- аптеках;
- учреждениях образования;
- транспортных организациях;
- на объектах торговли и общественного питания в организациях сферы бытового обслуживания населения (коммунальные объекты, почта, банки и др.);
- промышленных предприятиях, иных объектах и организациях;
- для лиц, находящихся в самоизоляции.

Постановление вступило в силу с 6 ноября 2020 года.

### Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь

Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28.10.2020 № 100

#### «О типовых нормах бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии»

Утверждены Типовые нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты работникам организаций, осуществляющих деятельность в области использования атомной энергии.

Постановление вступило в силу с 4 ноября 2020 года.

### Совместные постановления республиканских органов государственного управления

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 09.11.2020 № 70/41

#### «Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 26 января 2017 г. № 9/2»

Инструкция по определению групп потребителей природного газа, по которым могут дифференцироваться цены на природный газ, утвержденная постановлением Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 26.01.2017 № 9/2, дополнена группой потребителей природного газа «Юридические лица, реализующие инвестиционный проект «Организация высокотехнологичного агропромышленного производства полного цикла на 2016–2032 годы»».

Постановление вступило в силу с 9 декабря 2020 года.



# ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2020 ГОДУ

| НОВОСТИ                                                                                                                                                                  |                                        |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
| ТЭК Беларуси                                                                                                                                                             | № 1<br>№ 2<br>№ 3<br>№ 4<br>№ 5<br>№ 6 | 4–6<br>4–6<br>4–6<br>6–8<br>4–6<br>7–10 |
| Приоритетные задачи выполнены<br><i>По итогам заседания коллегии Минэнерго</i>                                                                                           | № 1                                    | 7–8                                     |
| Изменен Закон Республики Беларусь «Об охране труда»                                                                                                                      | № 2                                    | 1                                       |
| Инфраструктура Беларуси готова к эксплуатации АЭС                                                                                                                        | № 2                                    | 7                                       |
| Порядок взаимодействия согласован<br><i>По итогам совместного совещания газоснабжающих организаций и Госэнергогазнадзора</i>                                             | № 2                                    | 8–9                                     |
| Журнал Министерства энергетики «Энергетическая стратегия» признан лучшим периодическим изданием СНГ в сфере электроэнергетики                                            | № 3                                    | 1                                       |
| В Беларуси впервые прошел День электротранспорта                                                                                                                         | № 4                                    | 12                                      |
| Беларусь вступила в эру атомной энергетики                                                                                                                               | № 5                                    | 1                                       |
| Беларусь подтвердила свою приверженность принципам ядерной безопасности<br><i>По итогам 64-й сессии Генеральной конференции МАГАТЭ</i>                                   | № 5                                    | 10–12                                   |
| Представители стран СНГ обсудили актуальные вопросы взаимодействия в сфере энергетического надзора<br><i>Лосенков Д.М.</i>                                               | № 5                                    | 13–14                                   |
| Одобен проект стратегии взаимодействия и сотрудничества государств – участников СНГ в области электроэнергетики до 2030 года<br><i>Шеликова Е.В.</i>                     | № 5                                    | 15                                      |
| Приоритет – стабильному росту и инновациям<br><i>По итогам пресс-тура, посвященного Дню работников нефтяной, газовой и топливной промышленности</i><br><i>Крупа Е.П.</i> | № 5                                    | 16–17                                   |
| 100 лет плану ГОЭЛРО. План ГОЭЛРО – грандиозный проект XX века                                                                                                           | № 6                                    | 14–15                                   |
| Мировая энергетика. Факты. Прогнозы. Аналитика                                                                                                                           | № 1<br>№ 2<br>№ 3<br>№ 4               | 9–12<br>10–12<br>7–9<br>9–11            |
| Мировая энергетика                                                                                                                                                       | № 5<br>№ 6                             | 7–9<br>11–13                            |
| СОБЫТИЕ                                                                                                                                                                  |                                        |                                         |
| 100 лет БНТУ. Энергетический факультет: от истоков к современности<br><i>Пономаренко Е.Г.</i>                                                                            | № 6                                    | 38–40                                   |
| ПРИОРИТЕТЫ                                                                                                                                                               |                                        |                                         |
| Потенциал общих рынков энергоресурсов ЕАЭС как главный фактор энергобезопасности<br><i>Шенец Л.В.</i>                                                                    | № 1                                    | 13–16                                   |
| Альтернативы атомной энергетике нет<br><i>Интервью с заместителем Министра энергетики Республики Беларусь М.И. Михадюком</i>                                             | № 3                                    | 10–14                                   |
| Основной этап подготовки к работе в условиях осенне-зимнего сезона завершен<br><i>Шкурко П.А.</i>                                                                        | № 5                                    | 18–20                                   |
| ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА                                                                                                                                                        |                                        |                                         |
| Статистический анализ и прогноз электрической нагрузки Объединенной энергосистемы Беларуси<br><i>Попов Б.И.</i>                                                          | № 1                                    | 17–20                                   |
| Анализ состояния современных АСУ ТП теплофикационных насосных станций ТЭЦ<br><i>Телюк Н.Е.</i>                                                                           | № 1                                    | 21–23                                   |
| Повышение эффективности анализа и управления режимами распределительных электросетей в условиях Smart Grid<br><i>Фурсанов М.И., Золотой А.А., Макаревич В.В.</i>         | № 2                                    | 13–18                                   |

|                                                                                                                                                                                              |     |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|
| <b>Анализ расчетных и фактических электрических нагрузок в коммунально-бытовом секторе</b><br>Забелло Е.П., Иванов Д.М.                                                                      | № 2 | 19–22 |
| <b>Опыт диспетчеризации и автоматизации районных электрических сетей</b><br>Боровский А.Н., Сюндюкова О.Л.                                                                                   | № 2 | 23–26 |
| <b>Возможности системы комплексной удаленной диагностики энергооборудования</b><br>Тарашук А.М., Зенович-Лешкевич-Ольпинский Ю.А.                                                            | № 3 | 15–18 |
| <b>Привлечение потребителей коммунально-бытового сектора к участию в выравнивании графика электрической нагрузки</b><br>Сазонов П.А., Дашковский А.А.                                        | № 3 | 20–23 |
| <b>Диагностика состояния и продление срока эксплуатации турбин, отработавших свой ресурс</b><br>Алдакушин В.П.                                                                               | № 4 | 26–28 |
| <b>Методика расчета величины суммарных совмещенных потерь наибольшей потребляемой активной мощности в часы максимальных нагрузок энергосистемы</b><br>Пекелис Б.В.                           | № 4 | 30–32 |
| <b>Оптимизация структуры пиково-резервных энергоисточников с переводом их в теплофикационный режим</b><br>Седнин В.А., Румянцев С.А.                                                         | № 5 | 21–27 |
| <b>Реконструкция теплоисточников филиала «Минские тепловые сети» РУП «Минскэнерго»</b><br>Седнин В.А., Седнин А.В.                                                                           | № 6 | 16–22 |
| <b>ГАЗОСНАБЖЕНИЕ</b>                                                                                                                                                                         |     |       |
| <b>Омниканальность – новый подход в обслуживании населения</b><br>Бранцевич А.В., Васильев В.Ю.                                                                                              | № 1 | 29–32 |
| <b>Новые формы работы с потребителями газа</b>                                                                                                                                               | № 1 | 33    |
| <b>Анализ нормативных требований к контролю качества сварных соединений полиэтиленовых газопроводов. Часть 1</b><br>Поляков В.И., Полякова О.Е.                                              | № 3 | 31–34 |
| <b>Внедрение единой системы диспетчерского контроля, управления и автоматизированного учета энергоресурсов на отопительной котельной</b><br>Шейко Ю.А.                                       | № 3 | 35–37 |
| <b>Анализ нормативных требований к контролю качества сварных соединений полиэтиленовых газопроводов. Часть 2</b><br>Поляков В.И., Полякова О.Е.                                              | № 4 | 17–20 |
| <b>Использование электрообогревателей с дистанционным управлением для отопления ГРП</b><br>Копач И.А.                                                                                        | № 4 | 21–22 |
| <b>Цифровизация – основа повышения качества и доступности услуг для потребителей газа</b><br>Кассиров Д.А.                                                                                   | № 4 | 23–24 |
| <b>Техническое обслуживание и ремонт запорных устройств на объектах газораспределительной системы и газопотребления</b><br>Поляков В.И., Радовня А.Г.                                        | № 5 | 37–42 |
| <b>Применение современных технологий размагничивания трубопроводов системы газоснабжения</b><br>Бесараб С.В.                                                                                 | № 6 | 23–24 |
| <b>Умные технологии в действии. Опыт Бельничского района газоснабжения</b><br>Изергин Е.Е.                                                                                                   | № 6 | 25–26 |
| <b>ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА</b>                                                                                                                                                                    |     |       |
| <b>Ядерная энергетика Беларуси в общественном мнении</b><br>Дулинец Л.В., Мартищенко Е.В.                                                                                                    | № 2 | 30–33 |
| <b>Анализ перспективных направлений использования регенерированного урана и плутония в топливном цикле БелАЭС</b><br>Кузьмин А.В., Казазян В.Т., Кузьмина Н.Д., Малыхин А.П., Ковалевич В.Г. | № 2 | 34–38 |
| <b>Международное сотрудничество по вопросам регулирования ядерной и радиационной безопасности Белорусской АЭС</b><br>Луговская О.М.                                                          | № 3 | 24–27 |
| <b>Повышение эксплуатационной надежности и безопасности БелАЭС при сотрудничестве с ВАО АЭС</b><br>Парамонов Б.П.                                                                            | № 3 | 28–30 |
| <b>В реактор БелАЭС загружено ядерное топливо</b><br>Козлович О.В.                                                                                                                           | № 4 | 14–16 |
| <b>ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОГАЗНАДЗОР</b>                                                                                                                                                       |     |       |
| <b>Типичные нарушения безопасности при эксплуатации газового оборудования</b><br>Савчук А.В.                                                                                                 | № 1 | 34–36 |
| <b>О решениях технического совета Госэнергогазнадзора</b><br>Лосенков Д.М.                                                                                                                   | № 2 | 39–41 |



|                                                                                                                                                                              |     |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|
| <b>Нарушения нормативных требований к безопасности бытовых и аналогичных приборов</b><br>Киселев А.В.                                                                        | № 3 | 38–39 |
| <b>Дымовые и вентиляционные каналы: что нужно знать домовладельцам</b><br>Сошко Д.В.                                                                                         | № 3 | 40–41 |
| <b>О проверке и испытаниях автоматических выключателей и устройств защитного отключения в ходе подготовки к отопительному сезону</b><br>Лосенков Д.М.                        | № 4 | 39–40 |
| <b>Анализ работы систем автоматического регулирования температуры в системах теплоснабжения потребителей</b><br>Киселев Н.Н.                                                 | № 4 | 41–42 |
| <b>Совершенствование работы по профилактике детского электротравматизма – шаг за шагом</b><br>Леончик А.Н.                                                                   | № 4 | 43–44 |
| <b>Проверка готовности организаций Гомельской области к отопительному сезону в новых условиях</b><br>Киселев Н.Н.                                                            | № 5 | 33–36 |
| <b>Формирование и деятельность газотехнической инспекции Госэнергогазнадзора по Гомельской области. Первые итоги</b><br>Киселев Н.Н., Чуянов С.В.                            | № 6 | 27–28 |
| <b>В БЛОКНОТ ГЛАВНОГО ЭНЕРГЕТИКА</b>                                                                                                                                         |     |       |
| <b>Требования к организации земляных работ вблизи кабельных линий</b><br>Зильберман А.Д.                                                                                     | № 1 | 37–38 |
| <b>Требования по обеспечению электробезопасности в ванных комнатах и душевых кабинах</b><br>Щенников Е.А.                                                                    | № 2 | 42–43 |
| <b>Оперативный дистанционный контроль качества ПИ-труб</b><br>Арлюкевич Р.Ю.                                                                                                 | № 3 | 42–46 |
| <b>Факторы, влияющие на порывы трубопроводов тепловых сетей</b><br>Галай А.Л.                                                                                                | № 5 | 28–31 |
| <b>О модернизации электроснабжения квартир</b><br>Баранов Д.Л.                                                                                                               | № 5 | 31–32 |
| <b>УВЭП – эффективная защита сельскохозяйственных животных</b><br>Харитонов В.А.                                                                                             | № 6 | 29–31 |
| <b>Замена электропроводки системы TN-C в многоквартирном жилом доме</b><br>Щенников Е.А.                                                                                     | № 6 | 31–32 |
| <b>Основные аспекты эксплуатации тепловых сетей потребителей</b><br>Могилат Г.А.                                                                                             | № 6 | 32    |
| <b>МНЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТА</b>                                                                                                                                                    |     |       |
| <b>Формирование системы оплаты электроэнергии с учетом ее качества и форм графиков нагрузки</b><br>Забелло Е.П.                                                              | № 1 | 24–28 |
| <b>Проблемы расчета нормативно-фактических показателей эффективности системы теплоснабжения</b><br>Байрашевский Б.А.                                                         | № 4 | 33–38 |
| <b>НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ</b>                                                                                                                                                    |     |       |
| <b>Совершенствование расчетов тяговых электрических нагрузок для определения параметров устройств системы железнодорожного электроснабжения</b><br>Дробов А.В., Галушко В.Н. | № 2 | 44–47 |
| <b>Управление распределительными электрическими сетями на основе информационно-управляющих систем</b><br>Калентионюк Е.В., Богуславский С.И., Романович С.М.                 | № 4 | 45–48 |
| <b>Контроль достоверности измерений активной электрической нагрузки промышленных предприятий</b><br>Анищенко В.А., Писарук Т.В.                                              | № 5 | 45–47 |
| <b>Инновационный анализ технологического расхода электроэнергии в электрических сетях</b><br>Фурсанов М.И.                                                                   | № 6 | 33–37 |
| <b>МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО И ОПЫТ</b>                                                                                                                                   |     |       |
| <b>Отдельные аспекты развития возобновляемой энергетики</b><br>Сазонов П.А.                                                                                                  | № 1 | 44–45 |
| <b>Нормативное обеспечение развития электроотопления в ЕС и возможности применения европейского опыта в Беларуси</b><br>Саливончик Н.П.                                      | № 4 | 49–51 |
| <b>ПОДГОТОВКА КАДРОВ</b>                                                                                                                                                     |     |       |
| <b>Актуальные вопросы культуры безопасного поведения персонала</b><br>Курилович И.Ф., Гончар В.А.                                                                            | № 1 | 39–42 |

|                                                                                                                                                                                                                           |                                 |                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| <b>Оптимизация взаимодействия персонала: путь от совместимости к сработанности</b><br>Высоцкая С.А.                                                                                                                       | № 2                             | 48–50                      |
| <b>Возможности современных автоматизированных систем предрейсовых (предсменных) осмотров персонала</b><br>Саранцев В.В., Рыбина Т.М., Маркелов П.Н., Воробьев Ю.Н.                                                        | № 3                             | 47–51                      |
| <b>Тренажерная подготовка диспетчерского персонала в условиях его глубокой интеграции в процесс управления энергосистемой. Часть 1</b><br>Стульский С.В., Дворкин Д.В., Будовский В.П., Саранцев В.В., Савицкий А.И.      | № 4                             | 52–56                      |
| <b>Установлены единые подходы к психологическому обеспечению профессиональной деятельности работников электроэнергетики</b>                                                                                               | № 4                             | 57–59                      |
| <b>Внедрение автоматизированной системы оценки профессионального соответствия персонала в газовой отрасли</b><br>Шавловский Д.В., Фиков А.С., Абразовский А.А.                                                            | № 5                             | 48–51                      |
| <b>Тренажерная подготовка диспетчерского персонала в условиях его глубокой интеграции в процесс управления энергосистемой. Часть 2</b><br>Стульский С.В., Дворкин Д.В., Будовский В.П., Саранцев В.В., Савицкий А.И.      | № 5                             | 52–55                      |
| <b>Опыт внедрения компьютерных тренажеров на базе оборудования ТЭЦ</b><br>Кишкис Г.И., Тимошенко В.В.                                                                                                                     | № 6                             | 43–45                      |
| <b>ОХРАНА ТРУДА</b>                                                                                                                                                                                                       |                                 |                            |
| <b>Практика формирования культуры безопасности в РУП «Гомельэнерго»</b><br>Дробышевская Т.В.                                                                                                                              | № 6                             | 46–49                      |
| <b>Изменились требования к эксплуатации огнетушителей</b><br><i>Комментарии к Изменению № 2 ТКП 295-2011</i><br>Поляков В.И.                                                                                              | № 6                             | 50                         |
| <b>ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ</b>                                                                                                                                                                                                   |                                 |                            |
| <b>Использование отходов в качестве топлива</b><br>Дубовец Д.Л.                                                                                                                                                           | № 6                             | 41–42                      |
| <b>СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ</b>                                                                                                                                                                                        |                                 |                            |
| <b>Национальный фонд ТНПА – энергетике</b>                                                                                                                                                                                | № 1<br>№ 2<br>№ 3<br>№ 4<br>№ 6 | 61<br>60<br>53<br>25<br>53 |
| <b>О внесении изменений в технические кодексы установившейся практики</b><br>Лосенков Д.М.                                                                                                                                | № 1                             | 46–47                      |
| <b>О введении в действие новых требований к пожарной безопасности предприятий торфяной промышленности</b><br><i>Комментарии к ТКП 640-2019 (33240)</i><br>Карпенко В.В.                                                   | № 1                             | 47–49                      |
| <b>Новые требования к расчетам природных воздействий при проектировании воздушных линий электропередачи</b><br><i>Комментарии к ТКП 641-2019 (33240)</i><br>Орлова В.П.                                                   | № 1                             | 50–55                      |
| <b>Введен в действие новый отраслевой стандарт</b><br><i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.09.157-19</i><br>Кухарчик В.М.                                                                                 | № 1                             | 55–56                      |
| <b>Изменены нормы расхода материалов, приспособлений и приборов в сфере энергетики</b><br><i>Комментарии к новым стандартам ГПО «Белэнерго»</i><br>Якушев А.А.                                                            | № 1                             | 56–57                      |
| <b>Введен новый стандарт в области обслуживания потребителей электроэнергии</b><br><i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.01.107-19</i><br>Житкевич В.В.                                                    | № 1                             | 57–59                      |
| <b>Пересмотрены правила организации пусконаладочных работ по АСУ ТП на тепловых электростанциях</b><br><i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.35.414-19</i><br>Белов Д.Н.                                   | № 1                             | 59–60                      |
| <b>Вводятся новые требования к нормам освоения проектных мощностей электростанций и котельных</b><br><i>Комментарии к ТКП 646-2020 (33240)</i><br>Филазафович В.И., Горбунов Е.Н.                                         | № 2                             | 51–52                      |
| <b>Введены новые требования к испытаниям теплосетей на гидравлические потери и порядку расчета тепловых потерь</b><br><i>Комментарии к ТКП 642-2019 и стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.322-19</i><br>Ивашкевич Е.А. | № 2                             | 52–53                      |
| <b>Введены в действие новые отраслевые стандарты</b><br><i>Комментарии к стандартам ГПО «Белэнерго» СТП 33240.35.132-20 и СТП 33240.10.361-20</i><br>Шевалдин М.А.                                                        | № 2                             | 54–55                      |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                        |                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>Введен новый стандарт в области организации работ в электроустановках</b><br><i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.670-19</i><br>Кудряшов В.Ф., Усова Л.А.                                                                                                         | № 2                                    | 56–58                                              |
| <b>Введены новые требования в области промышленной безопасности энергообъектов и нормы времени на ремонт оборудования ПГУ</b><br><i>Комментарии к стандартам ГПО «Белэнерго» СТП 33240.03.350-19, СТП 33240.20.814-19, СТП 33240.05.645-20</i><br>Якушев А.А.                           | № 2                                    | 58–59                                              |
| <b>Установлены требования к тестовой модели энергосистемы для проверки АРВ сильного действия</b><br><i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.45.312-20</i><br>Мороз А.В.                                                                                                    | № 3                                    | 52                                                 |
| <b>Разработана конструкция платформы для гнездования птиц, монтируемой на стойках ВЛ 0,4–10 кВ</b><br><i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.119-20</i><br>Анищик А.Н.                                                                                                 | № 5                                    | 56–57                                              |
| <b>Внесены изменения в отраслевой стандарт, регламентирующий устройство вводов ВЛ 230/400 В</b><br><i>Комментарии к Изменению № 1 и Изменению № 2 стандарта ГПО «Белэнерго» СТП 33243.20.262-17</i><br>Анищик А.Н.                                                                      | № 5                                    | 57–58                                              |
| <b>Разработаны методические указания по проведению гидродинамических испытаний в системах теплоснабжения</b><br><i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.302-20</i><br>Черковский Н.М.                                                                                   | № 5                                    | 58–59                                              |
| <b>Утверждены новые требования к порядку разработки стандартов ГПО «Белэнерго»</b><br><i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.01.101-20</i><br>Науменок Н.А.                                                                                                               | № 5                                    | 60–61                                              |
| <b>Утверждены технические требования к ВЛ 110 кВ и выше на повышенных опорах</b><br><i>Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.04.111-20</i><br>Лукьянович А.В.                                                                                                               | № 6                                    | 51                                                 |
| <b>Внесены изменения в правила технической эксплуатации оборудования связи и телемеханики</b><br><i>Комментарии к Изменению № 1 стандарта ГПО «Белэнерго» СТП 09110.48.506-13</i><br>Трипутень Ю.И.                                                                                     | № 6                                    | 52                                                 |
| <b>ПРАВО</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                        |                                                    |
| <b>Новости законодательства</b>                                                                                                                                                                                                                                                         | № 1<br>№ 2<br>№ 3<br>№ 4<br>№ 5<br>№ 6 | 62–64<br>61–64<br>61–64<br>62–64<br>62–64<br>56–58 |
| <b>Изменились требования к подготовке, проведению и завершению осенне-зимнего периода</b><br><i>Комментарии к Правилам подготовки организаций к отопительному сезону, его проведения и завершения</i><br>Лосенков Д.М.                                                                  | № 3                                    | 54–56                                              |
| <b>Правовое регулирование, судебная практика и научные исследования в области энергетической безопасности в Республике Беларусь</b><br>Каменков В.С.                                                                                                                                    | № 3                                    | 57–60                                              |
| <b>Установлены новые требования к промышленной безопасности при эксплуатации технологических трубопроводов</b><br><i>Комментарии к Правилам по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации технологических трубопроводов</i><br>Сазонко А.Е.                                 | № 4                                    | 60–61                                              |
| <b>Установлены требования к эксплуатации гидротехнических сооружений и устройств для энергетических нужд</b><br><i>Комментарии к Правилам эксплуатации гидротехнических сооружений и устройств для энергетических (гидроэнергетических и теплоэнергетических) нужд</i><br>Мальцева Н.М. | № 6                                    | 54–55                                              |
| <b>ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                        |                                                    |
| <b>Перспективы развития электротранспорта в Беларуси</b><br><i>По итогам Форума по развитию электрообъемности «E-Mobility 2020»</i><br>Крупа Е.П.                                                                                                                                       | № 5                                    | 43–44                                              |
| <b>К 90-летию БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ</b>                                                                                                                                                                                                                                             |                                        |                                                    |
| <b>Становление и развитие энергетической отрасли</b>                                                                                                                                                                                                                                    | № 4                                    | Вкладка                                            |
| <b>Современные парогазовые технологии</b>                                                                                                                                                                                                                                               | № 5                                    | Вкладка                                            |
| <b>Развитие электросетевой инфраструктуры Беларуси</b>                                                                                                                                                                                                                                  | № 6                                    | Вкладка                                            |
| <b>Названы победители фотоконкурса, посвященного 90-летию Белорусской энергосистемы</b>                                                                                                                                                                                                 | № 6                                    | 64                                                 |

# НАЗВАНЫ ПОБЕДИТЕЛИ ФОТОКОНКУРСА, посвященного 90-летию Белорусской энергосистемы

Энергетические объекты на фоне живописных пейзажей, радость командного труда, люди энергетики – все это и многое другое нашло свое отражение на фотоснимках, представленных работниками организаций ГПО «Белэнерго» на фотоконкурс, посвященный 90-летию Белорусской энергосистемы. Организатором мероприятия выступила первичная профсоюзная организация аппарата управления ГПО «Белэнерго» при поддержке руководства объединения. Основные цели конкурса – популяризация достижений Белорусской энергосистемы, повышение престижа энергетических профессий, развитие творческих способностей и эстетического вкуса, поддержка талантливой молодежи и организация культурного досуга членов профсоюза. Из 372 работ лучшими в трех номинациях были названы девять.

Итоги конкурса опубликованы на официальном сайте объединения. Фотоработы участников представлены в корпоративном многостраничном календаре ГПО «Белэнерго» на 2021 год. Фотография В. Рабчинского «Мосты энергии» взята за основу при создании VIP-календаря журнала Минэнерго «Энергетическая стратегия».

## Дипломантами конкурса стали:

### Номинация «Родная энергетика»

**Алина Козусенок**, специалист по кадрам Бобруйской ТЭЦ-2 («Снегири прилетели»)

**Валентина Вольнец**, инженер 2-й категории лаборатории промышленной экологии ТЭЦ-5 («Солнечное гало»)

**Алексей Бернацкий**, специалист 1-й категории ПТО ПСДТУ РУП «Гродноэнерго» («ГЭС «Волпа»)

### Номинация «Энергетики – это мы»

**Сергей Мурач**, начальник отдела АСУ Гомельских электрических сетей («Укрощая стихию»)

**Екатерина Борбашова**, начальник СПРиЭС ПТС Минских кабельных сетей («Женская энергетика»)

**Виталий Шантар**, заместитель начальника службы ЛЭП Глубокских электрических сетей («Энергетики – это мы»)

### Номинация «Эстетика производства»

**Александр Величко**, ведущий инженер Инженерного центра ОАО «Белэнергоремналадка» («Оборудование Мозырской ТЭЦ»)

**Людмила Гладун**, оператор ЭВМ Пинских электрических сетей («Держа руку на пульте»)

**Марина Томашевская**, ведущий специалист по связям с общественностью и идеологии Минских кабельных сетей («Наша сила в единстве!»)

## Родная энергетика



А. Козусенок. Снегири прилетели



В. Вольнец. Солнечное гало



А. Бернацкий. ГЭС «Волпа»

## Энергетики – это мы



*С. Мурач. Укрощая стихию*



*Е. Борбашова. Женская энергетика*



*В. Шантар. Энергетики – это мы*

## Эстетика производства



*А. Величко. Оборудование Мозырской ТЭЦ*



*Л. Гладун. Держа руку на пульсе*



*М. Томашевская. Наша сила в единстве!*

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРООТОПЛЕНИЯ

- Управление комфортом на расстоянии
- Сезонная энергоэффективность до 40 %
- Мониторинг энергопотребления



Более подробную  
информацию читайте  
на нашем сайте [misot.by](http://misot.by)



ОДО «Оникс»  
+375 232 295695, +375 44 7870968  
[onyxodo@yandex.ru](mailto:onyxodo@yandex.ru)

