

# Энергетическая Стратегия

№4 (76) июль–август 2020

научно-практический журнал

## В РЕАКТОР БЕЛАЭС ЗАГРУЖЕНО ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО

Стр. 14

Читайте в номере: **К 90-летию Белорусской энергосистемы**

✓ Использование электрообогревателей с дистанционным управлением для отопления ГРП

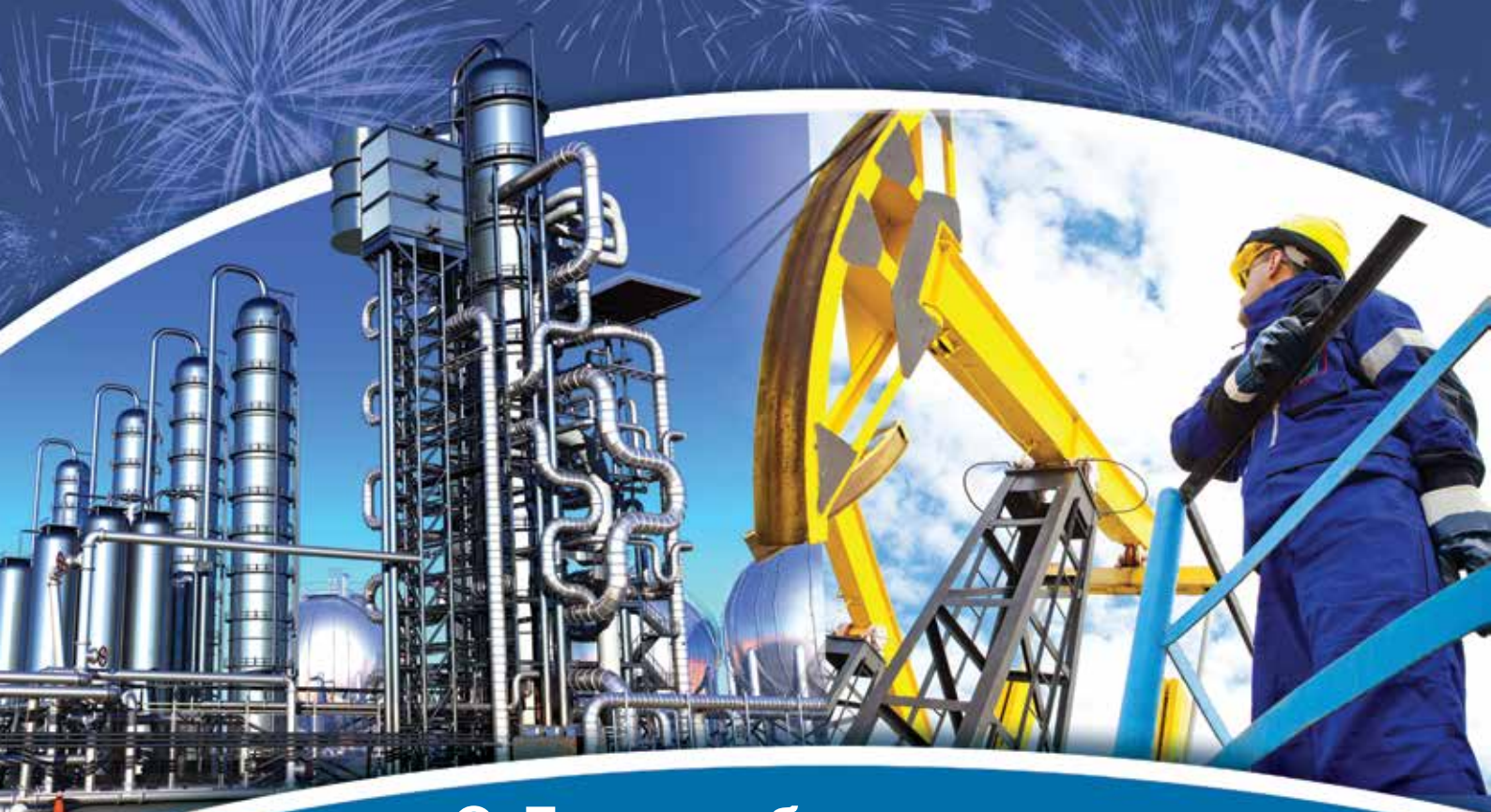
Стр. 21

✓ О проверке и испытаниях АВ и УЗО в ходе подготовки к отопительному сезону

Стр. 39

ISSN 2310 - 6735





С Днем работников  
нефтяной, газовой и топливной  
промышленности!

**XXV БЕЛОРУССКИЙ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ**

**ENERGY  
EXPO**

[energyexpo.by](http://energyexpo.by)

Технический  
специализированный  
выставочный



**13-16** октября  
**Минск**  
**Беларусь** **2020**

пр. Победителей 20/2 (Футбольный манеж)

ЗАО «ТЕХНИКА И КОММУНИКАЦИИ»  
Республика Беларусь, 220004, г. Минск, в/л 34



Тел.: +375 17 306 06 06, e-mail: [energy@tc.by](mailto:energy@tc.by)  
<https://www.energyexpo.by>

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРООТОПЛЕНИЯ

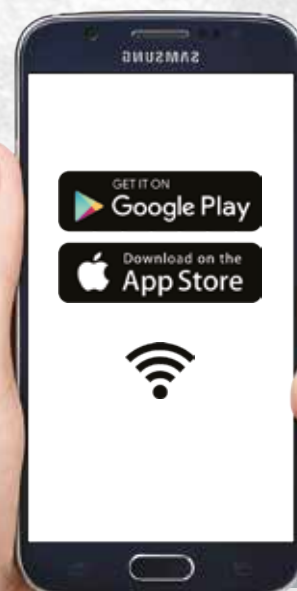
- Управление  
комфортом  
на расстоянии
- Сезонная  
энергоэффективность  
до 40 %
- Мониторинг энергопотребления



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)



## Учредитель

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

## Редакционная коллегия:

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

# 009382

Подписной индекс

## СОДЕРЖАНИЕ

### НОВОСТИ

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| ТЭК Беларуси .....                                     | 6  |
| Мировая энергетика. Факты. Прогнозы. Аналитика .....   | 9  |
| В Беларуси впервые прошел День электротранспорта ..... | 12 |

### ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Козлович О.В., пресс-секретарь Министерства энергетики Республики Беларусь |    |
| В реактор БелАЭС загружено ядерное топливо .....                           | 14 |

### ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Поляков В.И., к.х.н., доцент ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ»,<br>Полякова О.Е., старший преподаватель БНТУ                    |    |
| Анализ нормативных требований к контролю качества сварных<br>соединений полиэтиленовых газопроводов. Часть 2..... | 17 |
| Копач И.А., начальник отдела энергоэффективности и охраны окружающей среды<br>УП «МИНГАЗ»                         |    |
| Использование электрообогревателей с дистанционным<br>управлением для отопления ГРП.....                          | 21 |
| Кассиров Д.А., заместитель генерального директора УП «МИНГАЗ»                                                     |    |
| Цифровизация – основа повышения качества и доступности услуг<br>для потребителей газа.....                        | 23 |

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Национальный фонд ТНПА – энергетике ..... | 25 |
|-------------------------------------------|----|

### ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Алдакушин В.П., начальник Межсистемной лаборатории контроля металла и сварки<br>ОАО «Белэнергоремналадка»                                               |    |
| Диагностика состояния и продление срока эксплуатации турбин,<br>отработавших свой ресурс .....                                                          | 26 |
| Пекелис Б.В., инженер службы АСКУЭ филиала «Энергосбыт» РУП «Минскэнерго»                                                                               |    |
| Методика расчета величины суммарных совмещенных потерь<br>наибольшей потребляемой активной мощности в часы<br>максимальных нагрузок энергосистемы ..... | 30 |

### МНЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТА

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Байрашевский Б.А., д.т.н.                                                                         |    |
| Проблемы расчета нормативно-фактических показателей<br>эффективности системы теплоснабжения ..... | 33 |

### ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГОГАЗНАДЗОР

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Лосенков Д.М., первый заместитель генерального директора – главный инженер<br>ГУ «Госэнергогазнадзор»                                    |    |
| О проверке и испытаниях автоматических выключателей<br>и устройств защитного отключения в ходе подготовки<br>к отопительному сезону..... | 39 |
| Киселев Н.Н., начальник энергогазнадзора филиала<br>ГУ «Госэнергогазнадзор» по Гомельской области                                        |    |
| Анализ работы систем автоматического регулирования температуры<br>в системах теплоснабжения потребителей .....                           | 41 |

Леончик А.Н., заместитель начальника Могилевского МРО филиала  
ГУ «Госэнергогазнадзор» по Могилевской области

**Совершенствование работы по профилактике детского  
электротравматизма – шаг за шагом.....43**

## НАУКА – ЭНЕРГЕТИКЕ

Калентиюнок Е.В., к.т.н., доцент кафедры «Электрические системы» БНТУ,  
Богуславский С.И., главный инженер проектов ОНИЛ «Инновационная энергетика»  
филиала «НИПИ» БНТУ,  
Романович С.М., инженер-программист ОНИЛ «Инновационная энергетика»  
филиала «НИПИ» БНТУ

**Управление распределительными электрическими сетями на основе  
информационно-управляющих систем .....45**

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО И ОПЫТ

Саливончик Н.П., заместитель директора ОДО «Оникс»

**Нормативное обеспечение развития электроотопления в ЕС  
и возможности применения европейского опыта в Беларуси.....49**

## ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Стульский С.В., ведущий инженер ООО «АВИТИСТ-ТЕХНОПЛУС»,  
Дворкин Д.В., к.т.н., ведущий специалист отдела развития энергетических  
систем АО «Научно-технический центр Единой энергетической системы Развитие  
энергосистем»,  
Будовский В.П., д.т.н., директор Центра оценки квалификаций АО «Научно-технический  
центр Единой энергетической системы Противоаварийное управление»,  
Саранцев В.В., к.т.н., директор ГУО «Центр повышения квалификации руководящих  
работников и специалистов энергетики»,  
Савицкий А.И., начальник отдела тренажерной подготовки персонала диспетчерской  
службы ГПО «Белэнерго»

**Тренажерная подготовка диспетчерского персонала в условиях  
его глубокой интеграции в процессы оперативного управления  
энергосистемой. Часть 1 .....52**

**Установлены единые подходы к психологическому обеспечению  
профессиональной деятельности работников электроэнергетики.....57**

## ПРАВО

Сазонко А.Е., начальник управления надзора за безопасностью предприятий  
химической промышленности, переработки зерна и аммиачных установок  
Госпромнадзора

**Установлены новые требования к промышленной безопасности  
при эксплуатации технологических трубопроводов .....60**

*Комментарии к Правилам по обеспечению промышленной безопасности  
при эксплуатации технологических трубопроводов*

**Новости законодательства (июль–август) .....62**

## К 90-летию БЕЛОРУССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

**К 90-летию Белорусской энергосистемы  
журнал открывает рубрику, посвященную  
знаменательной дате.**

Краткий очерк истории развития Белорусской энергосистемы  
с момента ее создания до 2005 года читайте во вкладке.



# Энергетическая Стратегия

научно-практический журнал

№4 (76) июль–август 2020

Издается с января 2008 года

## Энергетическая безопасность

### Традиционная и ядерная энергетика

### Газоснабжение и торфяная промышленность

### Возобновляемая и малая энергетика

### Энергоэффективность и экология

#### 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 25.08.2020 г., формат 60х90%,  
тираж 1540 экз., заказ 3451.

© Информационно-издательский центр  
ОАО «Экономэнерго», 2020



## УВАЖАЕМЫЕ РАБОТНИКИ ГАЗОВОЙ И ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ДОРОГИЕ ВЕТЕРАНЫ!

**От имени Министерства энергетики и от себя лично поздравляю вас с профессиональным праздником – Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности!**

Топливо-энергетический комплекс – одна из ключевых отраслей национальной экономики, которая обеспечивает устойчивое социально-экономическое развитие Беларуси. От ее эффективной работы во многом зависит укрепление энергетического, промышленного, экспортного потенциала страны, развитие регионов, благополучие миллионов наших граждан.

Результаты, с которыми мы подошли к этому дню, показывают, что отрасль динамично развивается, формируется прочный задел на будущее. Модернизация объектов газораспределительной системы открыла новые возможности для внедрения передовых технологий, повышения эффективности производства, улучшения условий труда. За прошлый год введено в эксплуатацию 1,4 тысячи километров газопроводов различных категорий, газифицировано природным газом более 25 тысяч квартир. Благо-

даря вашему ежедневному добросовестному труду осуществляется бесперебойное газоснабжение всех городов и районных центров страны.

Значимый вклад в повышение энергетической независимости Беларуси вносит торфяная промышленность.

В отрасли работают настоящие профессионалы – преданные делу, сплоченные, инициативные, заинтересованные в достижении результата. Благодарю каждого, кто вложил свои знания и энергию в общее дело.

Отдельные слова благодарности хотел бы адресовать нашим ветеранам. Замечательно, что заложенные вами традиции находят продолжение в работе молодежи.

В этот праздничный день от всей души желаю всем вам и вашим близким крепкого здоровья, счастья, благополучия, успехов и новых достижений!

*Министр энергетики Республики Беларусь*

*В.М.Каранкевич*

## УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ВETERАНЫ ГАЗОВОЙ И ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ! ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!



**От имени аппарата управления государственного производственного объединения по топливу и газификации «Белтопгаз» и от себя лично поздравляю вас с профессиональным праздником – Днем работников нефтяной, газовой и топливной промышленности!**

Представители 20-тысячного коллектива ГПО «Белтопгаз», а также ветераны отрасли по праву могут гордиться своей причастностью к достижениям газовой отрасли и торфяной промышленности – значимых сегментов экономики Беларуси. Своим трудом эти люди вносят тепло и комфорт в жизнь граждан страны, создают условия для развития и эффективной работы различных отраслей народного хозяйства.

В объединении накоплен огромный опыт в области газоснабжения, торфопереработки, проектирования, строительства, промышленного производства, подготовки кадров. В системе ГПО «Белтопгаз» планомерно внедряются передовые достижения науки, инновационные технологии и оборудование, рационализаторские предложения. Особое внимание уделяется повышению качества оказываемых услуг.

Беларусь имеет одни из лучших на постсоветском пространстве показателей в области газификации. В республике газифицированы природным газом 118 районных центров, 115 городов, 84 городских и рабочих поселка, 1010 агрогородков, 3316 сельских населенных пунктов.

В торфяной промышленности продолжается модернизация и реконструкция производств, осваивается выпуск новой продукции, увеличивается объем реализации фрезерного торфа, сушенки и топливных брикетов на внутреннем рынке, поставляется торфопродукция на экспорт.

Уважаемые коллеги! Благодарю вас за профессионализм, самоотверженность и добросовестный труд. Несмотря на непростые условия, связанные с эпидемиологической обстановкой, мы достойно выполняем стоящие перед нами задачи.

От имени современного поколения газовиков и торфяников выражаю благодарность вам, дорогие ветераны. Вы заложили прочный фундамент мощного многофункционального комплекса – государственного производственного объединения по топливу и газификации «Белтопгаз».

Желаю всем организациям объединения дальнейшего процветания, новых перспективных проектов, высоких показателей. Ветеранам и работникам отрасли – крепкого здоровья, счастья, благополучия и успехов во всех начинаниях!

*Генеральный директор ГПО «Белтопгаз»*

*А.И.Кушнаренко*

# ТЭК БЕЛАРУСИ

## Беларусь и Россия подписали пакет документов в сфере энергетики

14 июля в г. Москве состоялась встреча премьер-министров Беларуси и России Р.А. Головченко и М.В. Мишустина. В мероприятии принял участие Министр энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевич.

По итогам встречи руководители правительств двух стран подписали пакет документов в сфере энергетики – два протокола к межправительственному соглашению по сооружению Белорусской АЭС и отдельное соглашение, регулирующее условия поставок в Беларусь энергоносителей, в частности нефти. Принципиальная договоренность о подписании этих документов ранее была достигнута главами государств.

Р.А. Головченко подчеркнул, что достигнутые договоренности соответствуют интересам Беларуси и являются выгодными для страны. Только по строительству атомной станции Беларусь получила экономию, которая исчисляется сотнями миллионов долларов.



*В ходе встречи премьер-министров Беларуси и России Р.А. Головченко и М.В. Мишустина*

## Вопросы ТЭК Беларуси рассмотрены на совещании у Главы государства

13 августа Глава государства провел совещание по вопросам топливно-энергетического комплекса Беларуси. В мероприятии принял участие Министр энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевич. В ходе обсуждения состояния и перспектив развития ТЭК Президент констатировал, что сегодня предприятия энергосистемы по техническому и технологическому оснащению находятся на таком же уровне, что и в ведущих европейских странах.

Участники совещания рассмотрели также ход реализации проекта по строительству БелАЭС. Министр энергетики отметил, что с вводом АЭС и ростом потребления электрической энергии планируется установить более низкие тарифы на электроэнергию для реального сектора экономики.

В рамках реализации межотраслевого комплекса мер, направленных на повышение электропотребления в реальном секторе экономики, планируется к 2026 году увеличить этот показатель на 2,7 млрд кВт·ч. В настоящее время Министерство энергетики и Министерство антимонопольного регулирования и торговли прорабатывают систему тарифов, стимулирующих потребление электроэнергии.

## Беларусь и Венгрия заинтересованы в сотрудничестве в сфере атомной энергетики

В июне в Министерстве энергетики состоялась встреча Министра энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевича и Чрезвычайного и Полномочного Посла Венгрии

в Беларуси Жолта Чуторы. Стороны обсудили перспективы взаимодействия государств в сфере атомной энергетики. В частности, речь шла о реализации подписанного 5 июня в Минске меморандума о сотрудничестве между Министерством энергетики Республики Беларусь и Аппаратом Премьер-министра Венгрии.

В ходе встречи рассмотрены возможности привлечения белорусских организаций к строительству в Венгрии объектов инфраструктуры АЭС «Пакш-2». Стороны также договорились о взаимодействии в сфере подготовки кадров для АЭС и обсудили возможности обмена опытом в области обращения с ядерными отходами.



*Встреча Министра энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевича и Чрезвычайного и Полномочного Посла Венгрии в Беларуси Жолта Чуторы*

## Детализирована дорожная карта по формированию общего энергорынка ЕАЭС

В ходе 13-го заседания Консультативного комитета ЕЭК по электроэнергетике, которое состоялось в июне в заочном режиме, утверждена «Дорожная карта» мероприятий по формированию общего электроэнергетического (ОЭР) рынка ЕАЭС.

В ЕЭК отметили, что в отношении подходов к определению и распределению пропускной способности межгосударственных сечений (межгосударственных ЛЭП) позиции сторон сблизились, что позволит на экспертном уровне продвинуться в разработке проекта правил определения и распределения пропускной способности.

Предполагается, что ОЭР ЕАЭС начнет функционировать не позднее 1 января 2025 года. Полноценный запуск энергорынка может привести к увеличению объемов взаимной торговли электроэнергией, создать предпосылки для укрепления экономик стран ЕАЭС.

## Рыночные отношения с блок-станциями должны выстраиваться на паритетной основе

31 июля в Минэнерго под председательством заместителя Министра энергетики В.А. Закревского состоялось заседание общественно-консультативного (экспертного) совета по развитию предпринимательства, в ходе которого были рассмотрены ключевые аспекты проекта Указа Президента Республики Беларусь «О создании условий для развития конкуренции в сфере электроэнергетики».

В соответствии с документом юрлица и индивидуальные предприниматели, имеющие в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении блок-станции, смогут продавать электроэнергию другим субъектам хозяйствования с возможностью ее передачи и распределения по электросетям энергоснабжающих организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго». При этом блок-станции будут работать под единым оперативно-диспетчерским управлением.

«Рыночные отношения с блок-станциями, которые когда-то создавались крупными предприятиями для удовлетворения собственных нужд в электроэнергии, должны выстраиваться на паритетной основе», – отметил В.А. Закревский. В ближайшее время в рамках проекта Указа предстоит согласовать позиции заинтересованных госорганов и организаций, а также сформировать пакет документов, которые позволят регулировать реализацию электроэнергии в каждом конкретном регионе и между регионами.

## Выполнена загрузка топлива в реактор первого энергоблока БелАЭС

7 августа 2020 года на БелАЭС состоялось официальное мероприятие, приуроченное к началу загрузки ядерного топлива в реактор энергоблока № 1. Первая тепловыделяющая сборка (ТВС) была загружена в 11.45. Всего в реактор загружено 163 ТВС. Каждая из них состоит из 312 тепловыделяющих элементов диаметром 9 мм и высотой около 4 м. Вес топлива в одной сборке – более 500 кг.

После загрузки топлива будут проведены необходимые испытания. Энергетический пуск первого энергоблока с включением в энергосистему страны планируется в IV квартале текущего года.

## Персонал Белорусской АЭС принял участие в межсистемных противоаварийных тренировках

18 июня состоялась межсистемная противоаварийная тренировка оперативно-диспетчерского персонала Белорусской энергосистемы, в которой впервые приняли участие сотрудники БелАЭС.

В ходе тренировки было отработано взаимодействие оперативно-диспетчерского персонала различных уровней управления, дежурного персонала электросетей и электростанций и специалистов АЭС в условиях предполагаемого отключения первого энергоблока станции от энергосистемы и последующего аварийного режима.



Межсистемная противоаварийная тренировка

5 августа в ГПО «Белэнерго» была проведена межсистемная противоаварийная тренировка на тему «Подача напряжения на собственные нужды Белорусской АЭС в случае особой системной аварии». Были отработаны действия в соответствии с Инструкцией по подаче напряжения на собственные нужды Белорусской АЭС после наиболее тяжелых нарушений нормального режима с частичным или полным поглощением энергосистемы.

Тренировка позволила проверить готовность оперативно-диспетчерских звеньев к работе в условиях интеграции БелАЭС в энергосистему страны. Оперативно-диспетчерский персонал подтвердил готовность к действиям в нестандартных ситуациях.

## Введен в строй современный цех по производству торфобрикетов

На базе филиала «Торфопредприятие «Колпеница» ОАО «Торфобрикетный завод «Ляховичский» состоялся ввод в строй современного цеха по производству торфяных топливных брикетов. В мероприятии приняли уча-

## КАДРОВЫЕ НАЗНАЧЕНИЯ

**10 августа на должность заместителя генерального директора ГПО «Белэнерго» назначен Бобович Сергей Олегович.**

Сергей Олегович Бобович родился 24 мая 1972 года в г. Гомеле. В 1996 году окончил Гомельский политехнический институт по специальности «Промышленная теплоэнергетика», в 2007 году – Академию управления при Президенте Республики Беларусь по специальности «Экономика и управление на предприятии промышленности».

Трудовую деятельность начал в 1989 году учеником на должности токаря-расточника, слесаря-сборщика радиоэлектронной аппаратуры и приборов Гомельского радио-завода им. 60-летия СССР. С 1996 по 2002 год работал инженером по расчетам и режимам производственно-тех-



нического отдела, начальником смены котельной Западного района тепловых сетей, начальником производственно-технического отдела филиала «Гомельские тепловые сети» РУП «Гомельэнерго».

В 2002 году назначен заместителем главного инженера по тепло-технической части РУП «Гомельэнерго», в 2006 году – директором

филиала «Гомельская ТЭЦ-2». С 2015 по август 2020 года работал генеральным директором РУП «Гомельэнерго».

10 августа назначен заместителем генерального директора ГПО «Белэнерго».

стие Министр энергетики В.М. Каранкевич и генеральный директор ГПО «Белтопгаз» А.И. Кушнаренко.

Открывая мероприятие, Министр энергетики подчеркнул, что по объемам добычи торфа Беларусь занимает четвертое место в мире. В республике ежегодно добывается около 2,5 млн т торфа, производится 1,2 млн т торфяной продукции, около 20 % поставляется на внешние рынки – в 2019 году экспорт превысил \$ 11 млн. Около 80 % торфопродукции реализуется внутри страны, что позволяет ежегодно замещать более 450 млн м³ природного газа. «Это особый вклад в укрепление энергобезопасности страны», – отметил Министр.

### Сохраняется позитивная динамика белорусско-российского сотрудничества

30 июня в формате видеоконференции состоялось заседание рабочей группы по торгово-экономическому и научно-техническому сотрудничеству между Республикой Беларусь и Тюменской областью России. Мероприятие прошло под председательством руководителей группы – заместителя Министра энергетики Беларуси В.А. Закревского и заместителя губернатора Тюменской области В.Н. Чейметова.

В ходе конференции обсуждены перспективы расширения взаимовыгодного партнерства в различных отраслях промышленности. Среди важных направлений взаимодействия – добыча и переработка торфа. В частности, НИИ «Белгипро-топгаз» готов провести работу по актуализации запасов разведанных месторождений торфа в Тюменской области для последующей разработки технико-экономических обоснований инвестпроектов. Стороны договорились подготовить соответствующий план действий и подтвердили взаимное стремление сохранить и укрепить позитивную динамику сотрудничества.

### Новые технологии приближают процесс подготовки персонала к реальным условиям работы

Специалистами филиала «Учебный центр» РУП «Витебскэнерго» разработан VR-тренажер «Виртуальная подстанция 10/0,4», позволяющий оперативному и оперативно-ремонтному персоналу в комфортных и безопасных условиях тренировать навыки выполнения оперативных переключений.



VR-тренажер «Виртуальная подстанция 10/0,4» в работе

Разработчики тренажера создали достоверный виртуальный аналог ТП 10/0,4 кВ со всем необходимым оборудованием. Для отработки и проверки знаний предусмотрен режим, имитирующий выполнение указаний бланка оперативных переключений с проверкой действий пользователя.

Внедрение в практику новой технологии позволит максимально приблизить учебный процесс к реальным условиям и даст возможность повысить эффективность обучения на 90–95 % по сравнению с классической моделью.

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

# МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

## Факты. Прогнозы. Аналитика

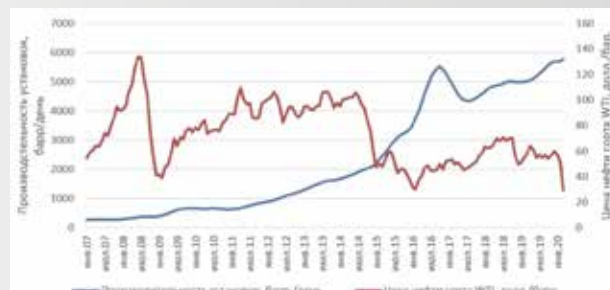
### Спрос на нефть может быстро восстановиться

International Energy Agency (IEA) заявило, что мировой спрос на нефть восстановится в следующем году, когда мир выйдет из пандемии коронавируса, однако полное восстановление до докризисных уровней может занять порядка двух лет.

Эксперты IEA утверждают, что потребление топлива во всем мире будет на 2,5 % ниже, чем в 2019 году, в основном из-за негативной ситуации, сложившейся в авиационном секторе. Тем не менее отчет агентства содержит некоторую позитивную информацию для производителей нефти. Сокращение добычи ОПЕК+ и закрытие сланцевых скважин в США должны сформировать дефицит рынка в 2021 году, что приведет к уменьшению прироста запасов на 1,5 млрд барр.

IEA, консультирующее большинство крупных экономик по вопросам энергетической политики, увеличило оценку спроса на II квартал текущего года на 2,1 млн барр. в день. В то же время эксперты считают, что такие изменения в образе жизни, как удаленная работа, не приведут к долгосрочному выравниванию потребления топлива.

В этом году мировое потребление нефти все еще находится на пути к рекордному ежедневному сокращению в 8,1 млн барр. Согласно прогнозам агентства, запасы в течение последних 6 месяцев этого года будут быстро сокращаться и теоретически уменьшаться в каждом квартале 2021 года. В следующем году мировой спрос превысит предложение, при этом прогнозируемое восстановление добычи нефти будет составлять менее трети от увеличения потребления топлива. Вместе с тем IEA предостерегает, что все это может измениться одномоментно, если ОПЕК+ решит возобновить добычу по мере восстановления потребления или если рост цен оживит американские сланцевые разработки.



**Динамика производительности установок добычи сланцевой нефти в США и цен на нефть сорта WTI**



**Прогноз цен на нефть в долгосрочной перспективе (фактические цены на нефть сорта Brent в ценах 2018 года по данным BP Statistical Review of World Energy 2019)**



### «Гибридные двойники» повысят безопасность эксплуатации производственных объектов

В России реализуется проект по созданию уникальной модели «гибридных двойников» в целях повышения безопасности эксплуатации производственных объектов.

Инновационная модель Hybrid Twin позволит создать виртуальный клон объекта – его полную цифровую копию с учетом всех технологических особенностей, что позволит моделировать оптимальный режим производственного процесса для всех этапов эксплуатации. Это существенно повысит эффективность использования технологического оборудования икратно увеличит безопасность эксплуатации опасных производственных

объектов, позволяя прогнозировать переход оборудования в критическое состояние.

Создание цифровых двойников является актуальным трендом, объединяющим технологии больших данных и блокчейна, предиктивное управление, промышленный интернет вещей, самообучающиеся системы на базе искусственного интеллекта и т.д.

## Рост спроса на газ возобновится

Согласно отчету International Gas Union, BNEF и итальянской энергокомпании Snam, опубликованному 6 августа, мировой спрос на газ в 2020 году упадет из-за воздействия пандемии COVID-19 на 4 %, но рост возобновится, поскольку газ продолжит замещать более грязное топливо в структуре энергетики.

В отчете «Global Gas Report 2020» говорится также, что среднесрочный рост потребления газа обусловлен его конкурентоспособностью, а также расширением мирового доступа к этому топливу. В частности, в 2019 году импорт СПГ вырос на 13 % – до 482 млрд м³. И хотя в 2020 году прогнозируется его падение на 4,2 %, поставки могут восстановиться до прежних уровней уже в 2021 году.



По мере восстановления экономики низкие цены на газ будут стимулировать рост спроса, а политика чистого воздуха – более широкое использование газа в ближайшие несколько лет на основных растущих рынках, таких как Индия и Китай.

В долгосрочной перспективе открываются большие возможности для распространения низкоуглеродных газовых технологий, отмечают эксперты. По оценке BNEF, применение чистого водорода, получаемого из газа, может помочь снизить выбросы парниковых газов, связанные с энергетикой, на 37 %.

Эксперты считают, что рынок водорода находится на пороге революции. Ее цель состоит в том, чтобы в ближайшие 5 лет планомерно снижать стоимость «зеленого» водорода до тех пор, пока его применение в различных областях не станет конкурентоспособным.

## Опубликована водородная стратегия ЕС

Европейский союз опубликовал окончательную версию Водородной стратегии для климатически-нейтральной Европы.

Согласно документу, приоритетом сегодня является разработка возобновляемого водорода (renewable hydrogen), производимого в основном с использованием энергии ветра и солнца. Тем не менее в краткосрочной и среднесрочной перспективе необходимы другие формы низкоуглеродного водорода (low-carbon hydrogen) для быстрого сокращения выбросов и поддержки развития жизнеспособного рынка. Примерно такой же подход принят и в недавно опубликованной Водородной стратегии Германии.

В стратегии Евросоюза вместо популярного деления водорода на «зеленый», «синий» и т.д. используется другая классификация:

- электролизный водород (electricity-based hydrogen);
- возобновляемый (чистый) водород (clean hydrogen);
- ископаемый водород (fossil-based hydrogen);
- ископаемый водород с улавливанием углерода (fossil-based hydrogen with carbon capture).

Ископаемый водород с улавливанием углерода и электролизный водород относятся к категории низкоуглеродного водорода (low-carbon hydrogen). Производство этой формы происходит со значительно более низкими выбросами парниковых газов в течение всего жизненного цикла по сравнению с существующей технологией получения ископаемого водорода (то есть произведенного из ископаемого топлива).

Согласно европейскому плану к 2030 году потребуется установка в ЕС 40 ГВт электролизеров и создание соответствующих мощностей в соседних странах для экспорта водорода в Евросоюз. При этом на территории ЕС будет производиться до 10 млн т возобновляемого водорода.

В стратегии отмечается, что пока ни возобновляемый, ни низкоуглеродный водород не является конкурентоспособным по сравнению с ископаемым. Однако стоимость производства возобновляемого водорода быстро снижается: за последние 10 лет электролизеры подешевели на 60 %. Ожидается, что к 2030 году их стоимость сократится вдвое по сравнению с нынешним уровнем.

Чтобы поддержать зарождающуюся отрасль, Еврокомиссия также создала Европейский альянс чистого водорода (European Clean Hydrogen Alliance), который объединит производителей, представителей национальных и региональных властей и гражданского общества. Целью альянса станет формирование потока инвестиций для наращивания производства и поддержка спроса на чистый водород в ЕС.

Позиция Евросоюза на мировом рынке водорода с точки зрения развития технологий оценивается как лидирующая. Ожидается, что в водородном секторе Европы может быть создано порядка 1 млн рабочих мест.

## В странах Азии вырос спрос на российскую нефть

Международное энергетическое агентство (МЭА) улучшило прогноз спроса на нефть в 2020 году. По мере снятия карантинных мер и возобновления работы предприятий активнее всего потребление топлива восстанавливается в странах



Азии. При этом государства региона все чаще предпочитают покупать энергосырье у России, поскольку нефть российской марки Urals обходится азиатским партнерам дешевле, чем углеводороды с Ближнего Востока

Согласно оценке МЭА, наиболее активно спрос на нефть восстанавливается в странах Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). Так, уже в апреле уровень потребления углеводородов в Китае практически вернулся к прошлогодним показателям. В мае резкий скачок спроса на сырье был также зафиксирован в Индии. По данным аналитического агентства Argus, за первые пять месяцев 2020 года доля государств АТР среди импортеров морских партий российского сырья сорта Urals достигла 21 %. Год назад этот показатель не превышал отметку в 7 %.

Как отмечают аналитики, активнее всего российскую нефть покупает Китай. Об этом свидетельствуют данные Главного таможенного управления КНР: продажи нефти из России Пекину увеличились на 17,7 % по сравнению с апрелем 2019 года и достигли 7,2 млн т. Одновременно поставки из Саудовской Аравии упали на 18 % – до 5,16 млн т. Покупая нефть у северного соседа, китайцы пытаются компенсировать снижение поставок из Ирана и Венесуэлы (экспорт сырья оттуда был ограничен из-за введения США санкций в отношении Тегерана и Каракаса).

## Южная Африка начала реализацию нового ядерного плана

По сообщению FT, министерство минеральных ресурсов и энергетики ЮАР сделало еще один шаг к запуску новой ядерной энергетической программы. Министерство опубликовало запрос на информацию о модульной АЭС мощностью 2500 МВт (материалы будут закрыты до 15 сентября) с целью получить представление о возможной стоимости программы и других ключевых составляющих ее реализации.

Южно-Африканская Республика заявила, что в ближайшие пять лет планирует расширить ядерный потенциал. Предполагается также продлить срок службы действующей АЭС «Коберг» вблизи Кейптауна после 2024 года и произвести замену исследовательского реактора SAFARI-1 в Пелиндабе возле Йоханнесбурга на многоцелевой.

## Внедрен новый цифровой инструмент диспетчерского управления

1 июня в АО «СО ЕЭС» (Россия) введена в промышленную эксплуатацию информационно-управляющая система для мониторинга и визуализации динамических параметров работы Единой энергетической системы России (ИУС ВДП) по данным синхронизированных векторных измерений (СВИ).

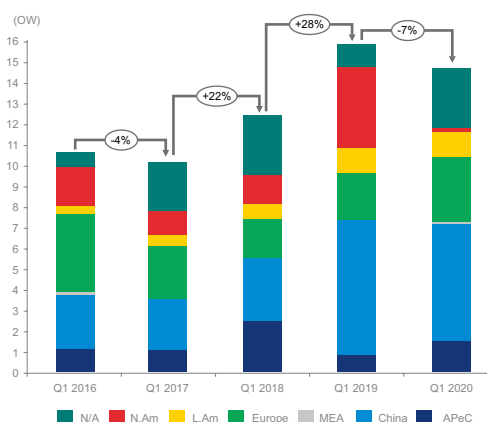
Новый цифровой инструмент обеспечивает информационную поддержку принятия решений в процессе управления энергосистемой, позволяет в режиме реального времени визуально идентифицировать сечение межзональных и источник вынужденных низкочастотных колебаний параметров электроэнергетического режима. Быстрое определение начала таких колебаний необходимо для своевременного принятия мер по сохранению устойчивости энергосистемы и (или) предотвращению возникновения асинхронного режима с вы-



делением на изолированную работу части энергосистемы и нарушением электроснабжения потребителей.

## Объем заказов на ветротурбины достиг 14 ГВт

Консультанты из Wood Mackenzie опубликовали информацию о глобальных заказах на ветровые турбины в I квартале 2020 года. За этот период в мире было заказано турбин общей мощностью около 14 ГВт примерно на \$ 13,4 млрд. Это второй результат за всю историю ветроэнергетики – после рекорда 2019 года. 85 % заказов (по мощности) пришлось на материковые ветротурбины (12,6 ГВт), при этом девять из десяти самых популярных моделей были выведены на рынок в последние два года. Это говорит о быстрых темпах развития технологий.



В I квартале 2020 года в Китае спрос на ветротурбины начал уменьшаться из-за предстоящего истечения срока действия китайских субсидий в сфере материковой ветроэнергетики. Повлияла на спрос и пандемия коронавируса. В то же время отмечается растущая популярность офшорной ветрогенерации в странах Азии. Так, 33 % заказов на офшорные турбины поступили из Японии и Тайваня.

Сохраняется тенденция роста размеров ветровых турбин. В частности, сектор наземной ветроэнергетики обеспечил 45 % заказов на генераторы мощностью от 5 до 6,99 МВт. Самой популярной моделью по объему продаж в единицах мощности стала Vestas V150-4.2, а в количественном выражении – Envision EN-141.

*Подготовлено по материалам международных энергетических агентств, информационных порталов*

# В БЕЛАРУСИ ВПЕРВЫЕ ПРОШЕЛ ДЕНЬ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

**15** июля в Китайско-Белорусском индустриальном парке «Великий камень» прошел День электротранспорта. На демонстрационной площадке были представлены как опытные образцы техники, так и серийно производимые автомобили, автобусы и самокаты. И все – без двигателя внутреннего сгорания! Посмотреть на экологически чистый транспорт настоящего и будущего приехал Министр энергетики Беларуси В.М. Каранкевич. Открывая мероприятие, он отметил, что по оценкам международных агентств к 2040 году мировой автопарк на треть будет электрическим. Использование электротранспорта – это снижение вредных выбросов в атмосферу, оздоровление городской среды, повышение безопасности на дорогах. «Развитие этого сегмента – важный приоритет для Беларуси. Президентом нашей страны принят ряд решений по стимулированию использования электромобилей, развитию электрозарядной инфраструктуры. Все это формирует основу для успешного

Сегодня в стране перевозят пассажиров уже более 80 автобусов на электрической тяге. Современный электробус – это комфортный и быстрый способ передвижения по городу. Запас хода у последних моделей достигает 300 км. Чтобы зарядить аккумулятор такого автобуса «с нуля» до 100 % требуется всего 7 минут технологического перерыва. Бесконтактная система противозащемления, светодиодная подсветка салона, кондиционер, USB-разъемы для пассажиров – все отвечает современным представлениям о комфорте и безопасности. Как отметил генеральный директор ОАО «МАЗ» В.В. Иванович, электротранспорт намного проще в обслуживании благодаря меньшему количеству изнашиваемых деталей. Срок эксплуатации одного электробуса при максимальной нагрузке составляет 15 лет, а период окупаемости – как правило, не более 5 лет.

Развитие электротранспорта подразумевает не только расширение производства электромобилей, но и создание зарядной инфраструктуры. На сегодняшний день, по официальным данным, в стране насчитывается 450 электрокаров. При этом Беларусь – практически мировой лидер по соотношению количества имеющихся зарядных станций и электромобилей. У нас эта пропорция составляет примерно 1:1 (в Норвегии, к примеру, на одну станцию приходится 14 электромобилей). Планируется, что к 2021 году в стране будет насчитываться около 600 станций для зарядки, сегодня же один такой объект приходится на каждые 100–150 км дорог. Разрабатывается проект «быстрых» и «ультрабыстрых» станций. На них за 4–5 минут можно будет зарядиться энергией, достаточной для преодоления 150–200 км,



продвижения электротранспорта на внутреннем рынке. А это и новые рабочие места, и создание более комфортных условий жизни для наших граждан», – подчеркнул В.М. Каранкевич.

В рамках экспозиции последние разработки в сфере электротранспорта продемонстрировали такие гиганты белорусского машиностроения, как МАЗ, холдинги «Белкоммунмаш» и «БЕЛАВТОМАЗ». Несколько видов электросамокатов и электроскутеров представила Национальная академия наук Беларуси.





абсолютно бесплатно. Для сравнения: ставка таможенных платежей для автомобиля с ДВС в отдельных случаях достигает 54 % от его стоимости.

Электротранспорт набирает популярность во всем мире. Сегодня в Беларуси имеется большой потенциал для развития этого сектора: есть крупные производители, способные разработать и собрать «с нуля» различные виды машин на электротяге, и грамотные специалисты в сфере технического обслуживания. В скором времени в стране появится атомная электростанция, которая обес-



а это примерно половина запаса хода, которым располагают новейшие электрокары ведущих производителей.

Для развития электротранспорта в стране делается очень многое, отметил в приветственном слове заместитель Председателя Совета Республики Национального собрания Беларуси, Национальный координатор по целям устойчивого развития А.М. Исаченко. «Обновление парка транспортных средств современной высокоэффективной, безопасной и экологически чистой техникой — одна из целей устойчивого развития Беларуси. Повсеместное использование электротранспорта обеспечивает развитие экономики без ущерба для экологии», — подчеркнул парламентарий. В его выступлении было также отмечено, что белорусские промышленные предприятия расширяют ряд выпускаемой электротехники.

В начале этого года Евразийская экономическая комиссия приняла решение, что до конца 2021 года машину без двигателя внутреннего сгорания можно будет ввезти в Беларусь

печит энергией в том числе и новые виды транспорта. Министр энергетики в связи с этим отметил: «Если на дорогах будет около 20 тысяч электромобилей, то их потребление составит около 170–180 млн кВт. Это 1 % от всей энергии, производимой на АЭС».

Комфортный, безопасный и экологически чистый — именно таким является электрический транспорт уже сегодня.

**Екатерина Крупа**

# В РЕАКТОР БЕЛАЭС ЗАГРУЖЕНО ЯДЕРНОЕ ТОПЛИВО

*В реактор первого энергоблока Белорусской атомной электростанции загружено ядерное топливо. В последующем согласно этапным программам ввода энергоблока реактор выведут на минимально контролируемый уровень, проведут необходимые испытания и перейдут к началу ключевого этапа – энергетическому пуску. 7 августа во время официального мероприятия, приуроченного к началу загрузки топлива, были обозначены основные преимущества развития в стране атомной энергетики.*



**О.В. КОЗЛОВИЧ,**  
пресс-секретарь Министерства  
энергетики Республики Беларусь

## Новые перспективы для экономики

Началу загрузки ядерного топлива в реактор предшествовала большая подготовительная работа – испытания всех технологических систем и оборудования, необходимые тренировки персонала БелАЭС.

**«Этап загрузки топлива превращает АЭС в объект ядерной энергетики. Огромное спасибо тем, кто здесь работал. Кропотливая, планомерная работа действительно повысила наши компетенции. По сути, в Беларуси сформирована новая отрасль. Впереди еще большой объем работы, это только начало. Уверен, что и остальное у нас получится», – заявил в ходе мероприятия заместитель Премьер-министра Беларуси Ю.В. Назаров.**

Запуск АЭС открывает новые возможности для развития внутреннего потенциала страны, укрепления ее энергетической безопасности, снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду.



**Участники официального мероприятия, приуроченного к загрузке первой тепловыделяющей сборки в реактор энергоблока №1 Белорусской АЭС**



Министр энергетики Республики Беларусь В.М. Каранкевич дает интервью представителям отечественных и зарубежных СМИ

С вводом АЭС в эксплуатацию Беларусь получит надежный, экологически чистый источник электроэнергии на десятилетия вперед. Запуск станции позволит обеспечивать более трети внутренней потребности страны в электроэнергии, ежегодно замещать 4,5 млрд м<sup>3</sup> природного газа и снижать выбросы парниковых газов более чем на 7 млн т. Проект станет локомотивом широкого внедрения передовых технологий в энергетике, промышленности, науке, медицине, образовании, придаст импульс развитию электротранспорта.

Существенно вырастет и экспортный потенциал Белорусской энергосистемы.

**«Речь идет о поставках на внешние рынки не только электроэнергии, но и комплекса услуг по строительству и обслуживанию объектов атомных электростанций. У наших предприятий в этой области хороший опыт, и он востребован за рубежом», – отметила председатель Постоянной комиссии Совета Республики Национального собрания по экономике, бюджету и финансам Т.А. Рунец.**

Особое значение проект имеет для развития г. Островца и Островецкого района. Благодаря строительству атомной станции здесь создано около 2,5 тыс. новых рабочих мест. По уровню средней заработной платы район вошел в тройку лидеров в Гродненской области. Островец заметно преобразился, в нем сформированы все необходимые условия для работы и комфортного проживания. В городе появились новые микрорайоны, для персонала АЭС построено более 3 тыс. квартир.

## Первая электроэнергия – осенью

Продолжаются работы по интеграции Белорусской атомной электростанции в энергосистему страны. Ведется сооружение высокоманевренных пиково-резервных источников и установка электрокотлов на крупных электростанциях и котельных суммарной мощностью 800 МВт и 916 МВт соответственно.

Реализованы проекты по строительству и реконструкции около 1,7 тыс. км высоковольтных линий электропередачи, что позволит доставлять электроэнергию от АЭС в любой регион страны.

**«Белорусская энергосистема уже готова принять электроэнергию с атомной станции. Ожидается, что первые киловатт-часы здесь будут выработаны осенью, – рассказал Министр энергетики В.М. Каранкевич. – Запуск АЭС – это большой шаг вперед в технологическом развитии нашего государства, а значит – повышение качества жизни людей. В послании белорусскому народу и Национальному собранию Глава государства верно отметил: преимущества, которые мы приобретаем, помогут нам сделать прорыв в будущее. Ведь речь идет о внедрении самых передовых технологий в различных отраслях экономики».**

Одно из перспективных направлений – развитие электро-транспорта. Объем потребления электричества зарядными станциями для электромобилей в Беларуси постепенно растет. В 2019 году этот показатель оценивался на уровне 3,8 млн кВт·ч, а по итогам первого квартала текущего года уже превысил 2 млн кВт·ч. По прогнозам, к концу 2020 года его величина достигнет 12 млн кВт·ч.

Еще один приоритет – использование электроэнергии для нужд отопления и горячего водоснабжения жилого фонда. В Беларуси принят комплекс мер, стимулирующих развитие этого направления. И это уже дает результаты: за шесть месяцев 2020 года потребление населением электроэнергии на указанные цели выросло почти втрое к уровню всего 2019 года.

## Акцент на безопасность

Мирный атом – это не только дополнительные возможности, но и большая ответственность. Безусловным приоритетом для Беларуси на всех этапах сооружения атомной электростанции остается безопасность.

**«Еще до принятия решения о строительстве БелАЭС Глава государства поручил нам изучить весь мировой опыт, выбрать самый надежный, самый современный проект. Мы провели переговоры со всеми мировыми производителями и остановились на российском», – рассказал заместитель Министра энергетики М.И. Михадюк.**

БелАЭС с двумя реакторами ВВЭР-1200 суммарной мощностью 2400 МВт строится по российскому проекту «АЭС-2006». Энергоблоки имеют улучшенные технико-экономические показатели. Главной их особенностью является уникальное сочетание активных и пассивных систем безопасности.

**«Республика Беларусь стала обладателем блока, построенного по самым современным технологиям поколения 3+. Референтность этой технологии уже подтверждена эксплуатацией аналогичных энергоблоков на территории России. Для нас очень важно, что первый зарубежный блок ВВЭР-1200 мы построили именно в Республике Беларусь», – отметил генеральный директор Госкорпорации «Росатом» А.Е. Лихачев.**

Станция соответствует всем требованиям безопасности МАГАТЭ. Беларусь приняла ряд миссий Агентства – по оценке развития ядерной энергетической инфраструктуры, готовности АЭС к эксплуатации и других, нацеленных на оценку безопасности станции. В ходе реализации проекта страна эффективно использует инструменты и механизмы сотрудничества, предлагаемые международными организациями, а также взаимодействует с Еврокомиссией в области ядерной энергетики.

**«Мы высоко оцениваем тот прогресс, которого достигла Беларусь и готовы к дальнейшему сотрудничеству», – подчеркнул директор отдела планирования, информации и управления знаниями Департамента ядерной энергетики МАГАТЭ Хуан Вэй.**

Успех проекта – это и профессиональные кадры. Сегодня на БелАЭС работает более 2 тыс. человек. Укомплектован и подготовлен персонал для ввода первого энергоблока и общестанционных систем, а также сформирована резервная смена для работы на блочном пульте управления.

С 2016 года на БелАЭС функционирует учебно-тренировочный центр, в котором эксплуатируется полномасштабный тренажер, позволяющий отработать навыки работы на блочном пульте управления. Тренажер постоянно адаптируется к реальным условиям по мере выполнения пусконаладочных работ на энергоблоке.

## С заботой об окружающей среде

Одно из важнейших преимуществ развития атомной энергетики – экологичность, возможность сократить вредные выбросы в атмосферу.

Расчет, выполненный международными экспертами, наглядно показывает, что за счет работы всех действующих в мире атомных станций выбросы CO<sub>2</sub> каждый год уменьшаются на 700 млн т. Свой вклад в общее дело внесет и Белорусская АЭС. Наша республика, как сторона Парижского соглашения по климату, взяла на себя серьезное обязательство – сократить вы-

бросы парниковых газов к 2030 году не менее чем на 35 % по сравнению с 1990 годом.

**«Экологическая политика на станции будет обеспечиваться в соответствии с требованиями мирового законодательства, в том числе Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (ЭСПО), и законодательства Беларуси, а именно законов «Об охране окружающей среды», «О радиационной безопасности», Водного кодекса и Кодекса о земле, – пояснила начальник главного управления экологической политики, международного сотрудничества и науки Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Т.П. Конончук. – Что касается экологической безопасности, на площадке станции будут осуществляться все виды мониторинга – радиационный, мониторинг выброса загрязняющих веществ, подземных и поверхностных вод и другие. Для этого установлено самое современное оборудование».**

## У атомной энергетики – большие перспективы

За многие десятилетия атомная энергетика доказала свою эффективность, а энергия мирного атома стала неотъемлемой частью мирового энергобаланса. Не случайно глобальный ядерно-энергетический рынок пополняется новыми игроками. Сегодня в 31 стране мира эксплуатируются 190 АЭС, которые производят порядка 11 % от всей вырабатываемой электроэнергии. По прогнозам экспертов, в течение последующих 50 лет человечество будет потреблять энергии больше, чем за всю предыдущую историю. В этих условиях к 2050 году мощности атомных электростанций могут вырасти вдвое.



**Здание реактора № 1 Белорусской АЭС. Последние минуты перед началом загрузки топлива**

# АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

В статье анализируются действующие в Беларуси нормативные требования к контролю качества газопроводов из полиэтиленовых труб, а также российский опыт нормативного регулирования в этой сфере. В первой части статьи [1] приведены требования к определению дефектов сварных стыковых соединений и испытанию стыков на осевое растяжение, во второй – рассматриваются требования к контролю качества сварных соединений, выполненных деталями с закладными электронагревателями, а также к контролю качества работ при монтаже полиэтиленовых газопроводов.

## Часть 2.

### Контроль качества сварных соединений, выполненных деталями с закладными электронагревателями (ЗН)

Полиэтиленовые трубы, имеющие толщину стенки не менее 5 мм, должны соединяться между собой сваркой встык или деталями с ЗН, при толщине стенки менее 5 мм – только деталями с ЗН. На рисунке 1 показана подготовка соединяемых элементов в схеме соединения труб муфтой с ЗН, на рисунке 2 – соединение, собранное под сварку.

Согласно требованиям ТКП 45-4.03-257 сварку труб соединительными деталями с ЗН производят:

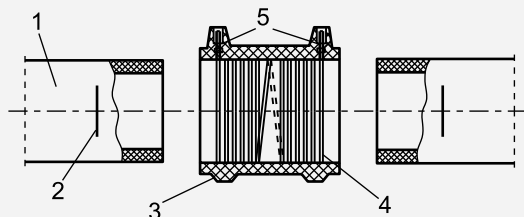
- при прокладке новых газопроводов, преимущественно из длинномерных труб (плетей) или в стесненных условиях;
- при реконструкции изношенных газопроводов методом протяжки в них полиэтиленовых труб, в том числе профилированных;



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

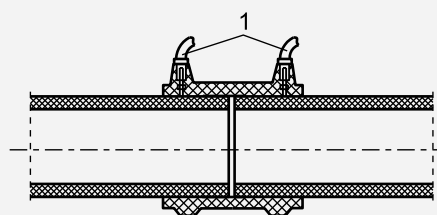


**О.Е. ПОЛЯКОВА,**  
старший преподаватель БНТУ



**Рис. 1. Подготовка соединяемых элементов:**

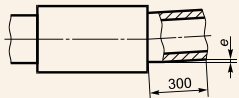
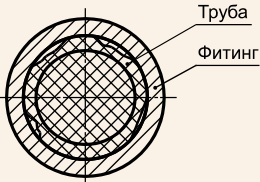
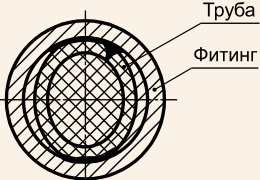
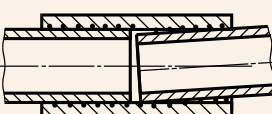
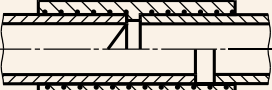
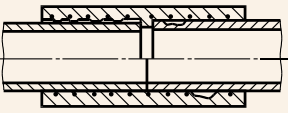
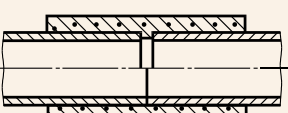
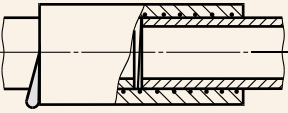
1 – труба; 2 – метка посадки муфты и механической обработки поверхности трубы; 3 – муфта; 4 – ЗН; 5 – клеммы токопровода

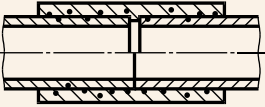
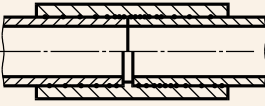
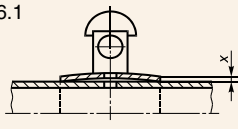
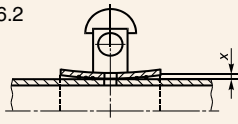
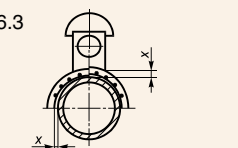
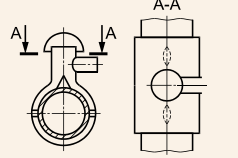
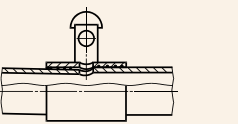


**Рис. 2. Соединение, собранное под сварку:**

1 – токоподводящие кабели сварочного аппарата

Таблица. Дефекты сварных соединений, выполненных сваркой с ЗН

| Наименование дефекта                                                                                                             | Описание дефекта                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Оценка                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Наружные дефекты</b>                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                              |
| <b>1 Угловое смещение</b><br>                   | Труба сварена с деталью с ЗН под углом с одной или обеих сторон, что вызвано, например:<br>– неправильным расположением заготовок;<br>– изменением положения заготовок во время сварки                                                                                                                                                                                                                                                  | Допускается, если $e \leq 1 \text{ мм}$                                      |
| <b>2 Непровар</b>                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                              |
| <b>2.1 Дефект подготовки</b><br>                | На поверхностях труб, подлежащих сварке:<br>– отсутствуют следы механической обработки;<br>– из-за грубой обработки снято слишком много материала, что вызывает неполное прилегание трубы и детали с ЗН;<br>– местами из-за грубой обработки снято слишком много материала с образованием плоской поверхности                                                                                                                           | Не допускается                                                               |
| <b>2.2 Следствие деформации</b><br>            | Деформация (овальность) конца трубы или детали с ЗН наряду с недостаточным сварочным давлением, вызванная, например:<br>– использованием скругляющих хомутов;<br>– неправильным хранением труб и/или деталей с ЗН                                                                                                                                                                                                                       | Допускаются отклонения от среднего диаметра трубы до 1,5 % (максимум 1,5 мм) |
| <b>2.3 Неправильная центровка</b><br>         | Увеличенное угловое смещение со сдвигом нагревательных спиралей и расплавленной массы в результате изменения сварочного давления и с расхождением соединяемых поверхностей (или без него), вызванное, например:<br>– угловыми смещениями труб;<br>– слишком малыми радиусами изгиба бухт;<br>– изгибом муфты                                                                                                                            | Не допускается                                                               |
| <b>2.4 Не полностью вставленная труба</b><br> | Концы в муфте смещены, не касаются друг друга либо застопорены с одной или обеих сторон, например, из-за:<br>– недостаточного продвижения трубы;<br>– срезания концов труб под углом                                                                                                                                                                                                                                                    | Не допускается                                                               |
| <b>Внутренние дефекты соединений труб и деталей с ЗН</b>                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                              |
| <b>2.5 Неплотное прилегание</b><br>           | Локальное или протяженное осевое или радиальное формирование каналов, вызванное, например:<br>– выемками на поверхности трубы;<br>– овальностью или деформацией трубы или детали с ЗН;<br>– превышением допусков диаметра трубы или детали с ЗН;<br>– неправильной механической обработкой;<br>– обрезанием концов труб под углом                                                                                                       | Не допускается                                                               |
| <b>2.6 Недостаточное сплавление</b><br>       | Локальное или протяженное несплавление с расхождением свариваемых поверхностей или без него, вызванное, например:<br>– слишком глубокой заделкой нагревательных спиралей в деталь с недостаточным прогревом поверхности трубы;<br>– недостаточной для сварки мощностью импульса тока;<br>– поврежденными нагревательными спиралями;<br>– загрязнением свариваемых поверхностей;<br>– несоответствием материалов свариваемой пары нормам | Не допускается                                                               |
| <b>3 Тепловое повреждение</b><br>             | Локальное выделение расплава, часто на торцах муфт и цилиндрических частях с одной или обеих сторон детали с ЗН (обычно с глянцевой или пузырчатой поверхностью), например, из-за:<br>– избыточного времени сварки;<br>– немедленно повторенного процесса сварки;<br>– неисправности сварочного аппарата                                                                                                                                | Не допускается                                                               |

| Наименование дефекта                                                                                                      | Описание дефекта                                                                                                                                                                                                                                           | Оценка         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 4 Смещение нагревательной спирали                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                            |                |
| 4.1 Радиальное смещение<br>              | Нагревательная спираль уложена волнами, неравномерно, с перехлестами или смещена относительно свариваемой поверхности, например, из-за:<br>– перегрева;<br>– загрязнения свариваемых поверхностей;<br>– неправильной центровки                             | Не допускается |
| 4.2 Осевое смещение<br>                  | Спираль сгруппированы локально в осевом направлении, например, из-за:<br>– превышения допусков свариваемых деталей;<br>– наклона введенной трубы                                                                                                           | Не допускается |
| 5 Включения инородных тел                                                                                                 | Инородные тела сконцентрированы в свариваемой поверхности, нагревательные спирали разорваны или разделены, например, из-за:<br>– загрязнения поверхностей;<br>– испарений воды или газа, образующихся во время сварки                                      | Не допускается |
| <b>Внутренние дефекты соединений прямых труб и седловых отводов</b>                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                            |                |
| 6 Непровар из-за несовпадающей формы свариваемых поверхностей                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                            |                |
| 6.1<br>                                  | Неправильная геометрия вогнутой части или неоптимальная конструкция центратора (позиционера)                                                                                                                                                               | Не допускается |
| 6.2<br>                                 | Несовпадение формы поверхностей в осевом направлении или неоптимальная конструкция центратора (позиционера)                                                                                                                                                | Не допускается |
| 6.3<br>                                | Дефект формы в радиальном направлении или неоптимальная конструкция центратора (позиционера)                                                                                                                                                               | Не допускается |
| 6.4 В месте сверления<br>              | Формирование локального или протяженного канала (каверны) или неоптимальная конструкция центратора (позиционера)                                                                                                                                           | Не допускается |
| 7 Непровар из-за искривления трубы<br> | Локальная или протяженная неполная сварка с расхождением свариваемых поверхностей или без него, вызванная, например:<br>– неравномерным приложением давления;<br>– использованием одностороннего зажима;<br>– неправильной геометрией наружной части трубы | Не допускается |

– при соединении труб и соединительных деталей с разной толщиной стенки или при толщине стенки менее 5 мм;

– для врезки ответвлений в ранее построенные газопроводы;

– для вварки трубной вставки в полиэтиленовые газопроводы;

– при строительстве особо ответственных участков газопровода (стесненные условия, пересечение дорог и др.).

Согласно Технологическому регламенту на строительство газопровода

из полиэтиленовых труб [2] контроль качества сварного шва, выполненного аппаратами ручной сварки, производится путем внешнего осмотра, а также с использованием индикатора сварки, который сигнализирует о завершении сварочного процесса.

Качество сварного шва, выполненного автоматическими и полуавтоматическими сварочными аппаратами (установками), определяется по распечатке контроля технологического процесса, выданной аппаратом.

Внешний вид сварных соединений, полученных при помощи деталей с ЗН, должен удовлетворять следующим требованиям:

– трубы за пределами соединительной детали должны иметь следы механической обработки (снятия оксидного слоя);  
– индикаторы сварки деталей должны находиться в выдвинутом положении;

– угол излома сваренных труб или трубы и соединительной детали не должен превышать 5°;

– на поверхности детали не должно быть следов температурной деформации или сгоревшего полиэтилена;

– по периметру детали не должно быть следов расплава полиэтилена, возникшего в процессе сварки из-за смещения неостывших элементов соединения с последующим возвратом на место.

Пределы допустимости дефектов сварных соединений данного типа устанавливает российский ГОСТ Р 54792-2011 [3]. Виды и причины дефектов представлены в таблице.

Перечень внутренних дефектов, представленных в таблице, – это, скорее, перечисление последствий, к которым может привести нарушение технологии сварки с ЗН, нежели руководство по определению самих дефектов. Дело в том, что выявить их в большинстве случаев невозможно, так как настоящее время в практике испытаний нет методов, позволяющих это сделать.

В ГОСТ Р 55142-2012 [4] приведены разрушающие методы контроля сварных соединений, выполненных деталями с ЗН:

- определение стойкости к отрыву седловых Т-образных отводов;
- определение стойкости к удару седловых Т-образных отводов;
- определение стойкости к отрыву при сплющивании деталей с раструбным концом.

Отечественными нормативами применение этих методов не предусматривается.

## Контроль качества работ при монтаже газопроводов из полиэтиленовых труб

Требования к организации и порядку проведения производственного контроля качества строительно-монтажных работ на газопроводах из полиэтиленовых труб устанавливает СТБ 2069-2010 «Строительство. Монтаж газопроводов из полиэтиленовых труб. Контроль качества работ» [5]. В частности, этот организационно-методический документ регламентирует:

- применение входного, операционного и приемочного контроля при монтаже газопроводов из полиэтиленовых труб;
- определение объемов, выбор методов и средств контроля, выполнение измерений и обработку их результатов.

При сварке газопроводов контролю подлежат:

- овальность труб;
- смещение наружных кромок торцов свариваемых труб;
- плотность прилегания торцов свариваемых труб;
- соответствие сварных соединений, выполненных нагретым инструментом встык, требованиям ТНПА (высота валиков сварочного грат<sup>1</sup>; физико-механические показатели сварных стыков; наличие и правильность нанесения номера шва и клейма сварщика);
- соответствие сварных соединений, выполненных соединительными деталями с ЗН, требованиям ТНПА (величина косого среза и глубина посадки в муфту; механическая обработка концов труб; внешний вид соединения; наличие и правильность нанесения номера шва и клейма сварщика).

*При этом СТБ 2069 не содержит критериев оценки качества сварных соединений по результатам внешнего осмотра и механических испытаний.*

Требования СНиП 3.05.02-88\* «Газоснабжение» [6] к приемочному контролю при испытании на прочность и герметичность стальных газопроводов не соответствуют современному уровню научно-технических требований, который отражен в актуализированной редакции СНиП 42-01-2002 «Газораспределительные системы» [7]. Однако и в обновленном российском документе не описана удовлетворительная технология испытаний на прочность и герметичность для полиэтиленовых газопроводов.

В Республике Беларусь такие испытания осуществляются по технологии, применяемой для стальных трубопроводов, и не учитывают особенности релаксации напряжений в стенке полиэтиленовой трубы. В ходе испытаний труба под давлением как бы «раздается» (ее диаметр увеличивается), что приводит к падению давления испытательной среды ниже уровня, разрешенного СНиП 3.05.02. Это может быть неверно истолковано как негерметичность газопровода.

Заслуживает внимания применение технологии испытаний полиэтиленовых газопроводов на прочность и герметичность, установленной австралийским стандартом AS/NZS 2566.2:2002 «Buried flexible pipelines Part 2: Installation» [8]. Технология предполагает контроль скорости падения и «рикошета» давления и может быть изучена и апробирована

в Беларуси как альтернатива существующим методам испытаний.

## Выводы

Можно констатировать, что нормативное обеспечение контроля качества сварных соединений полиэтиленовых газопроводов не соответствует современному уровню научно-технических требований и требует разработки ряда национальных ТНПА. В частности, необходимо регламентировать:

- классификацию, методы выявления и пределы допустимости дефектов сварных соединений полиэтиленовых газопроводов;
- методы испытаний сварных соединений, выполненных как встык, так и с помощью деталей с закладными электронагревателями;
- технологии испытаний полиэтиленовых газопроводов на прочность и герметичность при контроле качества строительно-монтажных работ.

### Список литературы

1. Поляков, В.И. Анализ нормативных требований к контролю качества сварных соединений полиэтиленовых газопроводов. Часть 1 / В.И. Поляков, О.Е. Полякова // Энергетическая стратегия. – 2020. – № 3. – С. 31–34.
2. Технологический регламент на строительство газопровода из полиэтиленовых труб: утв. ГПО «Белтопгаз» 09.02.2012, согласован Госпромнадзором Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 08.02.12.
3. Дефекты в сварных соединениях термопластов. Описание и оценка: ГОСТ Р 54792-2011. – Введ. 01.01.2011. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2011.
4. Испытания сварных соединений листов и труб из термопластов. Методы испытаний: ГОСТ Р 55142-2012. – Введ. 01.01.2014. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2012.
5. Строительство. Монтаж газопроводов из полиэтиленовых труб. Контроль качества работ: СТБ 2069-2010. – Введ. 28.05.2010. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2010.
6. Газоснабжение: СНиП 3.05.02-88\*. – Введ. 01.07.1988. – М.: Госстрой СССР. – Изменение № 21, утв. приказом Министра России от 04.06.1992 № 135, изменение № 2, утв. постановлением Министра России от 10.08.94 № 18-8.
7. Газораспределительные системы: СНиП 42-01-2002. – Введ. 01.07.2003. – М.: Госстрой России, 2002.
8. AS/NZS 2566.2:2002 «Buried flexible pipelines Part 2: Installation» («Подземные гибкие трубопроводные системы. Часть 2. Прокладка»).

<sup>1</sup> В настоящее время неактуально [1].

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОГРЕВАТЕЛЕЙ С ДИСТАНЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ГРП

*В преддверии ввода в эксплуатацию первого энергоблока Белорусской АЭС одной из важнейших задач субъектов хозяйствования республики является максимальное использование электрической энергии в процессе производственной деятельности и замещение ею иных видов топливно-энергетических ресурсов, в первую очередь природного газа. Увеличение использования электроэнергии предусмотрено межотраслевым комплексом мер по увеличению потребления электроэнергии до 2025 года, утвержденном постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 марта 2016 года № 169, а также Концепцией развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года.*



**И.А. КОПАЧ,**  
начальник отдела  
энергоэффективности и охраны  
окружающей среды УП «МИНГАЗ»

Следуя актуальным тенденциям развития энергетической отрасли Беларуси, УП «МИНГАЗ» поставило перед собой задачу в ближайшее время повысить долю использования электрической энергии в общем балансе котельно-печного топлива предприятия. Единственным способом решения этой задачи является модернизация объектов теплоэнергоснабжения с внедрением инновационных технологий и оборудования, использующих электрическую энергию в качестве основного энергоресурса.

Одной из целей очередного энергетического обследования УП «МИНГАЗ» стала разработка мероприятий по энергосбережению на 2020–2024 годы. Перед аудиторами в том числе была поставлена задача по поиску техниче-

ских решений, ориентированных на увеличение потребления электрической энергии. По результатам проведенного обследования было предложено использовать электроэнергию для отопления технологических помещений газораспределительных пунктов (ГРП).

На сегодняшний день ГРП обогреваются при помощи отопительных котлов, работающих на природном газе. При выборе оптимального способа отопления ГРП расчет энергоэффективности осуществлялся по каждому из трех представленных вариантов – с использованием газовых котлов, электрокотлов и электроконвекторов. Последний вариант оказался наиболее приемлемым как с точки зрения объема капитальных вложений, так и по срокам окупаемости.

Важнейшим преимуществом выбранного подхода является минимизация затрат на энергоресурсы и обслуживание отопительного оборудования.

Для апробации этого решения было запланировано внедрить электроконвекторы в системы отопления четырех ГРП в рамках их реконструкции. ОАО «Белгипротопгаз» разработало соответствующий проект, который был реализован в конце 2019 года, после чего специалисты УП «МИНГАЗ» приступили к опытной эксплуатации введенных объектов.

Учитывая специфику применения электрооборудования в помещениях потенциально опасных производственных объектов, в качестве отопительного оборудования в технологическом помещении ГРП были использованы взрывозащищенные электроконвекторы ОВЭ-4 российского производства с дистанционным управлением. Общая электрическая мощность этих устройств на одном ГРП составляет 4–6 кВт. Автоматика позволяет осуществлять плавное регулирование температурного режима в помещении в зависимости от температуры наружного воздуха, а системой телеметрии предусмотрен съем показаний с электрических счетчиков и их анализ применительно к тарифам на нагрев в зависимости от времени суток.

При оценке работы реконструированных объектов в условиях отопи-



**Рис. 1. Технологическое помещение ГРП с установленными взрывозащищенными электроконвекторами ОВЭ-4**



Рис. 2. Общий вид газорегуляторного пункта

тельного сезона важно было учесть все факторы — от специфики технического обслуживания электроотопительного оборудования до экономической составляющей (уровень оплаты за электроэнергию).

Опыт эксплуатации ГРП с электроконвекторами в отопительный период 2019/2020 года показал, что внедренное техническое решение дало значительный экономический эффект. Суммарная экономия только от замещения природного газа составила 10,95 т у.т. В свою очередь, положительный эффект был по-

лучен за счет уменьшения расходов на строительно-монтажные работы по установке электроконвекторов. Снизилась также ежемесячные затраты службы эксплуатации объектов газораспределительной системы на обслуживание отопительного оборудования ГРП, оснащенных газовыми котлами, за счет сокращения

транспортных расходов и затрат времени на выполнение работ.

В связи с тем, что ввод электроотопления на четырех ГРП Минска оказался успешным, предприятие планирует в дальнейшем практиковать внедрение электроконвекторов в газораспределительной сети, с каждым годом увеличивая их количество.



Рис. 3. Шкаф телеметрии для управления температурным режимом и дистанционного съема данных о параметрах ГРП и потреблении электроэнергии



Рис. 4. Шкаф учета электрической энергии

## Газоснабжение Республики Беларусь в цифрах

### К СВЕДЕНИЮ



minenergo.gov.by

# ЦИФРОВИЗАЦИЯ – ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ДОСТУПНОСТИ УСЛУГ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ГАЗА

*В столичном регионе сосредоточена практически четверть населения республики. Это крупнейший промышленный центр страны с высокой бизнес-активностью, ускоренным темпом жизни и самыми требовательными к уровню обслуживания потребителями. Отвечая на запросы абонентов газоснабжения, УП «МИНГАЗ» активно внедряет в производство инновационные технологии, направленные на повышение качества и доступности услуг.*



**Д.А. КАССИРОВ,**  
заместитель генерального  
директора УП «МИНГАЗ»

Для удовлетворения растущего спроса на качественное техническое обслуживание и ремонт импортного отопительного оборудования УП «МИНГАЗ» первым из газоснабжающих предприятий республики в 2017 году открыло Сервисный центр. При создании данного специализированного подразделения были внедрены новые практики и подходы к обслуживанию клиентов, многие из них – впервые в отрасли.

Ежедневный прием и выполнение заявок, 12-часовой график работы, единый короткий номер «162», квалифицированный персонал, оснащенный всем необходимым инструментом и автотранспортом – это внешние, заметные потребителю преимущества нового сервисного центра. Чтобы реализовать все эти возможности, были необходимы значительные внутренние преобразования на основе передовых технологических решений.

С самого начала все процессы в подразделении строились на основе нового программного обеспечения – ПК «Бремин». С его внедрением была введена новая форма акта выполненных работ, позволившая снизить количество бумаг, подписываемых абонентами, автоматизированы учет и списание материалов по каждой выполненной заявке, а также начисление сдельной заработной платы слесарям.

Теперь в интерфейсе ПК отражаются не только характеристики оборудования, установленного у абонента,

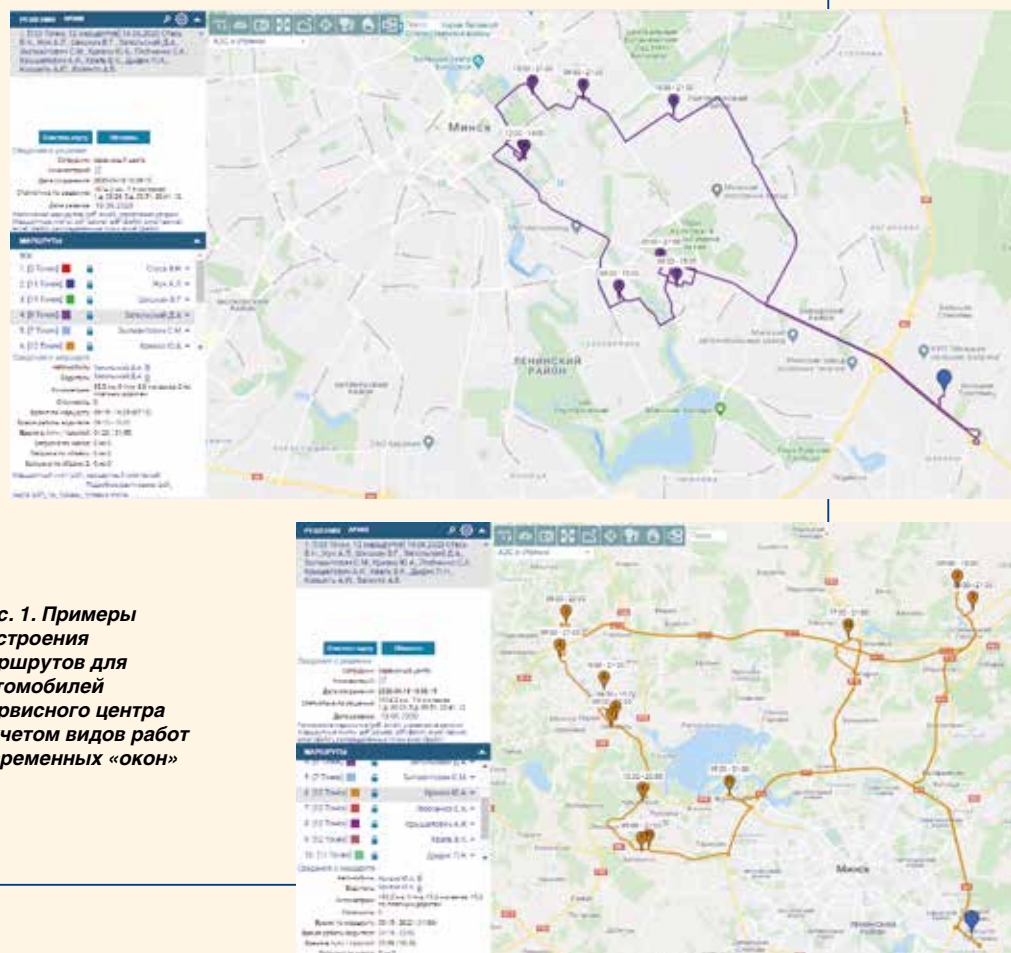
но и информация о том, кто и когда выполнял заявки, какие материалы при этом использовались, по каким ценам и как абонент оплачивал услуги. Иными словами, в реальном времени фиксируется вся история взаимодействия с клиентом, включая телефонные разговоры и платежи.

Внедрение автоматизированных систем управления обеспечивает комплексный подход к работе с потребителями. ПК «Бремин» позволяет рассматривать любую технологическую операцию в нескольких «системах координат» – не только как действие, требующее физических усилий, но и как процесс, характеризующийся трудоемкостью, материальными и финансовыми затратами, в том числе на оплату труда. Информационная система, отражая количественный показатель эффективности работы с потребителями, увязывает его с денежным эквивалентом, обеспечивает проведение учетных операций, позволяет осуществлять всесторонний анализ деятельности сервисного центра, видеть финансовый результат в реальном времени и принимать оптимальные решения по использованию ресурсов. Такой подход дает возможность получить максимальный эффект от автоматизации процесса.

Осознавая свою социальную ответственность, УП «МИНГАЗ» стремится оказывать качественные услуги по доступным ценам. Следует отметить, что тарифы на техническое обслужи-

вание газоиспользующего оборудования не пересматривались с декабря 2018 года. Проведение политики сдерживания стоимости услуг в соответствии с требованиями государства в сфере ценообразования возможно только за счет сокращения затрат на выполнение обслуживания. В этом предприятию помогает внедрение передовых решений в области автоматизации.

С января в Сервисном центре впервые в отрасли запущен механизм автоматизированного распределения заявок между исполнителями, включающий построение оптимального маршрута. При формировании задания для слесаря учитывается трудоемкость предстоящих работ, а оптимальный маршрут рассчитывается исходя из расстояний между объектами и загруженности дорог. При этом автоматизированная система сама определяет количество слесарей, достаточное для выполнения запланированных на день работ.



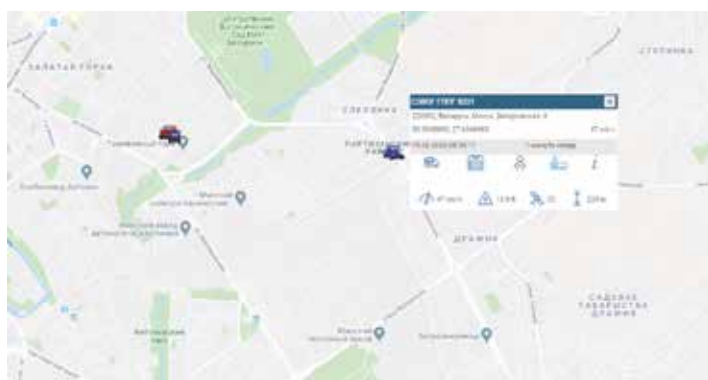
**Рис. 1. Примеры построения маршрутов для автомобилей Сервисного центра с учетом видов работ и временных «окон»**

Кроме того, теперь можно контролировать перемещения сотрудников Сервисного центра и отслеживать выполнение заданий по изменению их статуса в режиме реального времени. Использование этого механизма позволило сократить средний пробег автомобиля при выезде по одной заявке практически на 20 %. «Бонусы» от внедрения системы получили и заказчики услуг: теперь посредством SMS-рассылки они уведомляются об ориентировочном времени прибытия работника УП «МИНГАЗ».

Важнейшим фактором успешного освоения цифровых инноваций является подбор квалифицированного персонала. Несмотря на жесткую конкуренцию на рынке труда в сфере информационных технологий, УП «МИНГАЗ» удалось решить эту проблему, создав все условия для привлечения талантливых IT-специалистов. Так, доработка ПК «Бремин» была выполнена ведущими инженерами-программистами

предприятия Анастасией Усович и Светланой Кичаевой, а доработка программного обеспечения и настройка взаимодействия со сторонними логистическими сервисами – молодым специалистом, инженером-программистом Юрием Черняком.

Положительный опыт Сервисного центра в области автоматизации процессов взаимодействия с потребителями предприятие распространяет и на другие структурные подразделения, не прекращая поиск новых решений для совершенствования работы с клиентами во всех сферах своей деятельности.



**Рис. 2. Отображение местонахождения автомобилей в реальном времени с информацией о скорости, направлении движения и т.д.**



# НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФОНД ТНПА – ЭНЕРГЕТИКЕ

## НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

С 1 августа 2020 года в республике действует **СТБ IEC 61227-2020 «Атомные электростанции. Пункты управления. Органы управления на пульте оператора»**, который устанавливает требования к конструкции пунктов управления атомных электростанций (АЭС). В документе содержатся требования к человеко-машинному интерфейсу в части индивидуальных органов управления (традиционных систем избирательного управления) и компьютеризированных виртуальных органов управления. Стандарт предназначен для применения при проектировании, разработке, эксплуатации и модернизации блочных пунктов управления на АЭС.

С 1 ноября 2020 года начнет действовать **ГОСТ IEC 61800-5-1-2019 «Системы силовых электрических приводов с регулируемой скоростью. Часть 5-1. Требования безопасности. Электро-, тепло- и энергобезопасность»**. Область применения стандарта – системы приводов постоянного тока, подключенные к сети напряжением свыше 1 кВ переменного тока с частотой 50 Гц или 60 Гц; системы приводов постоянного тока с преобразователем входного напряжения свыше 35 кВ, частотой 50 Гц или 60 Гц и выходного напряжения свыше 35 кВ. Документ не распространяется на устройства, используемые в качестве составных частей силовых электрических приводов, если они соответствуют требованиям безопасности соответствующего стандарта на продукцию для той же среды. Стандарт также не распространяется на приводное оборудование, за исключением требований к интерфейсу.

С 1 декабря 2020 года вводится **ГОСТ 34563-2019 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Правила технологического проектирования»**. Стандарт распространяется на проектирование новых и реконструкцию действующих магистральных трубопроводов для транспортирования нефти и нефтепродуктов, включая ответвления от них, номинальным диаметром

до DN 1200 включительно, с избыточным давлением на выходе перекачивающей станции до 10 МПа включительно и избыточным давлением на линейной части магистрального трубопровода до 14 МПа включительно.

При проектировании объектов реконструкции действующих магистральных трубопроводов для транспортирования нефти и нефтепродуктов положения стандарта распространяются только на реконструируемую часть объекта.

С этой же даты вводится в действие **ГОСТ IEC 60730-2-15-2019 «Автоматические электрические управляющие устройства. Часть 2-15. Частные требования к автоматическим электрическим управляющим устройствам, чувствительным к расходу воздуха, расходу воды и уровню воды»**. Документ применяют к автоматическим электрическим управляющим устройствам, чувствительным к расходу воздуха, расходу и уровню воды, для использования в/на бойлерах или во взаимодействии с ними при максимальном номинальном давлении 2000 кПа (20 бар) и с оборудованием бытового и аналогичного назначения, включая устройства для нагрева, кондиционирования воздуха и др.

Стандарт распространяется на автоматические электрические управляющие устройства, чувствительные к расходу воздуха, расходу и уровню воды, для оборудования, которое может быть использовано населением, например, в магазинах, офисах, больницах, на фермах, а также на коммерческие и промышленные устройства. В сферу применения ГОСТ IEC 60730-2-15-2019 не входят управляющие устройства, чувствительные к расходу воздуха, расходу и уровню воды, сконструированные исключительно для применения в промышленных процессах, в случае однозначных указаний в соответствующем стандарте на оборудование.

## НОВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ

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

**IEC 61400-6:2020** «Системы производства ветровой энергии. Часть 6. Требования к проектированию башен и фундаментов» (принят 21.04.2020);

**IEC 61400-5:2020** «Системы производства ветровой энергии. Часть 5. Лопасти ветровой турбины» (принят 16.06.2020);

**IEC 62053-22:2020** «Оборудование для измерения электрической энергии. Особые требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии переменного тока (классы 0,1S, 0,2S и 0,5S)» (принят 17.06.2020);

**IEC 62053-23:2020** «Оборудование для измерения электрической энергии. Особые требования. Часть 23. Статические счетчики реактивной энергии (классы 2 и 3)» (принят 17.06.2020);

**IEC 62053-24:2020** «Оборудование для измерения электрической энергии. Особые требования. Часть 24. Статические счетчики реактивной энергии основных составляющих (классы 0,5S, 1S, 1, 2 и 3)» (принят 17.06.2020).

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

**ISO 12749-1:2020** «Ядерная энергетика. Словарь. Часть 1. Общая терминология» (принят 05.05.2020);

**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

# ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ И ПРОДЛЕНИЕ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ТУРБИН, ОТРАБОТАВШИХ СВОЙ РЕСУРС

*После выработки паркового ресурса паровые турбины подлежат техническому диагностированию для решения вопроса о возможности их дальнейшей эксплуатации и продления ресурса. Качественно проведенное диагностирование способствует минимизации ремонтных затрат, сохранению безопасности эксплуатации оборудования и, следовательно, уменьшению себестоимости электроэнергии. В статье рассмотрены современные подходы и методы, применяемые при техническом диагностировании паровых турбин специалистами ОАО «Белэнергоремналадка».*



**В.П. АЛДАКУШИН,**  
начальник Межсистемной  
лаборатории контроля  
металла и сварки  
ОАО «Белэнергоремналадка»

Большая часть паровых турбин, эксплуатируемых в Республике Беларусь, выработала свой парковый ресурс, который составляет 170÷270 тыс. часов эксплуатации или 450÷900 пусков. Для определения возможности их дальнейшей эксплуатации и продления паркового ресурса турбины подлежат техническому диагностированию.

Объем работ и порядок продления паркового (назначенного) ресурса турбин определены стандартами ГПО «Белэнерго»:

- СТП 33240.20.501-19 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Беларусь»;
- СТП 09110.17.400-15 «Инструкция по контролю металла и продлению срока эксплуатации основных элементов котлов, турбин и трубопроводов ТЭС ГПО «Белэнерго»;
- СТП 09110.17.430-10 «Методические указания о методах и объеме контроля металла роторов турбин и генераторов на отсутствие трещин в местах концентрации напряжений».

В ходе технического диагностирования турбин решаются следующие задачи:

- определение фактического технического состояния и динамики его изменения в межремонтный период;

- прогнозирование технического состояния;
- определение возможности, срока и условий дальнейшей эксплуатации.

К основным элементам турбин, определяющим их ресурс, относятся цельнокованные роторы высокого и среднего давления и корпусные детали, работающие в цилиндрах с температурой пара на входе 450 °С и выше. Оценка качества элементов турбины проводится согласно действующим ТНПА. В пределах паркового ресурса выполняется периодический контроль металла элементов турбины в соответствии с СТП 09110.17.400.

Возможность, срок и условия эксплуатации турбины сверх паркового (назначенного) ресурса определяются на основании результатов технического диагностирования и расчетных оценок остаточного ресурса ее элементов. Турбина считается пригодной к дальнейшей эксплуатации, если по результатам технического диагностирования будет определено, что состояние ее элементов удовлетворяет требованиям нормативных документов.

Для принятия решения о продлении срока эксплуатации турбины сверх паркового ресурса необходимо выполнить комплекс мероприятий, основными из которых являются следующие:

- анализ технической документации оборудования по режимам эксплуатации турбины, повреждениям, заменам, ремонтам, результатам контроля и исследований металла основных элементов в течение всего срока эксплуатации;
- неразрушающий контроль металла основных элементов для выявления дефектов и экспериментальной оценки накопленной поврежденности;



- исследование структуры и свойств металла основных элементов;
- расчетная оценка напряженного состояния и остаточного ресурса роторов, корпусных деталей с учетом фактических данных о свойствах металла и режимах эксплуатации турбины;
- определение возможности, срока и условий дальнейшей эксплуатации турбины;
- оформление экспертного заключения по результатам комплекса выполненных работ.

Сегодня такой порядок проведения технического диагностирования, к которому специалисты ОАО «Белэнергоремналадка» пришли в том числе опытным путем, закреплён в отраслевых стандартах.

Следует отметить, что реализация данных мероприятий должна выполняться специализированными организациями, располагающими собственной аккредитованной лабораторией, необходимым оборудованием, вычислительной техникой, математическим и программным обеспечением. И все же

пользуя возможности современного высокотехнологичного оборудования, работники Межсистемной лаборатории контроля металла и сварки ОАО «Белэнергоремналадка» качественно и оперативно выполняют оценку состояния металла элементов турбины. Применение этих технологий позволяет также задокументировать результаты исследования. При этом может осуществляться фото- и видеосъемка дефектов, расположенных в труднодоступных местах, а также могут дистанционно измеряться размеры дефектов в режиме 3D. Дефекты, обнаруженные в элементах турбины неразрушающими методами, оцениваются согласно требованиям нормативных документов.

Стоит отметить, что при проведении контроля металла основных элементов турбин после длительной эксплуатации часто обнаруживаются дефекты, которые не могут быть устранены во время текущего ремонта. В таких ситуациях рассматривается вопрос о возможности кратковременной эксплуатации элементов турбины с дефектами до проведения их замены. Для принятия решения выполня-



главные составляющие эффективного диагностирования – квалифицированный персонал, оригинальные (уникальные) собственные наработки и практический опыт.

Первый и важнейший шаг в решении задачи по продлению срока эксплуатации турбин – анализ технической и эксплуатационной документации. Он проводится для ознакомления с конструктивными особенностями, материалами, технологией изготовления и условиями эксплуатации турбины и позволяет выявить места и возможные причины возникновения дефектов в материале элементов турбины в период эксплуатации. Для оценки интенсивности развития дефектов исследуются также результаты штатного контроля металла элементов турбины, сведения о ремонтах, заменах, реконструкциях элементов турбины и результаты технического диагностирования за весь период эксплуатации.

Все более широкое распространение в диагностировании турбин получают методы неразрушающего контроля. Ис-

ется обоснование с учетом статистических данных, информации о текущем состоянии турбины и разрабатывается достоверный прогноз ее поведения на основании расчетов и анализа технической документации за весь срок эксплуатации. Решение подобных задач требует большого опыта и специальной подготовки персонала.

Комплексный подход позволяет ОАО «Белэнергоремналадка» выдавать обоснованные рекомендации по временной эксплуатации турбин с имеющимися дефектами без снижения надежности и безопасности оборудования.

Обязательной составляющей технического диагностирования турбин является разрушающий контроль. В этом случае исследуется металл вырезок из наиболее высокотемпературных зон корпусных деталей по эскизам специализированной организации. Механические испытания свойств металла вырезок проводятся при комнатной и рабочей температурах. Для этого Межсистемной лабораторией контроля



металла и сварки применяется новейшее сертифицированное испытательное оборудование, которое оснащено современным ПО и позволяет проводить испытания в диапазоне температур от  $-80^{\circ}\text{C}$  до  $+1200^{\circ}\text{C}$  в автоматическом режиме с регистрацией результатов испытаний. Разрушающий метод контроля дает ответ на вопрос, соответствуют ли механические свойства металла требованиям ТНПА.

Необходимой составляющей диагностирования являются также металлографические исследования элементов турбины. Этот метод позволяет выявить в структуре металла аномальные изменения, которые могут привести к образованию более серьезного дефекта.

Практика показала, что расчетную оценку напряженного состояния и остаточного ресурса роторов и корпусных деталей необходимо выполнять с учетом фактических данных о свойствах металла, режимах эксплуатации турбины, фактической повреждаемости конкретной детали и аналогичных деталей для данного типа турбин, а также результатов оценки степени выработки ресурса экспериментальными методами. Для полноценного решения этой задачи используется мощная вычислительная станция, оснащенная специализированным программным комплексом конечно-элементного анализа. Комплекс поддерживает:

- любые статические расчеты;
- учет предварительного нагружения;
- субмоделирование (анализ зон);
- анализ долговечности на основе уровней напряжения и деформации;
- роторную динамику и др.

Расчетную оценку напряженного состояния и остаточного ресурса элементов турбины в Межсистемной лаборатории контроля металла и сварки выполняют инженеры, прошедшие специальное обучение и сертификацию в качестве специалиста программного комплекса конечно-элементного анализа. Ресурс элемента считается исчерпанным, если не обеспечивается его безопасная эксплуатация в течение нормативного межремонтного периода или эксплуатация нецелесообразна.

Результаты проведенной оценки являются основой для принятия решения о назначенном ресурсе турбины при продлении срока ее эксплуатации. Необходимо отметить, что разово ресурс турбины может быть продлен не более чем на 50 тыс. часов.

Экспертное заключение – обязательный элемент процедуры продления срока эксплуатации турбины. Его составляет специализированная организация, выполнившая техническое диагностирование турбины. В документе указываются:

- возможность эксплуатации турбины сверх паркового (назначенного) ресурса;
- условия дальнейшей эксплуатации;
- назначенный ресурс турбины;
- мероприятия, которые должны быть проведены до или после выработки назначенного ресурса (при необходимости).

В случае если расчетный ресурс основных элементов оказался исчерпанным, а неразрушающий контроль металла и исследование его структуры и свойств дали положительные результаты, турбина может эксплуатироваться с уменьшенными интервалами между диагностированиями и дополнительным (если требуется) объемом контроля металла на срок, подтвержденный расчетными оценками времени живучести детали с дефектами.

По исчерпанию индивидуального ресурса основных элементов при отрицательных результатах неразрушающего контроля и (или) исследования структуры и свойств металла либо при выявлении недопустимых дефектов в металле в пределах расчетного ресурса дальнейшая эксплуатация возможна после проведения восстановительных ремонтных мероприятий.

Опыт показал, что использование описанных выше методов и подходов при техническом диагностировании энергетического оборудования является необходимым условием обеспечения надежной, безопасной и экономически оправданной эксплуатации паровых турбин, отработавших свой парковый ресурс.



## 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



# МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ СУММАРНЫХ СОВМЕЩЕННЫХ ПОТЕРЬ НАИБОЛЬШЕЙ ФАКТИЧЕСКОЙ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЧАСЫ МАКСИМАЛЬНЫХ НАГРУЗОК ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

*В статье рассматривается методика расчета величины суммарных совмещенных потерь наибольшей фактической потребляемой активной мощности промышленного абонента в часы максимальных нагрузок энергосистемы. Методика внедрена в филиале «Энергосбыт» РУП «Минскэнерго». Актуальность ее применения обусловлена внесением соответствующих изменений в действующие Правила электроснабжения.*



**Б.В. ПЕКЕЛИС,**  
инженер службы АСКУЭ филиала  
«Энергосбыт» РУП «Минскэнерго»

В настоящее время подавляющее большинство промышленных и приравненных к ним потребителей (абонентов) с присоединенной мощностью 750 кВА и выше оснащены расчетными АСКУЭ и применяют двухставочный либо двухставочно-дифференцированный по зонам суток тарифы с основной платой за фактическую величину наибольшей совмещенной получасовой активной мощности, потребляемой в часы максимальных нагрузок энергосистемы [1, 2].

У потребителей, относящихся к данной тарифной группе, места установки средств расчетного учета электроэнергии (и мощности) в большинстве случаев не совпадают с границами балансовой принадлежности электрических сетей, то есть средства учета электроэнергии подключены к схеме сети на стороне низшего напряжения силовых трансформаторов абонента. Вследствие этого при расчетах с использованием вышеуказанных тарифов возникает необходимость учитывать в питающих линиях и силовых трансформаторах абонента потери не только активной энергии, но и активной мощности.

В соответствии с [1, 2] фактическая величина наибольшей совмещенной активной мощности, потребляемой абонентом за расчетный период, в общем случае рассчитывается по формуле

$$P_{\text{ф}}^{\text{max}} = P_{\text{изм}}^{\text{max}} + \Delta P_{\Sigma} - P_{\text{суб}}, \quad (1)$$

где  $P_{\text{изм}}^{\text{max}}$  – измеренная (вычисленная и зафиксированная) сумматором (устройством сбора и передачи данных) абонента величина наибольшей совмещенной получасовой активной мощности, потребляемой в часы максимальных нагрузок

энергосистемы (за вычетом активной мощности, потребляемой субабонентами, расчетные счетчики которых включены в состав расчетной АСКУЭ абонента), кВт;  $\Delta P_{\Sigma}$  – суммарные потери наибольшей активной мощности в питающих линиях и силовых трансформаторах абонента в часы максимальных нагрузок энергосистемы (между границами балансовой принадлежности электрической сети и точками подключения к схеме сети соответствующих расчетных счетчиков), кВт;  $P_{\text{суб}}$  – расчетная величина суммарной активной мощности, потребляемой в часы максимальных нагрузок энергосистемы субабонентами, расчетные счетчики которых не включены в состав АСКУЭ абонента, кВт.

В свое время указанием концерна «Белэнерго» от 27 октября 2004 года № 28 были введены в действие Методические указания по расчету окончательно оплачиваемой части полной договорной величины наибольшей потребляемой активной мощности абонентов. В этом документе, в частности, были приведены формулы для расчета потерь наибольшей потребляемой активной и реактивной мощности в часы максимальных нагрузок энергосистемы в силовом трансформаторе и питающей линии абонента между границей балансовой принадлежности электрических сетей и местом подключения к схеме сети расчетного счетчика, а именно:

$$\Delta P_{Ti \max} = \Delta P_{Ti}^{xx} + \Delta P_{Ti}^{k3} \cdot \frac{P_{i \max}^2 + Q_{i \max}^2}{S_{Ti \text{ ном}}^2}; \quad (2)$$

$$\Delta Q_{Ti \max} = \left( I_{Ti}^{xx\%} + U_{Ti}^{k3\%} \cdot \frac{P_{i \max}^2 + Q_{i \max}^2}{S_{Ti \text{ ном}}^2} \right) \cdot \frac{S_{Ti \text{ ном}}}{100}; \quad (3)$$

$$\Delta P_{Li \max} = \frac{(P_{i \max} + \Delta P_{Ti \max})^2 + (Q_{i \max} + \Delta Q_{Ti \max})^2}{U_{Li \text{ ном}}^2} \cdot r_{0Li} \cdot l_{Li} \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где  $\Delta P_{Ti}^{xx}$ ,  $\Delta P_{Ti}^{k3}$  – потери активной мощности в  $i$ -м силовом трансформаторе абонента в режиме холостого хода и режиме короткого замыкания соответственно, кВт;  $P_{i \max}$ ,  $Q_{i \max}$  – наибольшие величины активной и реактивной мощности соответственно в часы максимальных нагрузок энергосистемы, зафиксированные расчетным счетчиком  $i$ -го питающего присоединения абонента за расчетный период, кВт (квар);  $S_{Ti \text{ ном}}$  – номинальная мощность  $i$ -го силового трансформатора абонента, кВА;  $I_{Ti}^{xx\%}$  – ток холостого хода  $i$ -го силового трансформатора абонента, %;  $U_{Ti}^{k3\%}$  – напряжение короткого замыкания  $i$ -го силового трансформатора абонента, %;  $U_{Li \text{ ном}}$  – номинальное напряжение  $i$ -й питающей линии абонента, кВ;  $r_{0Li}$  – удельное активное сопротивление  $i$ -й питающей линии абонента, Ом/км;  $l_{Li}$  – длина  $i$ -й питающей линии абонента, км.

В методических указаниях также была приведена формула для расчета суммарных совмещенных потерь наибольшей потребляемой активной мощности в совокупности питающих линий и силовых трансформаторов абонента:

$$\Delta P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m (\Delta P_{Li \max} + \Delta P_{Ti \max}), \quad (5)$$

где  $m$  – количество питающих присоединений абонента, на которых расчетные счетчики подключены к схеме сети на стороне низшего напряжения силовых трансформаторов.

Двадцать лет назад, когда разрабатывалась Инструкция [1], статические (микропроцессорные) счетчики электрической энергии с цифровыми интерфейсами только начинали внедряться в составе расчетных АСКУЭ промышленных потребителей вместо индукционных счетчиков с датчиками импульсов. В то время специализированное программное обеспечение (ПО) верхнего уровня АСКУЭ промышленных потребителей в энергоснабжающих организациях практически отсутствовало. По этой причине в формулы (2–4) изначально допускалось подставлять значения наибольших активных и реактивных мощностей в питающих присоединениях абонента, зафиксированные одновременно в часы максимальных нагрузок энергосистемы за расчетный период.

В настоящее время верхний уровень АСКУЭ промышленных потребителей в энергоснабжающих организациях оснащен специализированным ПО. Это позволяет определять совмещенные во времени наибольшие значения активных и реактивных мощностей в питающих присоединениях

единениях потребителя именно в тот получас периодов максимальных нагрузок энергосистемы, когда совмещенная активная мощность потребителя была наибольшей за расчетный период.

Представим, что промышленный абонент имеет на своем балансе две питающие линии напряжением 10 кВ, которые приходят к нему на двухтрансформаторную ТП 10/0,4 кВ с силовыми трансформаторами мощностью 1000 кВА от двухсекционного РУ 10 кВ распределительной подстанции напряжением 110 кВ, принадлежащей энергоснабжающей организации. Рассматриваемый абонент не имеет субабонентов, расчетный учет электроэнергии у него организован на стороне 0,4 кВ силовых трансформаторов. Технические параметры питающих линий и силовых трансформаторов абонента приведены в таблице 1.

Пусть за расчетный период АСКУЭ промышленного абонента зафиксировала  $P_{изм}^{\max} = 823$  кВт и в тот же получас  $Q_{изм}^{\max} = 310$  квар. Указанные активная и реактивная мощности за данный получас распределились между двумя питающими присоединениями абонента следующим образом:  $P_{1 \max} = 486$  кВт и  $Q_{1 \max} = 204$  квар,  $P_{2 \max} = 337$  кВт и  $Q_{2 \max} = 106$  квар.

Результаты расчета по формулам (2–4) потерь наибольшей потребляемой активной и реактивной мощности в силовых трансформаторах и питающих линиях абонента, а также по формуле (5) суммарных совмещенных потерь наибольшей фактической потребляемой активной мощности абонента в часы максимальных нагрузок энергосистемы за расчетный период представлены в таблице 2.

В итоге фактическая величина наибольшей совмещенной потребляемой активной мощности абонента в часы максимальных нагрузок энергосистемы за расчетный период, приведенная к границам балансовой принадлежности электрических сетей, равна:

$$P_{\phi}^{\max} = P_{изм}^{\max} + \Delta P_{\Sigma} = 823 + 11 = 834 \text{ кВт.}$$

В заключение отметим целесообразность практического применения вышеизложенной методики в связи с тем, что согласно дополнению к пункту 175 Правил электроснабжения (в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь от 23 октября 2015 года № 895), утвержденному и введенному в действие постановлением Совета Министров

Таблица 1. Технические параметры питающих линий и силовых трансформаторов абонента

| $l_{L1}$ | $r_{0L1}$ | $l_{L2}$ | $r_{0L2}$ | $\Delta P_{T1}^{xx}$ | $\Delta P_{T1}^{k3}$ | $U_{T1}^{k3\%}$ | $I_{T1}^{xx\%}$ | $\Delta P_{T2}^{xx}$ | $\Delta P_{T2}^{k3}$ | $U_{T2}^{k3\%}$ | $I_{T2}^{xx\%}$ |
|----------|-----------|----------|-----------|----------------------|----------------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| км       | Ом/км     | км       | Ом/км     | кВт                  | кВт                  | %               | %               | кВт                  | кВт                  | %               | %               |
| 1,315    | 0,164     | 1,29     | 0,164     | 2,45                 | 12,2                 | 5,5             | 1,4             | 2,45                 | 12,2                 | 5,5             | 1,4             |

Таблица 2. Результаты расчета суммарных совмещенных потерь наибольшей фактической потребляемой активной мощности абонента

| $\Delta P_{T1 \max}$ | $\Delta Q_{T1 \max}$ | $\Delta P_{L1 \max}$ | $\Delta P_{T2 \max}$ | $\Delta Q_{T2 \max}$ | $\Delta P_{L2 \max}$ | $\Delta P_{\Sigma}$ |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| кВт                  | квар                 | кВт                  | кВт                  | квар                 | кВт                  | кВт                 |
| 5,839                | 29,280               | 0,639                | 3,973                | 20,864               | 0,280                | 10,73               |

Республики Беларусь от 25 мая 2020 года № 309, «энергоснабжающая организация вправе рассчитать величину потерь активной электрической мощности в силовых трансформаторах и линиях электропередачи на участке электрической сети от границы балансовой принадлежности электрических сетей между абонентом и энергоснабжающей организацией до места установки средств расчетного учета и предъявить ее абоненту к оплате».

#### Список литературы

1. Об утверждении Инструкции по применению двухставочного и двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифов на активную электрическую мощность и энергию с основной

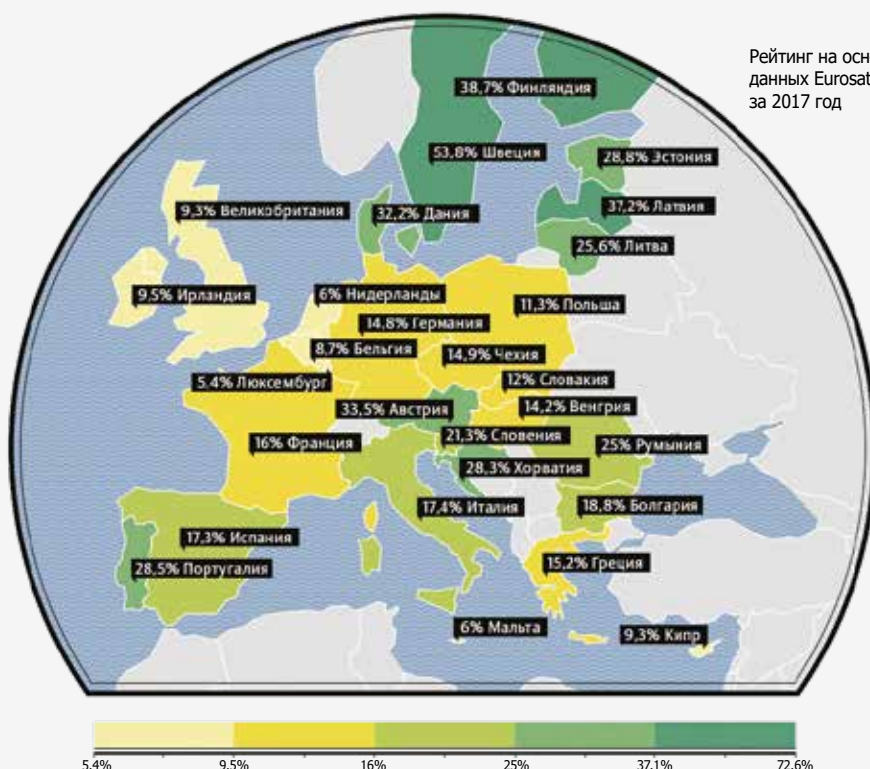
платой за фактическую величину наибольшей потребляемой активной мощности в часы максимальных нагрузок энергосистемы: постановление Министерства энергетики Республики Беларусь, 16 октября 2002 г., № 17 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2002. – 8/8732.

2. О внесении изменений и дополнений в Инструкцию по применению двухставочного и двухставочно-дифференцированного по зонам суток тарифов на активную электрическую мощность и энергию с основной платой за фактическую величину наибольшей потребляемой активной мощности в часы максимальных нагрузок энергосистемы, утвержденную постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 16 октября 2002 г. № 17: постановление Министерства энергетики Республики Беларусь, 28 февраля 2007 г., № 4 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2007. – 8/16151.

## К СВЕДЕНИЮ

### Возобновляемые источники энергии в ЕС

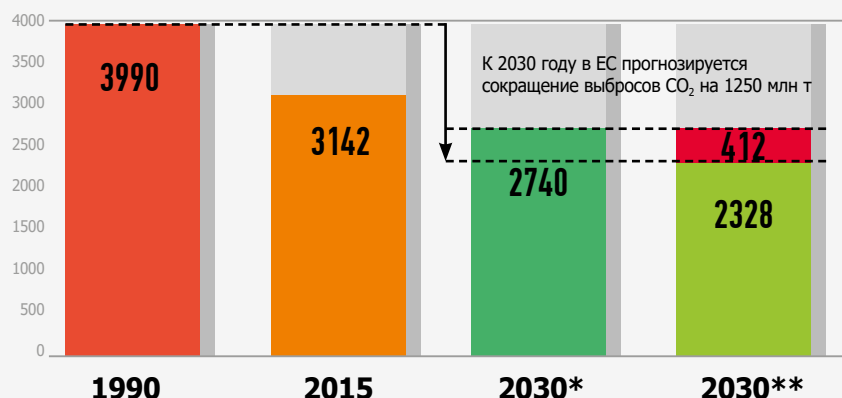
Доля возобновляемых источников энергии в странах ЕС, %\*



\* От доли в валовом конечном потреблении энергии

Выбросы CO<sub>2</sub>, связанные с производством энергии в странах ЕС, млн т

Данные по выбросам CO<sub>2</sub> 1990, 2015, 2030 годов в сравнении (снижение выбросов CO<sub>2</sub> связано с ускоренным освоением возобновляемых источников энергии)



\* Ожидаемое сокращение выбросов CO<sub>2</sub> в ЕС к 2030 году

\*\* Сокращение выбросов CO<sub>2</sub> в ЕС к 2030 году при условии ускоренного развития технологий возобновляемых источников энергии

Источник: IEA на основе исходных данных ЕЕА за 1990 и 2015 годы

# ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА НОРМАТИВНО-ФАКТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*В статье рассматривается существующая система анализа технико-экономических показателей теплосетей и комплекса теплоснабжения в целом, предлагаются пути ее совершенствования. Обоснована необходимость пересмотра подходов к классификации теплопотерь и методам их расчета. Предложен общий принцип нейтрализации небалансов между показаниями приборов учета со стороны теплоисточника и потребителей. Обоснована целесообразность организации специальных измерений скорости охлаждения воды на исследуемых участках сети для определения фактических теплопотерь, а также освоения теплофизического метода расчета потерь с выполнением факторного анализа.*



**Б.А. БАЙРАШЕВСКИЙ,**  
Д.Т.Н.

По сложившейся традиции технико-экономические показатели (ТЭП) тепловых сетей подразделяются, как правило, на две основные категории: нормативные и фактические. Задача эксплуатационного персонала сводится к тому, чтобы в период работы системы теплоснабжения разница между ними была минимальной. Опыт показывает, что эти доминанты эффективности меняются во времени по разным причинам. Таким образом, для сопоставления «нормы» и «факта» их значения должны быть известны в любой момент времени, что требует пересмотра и доработки многочисленных правил и инструкций в области теплотехники.

В одном из документов 40-летней давности сказано: «Основным методом разработки норм расхода топлива, тепловой и электрической энергии является расчетно-аналитический метод» [1]. С тех пор методы расчета нормативных и фактических теплопотерь в сетях многократно обсуждались и в печати, и в соответствующих инстанциях, но без заметного результата.

Внедрение в системе теплоснабжения вычислительной техники на рабочих местах открыло большие возможности для совершенствования подходов к расчету ТЭП тепловых сетей. Однако факты свидетельствуют о том, что процесс цифровизации в большей мере коснулся бухгалтерского учета (если не принимать во внимание внедрение мнемосхем на щитах управления). Что касается теплосетей, то в течение 40 лет, вопреки рекомендациям Госплана СССР [1], нормы теплопотерь используются по отношению к источникам теплоснабжения не как плановые показатели, а как некие директивные установки. Согласно действующим инструкциям значения этих норм устанавливаются на основе оценки так

называемых *обобщенных энергозатрат* за отчетные периоды работы предприятий. В порядке обобщения в ряде нормативных документов [2–7] они фиксируются в виде таблиц, регламентирующих теплопотери в зависимости от температур сетевой воды. Заметим, что данные этих сводных таблиц в целях рационализации и исключения дополнительных интерполяций с самого начала следовало бы представлять в виде формул регрессии [8, 9].

Дальнейшее согласование планируемых показателей теплопотерь в сетях производится на базе достигнутых значений и так называемых *целевых показателей*. Последние определяются инструкциями Департамента по энергоэффективности [10]. Такой порядок утверждения норм приводит к тому, что ошибки, допущенные ранее [2, 4–6], продолжают «циркулировать» в последующих уточненных нормах.

## Проблема классификации теплопотерь

Согласно известным инструкциям Союзтехэнерго в большой энергетике с 1987 года и по сей день используются три основные категории теплопотерь, определяющие нормативно-фактические показатели оборудования: исходно-нормативные, номинальные и нормативные. В связи с этим отдельной проблемой является избыток терминов и условных понятий в действующей документации системы теплоснабжения. В соответствии с инструкциями [4–6] теплопотери в сетях делятся на *исходно-нормативные, нормативные, номинальные, нормируемые, прогнозируемые, производительные, непроизво-*

длительные... и, наконец, фактические. Кроме того, согласно формам отчетности, которые не меняются десятилетиями, теплопотери дополнительно подразделяются на *среднемесячные, квартальные, среднегодовые* и т.д. Эта надуманная, излишне разветвленная классификация не поддерживается ГОСТами и только затрудняет работу специалистов с инструкциями в процессе решения ряда задач.

Очевидно, что все это многообразие теплопотерь ( $\Pi$ ) и адекватных им аргументов ( $A_i$ ) заключено в интервале между двумя доминирующими показателями теплосети – «нормой» и «фактом». Всю запутанную, неудобочитаемую систему обозначений следует свести к аббревиатурам частных производных  $\partial \Pi / \partial A_i$  и дифференциалов  $d_{A_i} \Pi$  функции нескольких переменных:

$$\Pi = f(A_i); \Delta \Pi_i = f(\Pi_6 \div \Pi_\Phi); \Delta A_i = f(A_6 \div A_\Phi), \quad (1)$$

где  $\Pi_6$ ,  $\Pi_\Phi$ ,  $A_6$ ,  $A_\Phi$  – базово-нормативные (б) и фактические (ф) функции и аргументы теплопотерь в сетях.

Анализируя содержание ряда действующих положений и инструкций, можно увидеть случаи сопоставления тех или иных исследуемых функций  $\Pi_i = f(A_i)$  по аббревиатурам (1). Как правило, эти сопоставления сопровождаются множеством пояснений – *граничных условий*. Причем все эти условия отвечают известным выражениям, содержащим производные  $\partial \Pi / \partial A_i$  и дифференциалы  $d_{A_i} \Pi$ . Аргументы  $A_i$ , определяющие значения функций, как правило, также имеют пределы – от установленных «норм» ( $A_i = A_6$ ) до реальных «фактов» ( $A_i = A_\Phi$ ). Предельные значения теплопотерь равны соответственно  $\Pi_6 = f(A_6)$  и  $\Pi_\Phi = f(A_\Phi)$ .

Следовательно, любые отклонения анализируемых функций  $\Pi_i = f(A_i)$  в сетях можно свести к одной формуле:

$$\delta(\Delta_{A_i} \Pi) = \frac{100 d_{A_i} \Pi}{\sum_{i=1}^k [(d_{A_i} \Pi)^2]^{0.5}} = \frac{100 d_{A_i} \Pi}{\sum_{i=1}^k |d_{A_i} \Pi|}, \% \quad (2)$$

где  $d_{A_i} \Pi = (\partial \Pi / \partial A_i) \cdot dA_i$  – частный дифференциал функции  $\Pi$  по аргументу  $A_i$  (в ряде инструкций такой дифференциал называют «поправкой»).

Соответственно, полный дифференциал функции  $\Pi$ :

$$d\Pi = (\partial \Pi / \partial A_1) \cdot dA_1 + (\partial \Pi / \partial A_2) \cdot dA_2 + \dots + (\partial \Pi / \partial A_k) \cdot dA_k. \quad (3)$$

Согласно (2), (3) сумма модулей частных дифференциалов

этих функций из  $k$  аргументов равна  $\sum_{i=1}^k |\delta(\Delta_{A_i} \Pi)| = 100 \%$ .

В дальнейшем с некоторым приближением можно считать, что численные значения частных и полных дифференциалов функций  $\Pi_i = f(A_i)$  равны их адекватным приращениям.

Таким образом, многочисленные условности, на основе которых в инструкциях [4–6] выделены разновидности категорий теплопотерь в диапазоне от «факта» до «нормы», определяются формулами (1)–(3). В результате контроль за уровнем ТЭП теплосети в данном интервале сводится к анализу показаний штатных приборов программными средствами на базе функций  $\Pi_6 = f(A_6)$  и  $\Pi_\Phi = f(A_\Phi)$ .

## Определение нормативных и фактических теплопотерь в сетях

При рассмотрении проблемы нормирования теплопотерь целесообразно исходить из того, что теплосети (и связанное с ними оборудование) изготовлены, смонтированы и проложены в соответствии с требованиями ТНПА. Согласно действующим инструкциям информация о тепловой сети, включая теплопроводы, утверждена и указана в соответствующих технических паспортах. В основном это касается нормативных показателей оборудования. При отсутствии такой информации (для старых сетей) она подлежит восстановлению путем специальных обследований в установленном порядке.

При надлежащем техническом учете формируется база данных по каждому участку теплосети и системе теплоснабжения в целом, содержащая основную исходную информацию, необходимую для выполнения аналитических расчетов. Назовем эту базу данных *нормативной* (н), а метод расчета нормативных теплопотерь – *теплофизическим* [11]. С течением времени, по мере изменения условий эксплуатации нормативная база данных подлежит корректировке с приведением к так называемым *сопоставимым условиям*. В результате эта база обретает новый статус, именуемый *нормативно-фактическим* (нф) [12]. Такую корректировку (перерасчет) следует выполнять по специально разработанным программам с учетом дифференциалов исследуемых функций согласно формулам (2), (3).

Последующие сопоставления результатов расчета по установленному принципу (ф минус нф) лежат, как известно, в основе оценки всех показателей эффективности. Очевидно, что проблема формирования нормативных теплопотерь на базе номинальных должна решаться путем тщательной доработки в том числе и паспортных данных теплосети.

Наряду с определением норм существует вторая проблема – выявление фактических тепловых потерь в сетях. В большинстве случаев при расчете этого вида теплопотерь используется метод, основанный на гипотезе (близкой к действительности) о линейном падении температуры воды в сети [3–8, 13]. Расчет теплопотерь этим методом – назовем его *инженерным* – выполняется двумя способами:

1) на основе опытных данных, полученных путем традиционных измерений теплопотерь в выбранном кольцевом контуре теплосети [13]. В результате определяется расчетный коэффициент  $K$  и значения фактических теплопотерь в этом контуре. До 1994 года результаты таких измерений являлись основой формирования ТЭП теплосети;

2) с использованием результатов сведения тепловых балансов [14], основанных на показаниях приборов учета теплоисточника и потребителя. В связи с постановлением Совета Министров Республики Беларусь, которым в обиход были введены приборы учета [15, 16], метод сведения тепловых балансов был рассмотрен как дополнительный во всех трех НТД, регламентирующих определение тепловых потерь [4–6]. Причем в каждом из них условие сходимости конечных результатов применения обоих способов расчета сопровождается соответствующими усложнениями учета «традиционного» коэффициента  $K$  (см. пункты 4.15 [4], 3.24 [5] и 3.8 [6]).

Попытки отождествить в действующих инструкциях [4–6] эти явно несовместимые, различные в своей основе способы определения теплопотерь в корне ошибочны. К тому

же понятно, что по мере внедрения ПИ-труб вероятность негативных последствий от погрешностей приборов учета возрастает. Иными словами, значения теплотерь в сети постепенно приближаются к пределам погрешностей самих приборов учета. Таким образом, актуальные и полезные по своей сути мероприятия по внедрению ПИ-труб и приборов учета требуют освоения новых прецизионных методов расчета теплотерь, которые отсутствуют в действующих инструкциях [4–6].

### Совершенствование методов расчета теплотерь в условиях цифровизации

Решая задачу полной компьютеризации исследуемого комплекса расчетов в рамках развития цифровой экономики, целесообразно уделить внимание «одностороннему» методу расчета теплотерь в сетях [8, 9], основанному на показаниях приборов учета только со стороны теплоисточника. Метод позволяет исключить негативные последствия небалансов, возникающих из-за погрешностей приборов учета со стороны потребителей. Достоверность остальных (промежуточных) расчетов гарантируется применением теории теплообмена.

Наиболее простое решение для внедрения указанного метода – организация систематических вычислений *коэффициентов корреляции*  $\xi_i$  на разветвленных участках теплосети. Коэффициенты  $\xi_i$  вводятся в качестве дополнительных сомножителей к показаниям приборов учета потребителя:  $G_i^{отч} = \xi_i \cdot G_i^{пр}$ . Такой подход позволяет нивелировать влияние погрешностей приборов учета на участках ЦТП, ИТП и в разветвленных сетях, где показания головного прибора, установленного, положим, в ЦТП, не равно сумме показаний приборов потребителей, то есть  $G_j^{цтп} \neq \sum G_i^{пр}$ . Соблюдение реального баланса на участке ЦТП с ответвленными в его зоне трассами гарантируется условием  $G_j^{цтп} = \sum \xi_i \cdot G_i^{пр} = \sum G_i^{отч}$ . Применительно к случаю  $j$ -го по счету ЦТП с числом ответвлений  $n_j$  и с учетом максимальных ( $\pm$ ) погрешностей приборов учета [17] в общем случае коэффициент корреляции определяется как

$$\xi_i = 1 + (1 - k_i^{пр}) \cdot \left( G_j^{цтп} - \sum_{i=1}^{n_j} G_i^{пр} \right) \cdot \left( G_i^{пр} \sum_{i=1}^{n_j} (1 - k_i^{пр}) \right)^{-1}, \quad (4)$$

где  $k_i^{пр}$  – коэффициент, адекватный классу точности прибора. В расчетах его следует принимать как модуль среднестатистической погрешности.

Введение расчетного коэффициента  $\xi_i$  в полной мере отвечает требованиям последнего нормативного документа в области расчета теплотерь в сетях – ТКП 642-2019 (33240/33540/33040) [6], введенного в действие в январе текущего года. Так, в п. 3.58 ТКП устанавливается следующее определение фактических тепловых потерь: «*тепловые потери, определенные из баланса отпущенной и потребленной тепловой энергии*». Иными словами, утверждается, что фактические теплотери – это итог учета и соблюдения теплового баланса по показаниям приборов учета. Там же приводятся расчетные формулы по определению теплотерь с учетом того же коэффициента  $K$ . Очевидно, что такой подход относится к двойным стандартам.

В отличие от этого подхода формула (4) отвечает требованию п. 3.58 ТКП [6] – определять фактические теплотери только на основании приборов учета. Из этого следует, что традиционным испытаниям «образцового» кольцевого контура сети для выявления коэффициента  $K$  отводится роль декоративного ритуала.

На основании анализа формулы (4) можно сделать вывод, что с повышением класса точности прибора, то есть с приближением  $k_i^{пр} \rightarrow 0$ , коэффициент  $\xi_i$  снижается. Это приводит к уменьшению значений  $G_i^{отч} = \xi_i \cdot G_i^{пр}$ . Кроме того, последующее освоение и промышленная адаптация коэффициентов корреляции позволят значительно сократить затраты на обслуживание парка приборов, так как потребители будут заинтересованы в установке приборов повышенного класса точности.

Второй способ расчета теплотерь инженерным методом может быть основан на опытно-расчетных значениях *коэффициентов теплопередачи*. В ряде инструкций по испытаниям теплосетей термин «коэффициент теплопередачи» отсутствует. Точнее, он «растворен» в общем понятии абсолютных теплотерь, включая потери на опытном кольцевом участке сети.

В порядке альтернативы предлагается экспресс-метод определения коэффициентов теплопередачи  $K_s^{п,о}$  на любом участке сети в процессе ее эксплуатации [9, 18]. Суть метода сводится к выявлению некоторой константы и адекватного ей коэффициента  $K_s^{п,о}$  по данным скорости охлаждения неподвижной воды в трубе на участке исследования (п – прямая сеть, о – обратная сеть). В качестве исходных данных на испытываемом участке трубопровода используются значения его внутреннего диаметра, длины, рабочего расхода, температур воды и окружающей среды в процессе эксплуатации (см. таблицу).

В приведенной таблице исходные данные отмечены темной заливкой. По мере остывания воды в трубе кривая падения ее температуры от первоначального уровня по времени, то есть  $t_{п,о} = f(\tau_{п,о})$ , фиксируется  $n$  раз. По данным каждого опыта ( $i = 1 \div n$ ) вычисляем константы:

**Таблица. Экспериментальное определение коэффициентов теплопередачи труб прямой и обратной сети:**

$G_{п,о}$  – рабочий расход теплоносителя;  $D_{п,о}$  – внутренний диаметр трубопровода;  $L_{п,о}$  – длина испытываемого участка;  $\rho$ ,  $t_{п,о}$  – плотность и температура теплоносителя;  $t^{окр}$  – температура окружающей среды

| Экспериментальное определение $K_s^{п,о}$<br>труб прямой и обратной сети |         |                                |         |                               |                            |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------|---------|-------------------------------|----------------------------|
| $G_{п,о} = 4812,0 \text{ т/ч}$                                           |         | $D_{п,о} = 0,448 \text{ м}$    |         | $L_{п,о} = 27571,3 \text{ м}$ |                            |
| $t_{п,о} = 100,0 \text{ °C}$                                             |         | $\rho = 952,38 \text{ кг/м}^3$ |         | $t^{окр} = 3,40 \text{ °C}$   |                            |
| $\tau_i, \text{ ч}$                                                      | 1,0     | 2,0                            | 3,0     | 5,0                           | 7,2                        |
| $t_i, \text{ °C}$                                                        | 90,00   | 80,00                          | 70,00   | 60,00                         | 50,00                      |
| $N_i, \text{ ч}^{-1}$                                                    | –0,1093 | –0,1160                        | –0,1240 | –0,1069                       | –0,1012                    |
| $N_{ср}, \text{ ч}^{-1}$                                                 | –0,1115 | Пример расчета                 |         |                               | $\tau_n, \text{ ч}$ 0,8584 |
| $K_{спл}^{п,о} = K_{лин}^{п,о} = 13,80 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ |         |                                |         | $K_{с}^{п,о} \text{ экс}$     | 13,82                      |
| Средне-опытное значение                                                  |         |                                |         | $K_{с}^{п,о} \text{ оп}$      | 13,81                      |
| Расчет теплофизическим методом                                           |         |                                |         | $K_{с}^{п,о} \text{ тф}$      | X,XX                       |

$$N_{n,o} = f(K_{s,n,o}^{n,o}) = \tau_{n,o}^{-1} \ln \frac{t_{n,o} - t_{n,o}^{окр}}{t_{n,o} - t_{n,o}^{окр}} \quad (5)$$

и их среднее значение  $N_{n,o}^{cp} = n^{-1} \sum N_{n,o}$ .

Расчетное время смещения потока воды  $G_{n,o}$  на исследуемом участке  $L_{n,o}$  от входа до выхода определим по выражению

$$\tau_{n,o} = L_{n,o} W_{n,o}^{-1} = L_{n,o} \rho_{n,o} F_{n,o} G_{n,o}^{-1} = 0,25 \pi \rho_{n,o} L_{n,o} D_{n,o}^2 G_{n,o}^{-1}. \quad (6)$$

Значения коэффициентов теплопередачи согласно линейной, гиперболической и экспоненциальной кривым охлаждения воды [9] при  $N_{n,o}^{cp} = f(K_{s,n,o}^{n,o}) = \text{const}$  вычисляем по двум формулам:

$$(K_{s,n,o}^{n,o})_{гип,лин} = \frac{2cG_{n,o} [1 - \exp(N_{n,o} \cdot \tau_{n,o})]}{\pi D_{n,o} L_{n,o} [1 + \exp(N_{n,o} \cdot \tau_{n,o})]}, \quad (7)$$

$$(K_{s,n,o}^{n,o})_{экс} = - \frac{cG_{n,o} N_{n,o} \tau_{n,o}}{\pi D_{n,o} L_{n,o}}. \quad (8)$$

Соответственно, средняя величина коэффициентов составит:

$$(K_{s,n,o}^{n,o})^{cp} = 0,5 \left[ (K_{s,n,o}^{n,o})_{гип,лин} + (K_{s,n,o}^{n,o})_{экс} \right]. \quad (9)$$

Как видно, механизм реализации такого опыта прост. Его можно выполнять как в период испытаний сети, так и в условиях эксплуатации с санкционированным отключением сетевых насосов в течение порядка 4–8 часов. Обработка опытных данных в любой период времени возлагается на вычислительную технику.

Достоверность ожидаемых результатов описанного опыта подтверждается анализом расчетов теплопотерь, выполненных теплофизическим методом (тф) [11, 18]. В соответствии с ним коэффициент  $K_{s,n,o}^{n,o}$  определяется как

$$(K_{s,n,o}^{n,o})_{тф} = c \cdot G_{n,o} \Delta t_{n,o} (\pi \cdot D_{n,o} L_{n,o} \Delta \tau_{n,o})^{-1}, \quad (10)$$

где  $\Delta t_{n,o}$  – охлаждение воды на участке длиной  $L_{n,o}$  в прямом и обратном трубопроводах;  $(\Delta \tau)_{n,o}$  – температурный напор между теплоносителем и окружающей средой.

Согласно результатам расчета в конце участка  $L_{n,o}$  температура воды в прямом и обратном трубопроводах равна  $t_n^{вх}$  и  $t_o^{вх}$ . С учетом вычисленных перепадов  $\Delta t_{n,o}$  на приборах теплоисточника  $t_n^{вх} = t_n^{вх} + \Delta t_n$ ,  $t_o^{вх} = t_o^{вх} + \Delta t_o$ .

Характер теплообмена между теплоносителем и окружающей средой вокруг теплопровода определяется в основном граничными условиями третьего рода. Следовательно, можно считать, что температура теплоносителя изменяется при постоянной температуре окружающей среды. Тогда температурные напоры в прямом и обратном трубопроводах на участке длиной  $L_{n,o}$  определяем так:

$$(\Delta \tau)_n = \Delta t_n / \ln \left[ (t_n^{вх} - t_n^{окр}) \cdot (t_n^{вх} - \Delta t_n - t_n^{окр})^{-1} \right]; \quad (11)$$

$$(\Delta \tau)_o = \Delta t_o / \ln \left[ (t_o^{вх} + \Delta t_o - t_o^{окр}) \cdot (t_o^{вх} - t_o^{окр})^{-1} \right]. \quad (12)$$

С учетом (11), (12) уравнение (10) запишем в виде:

$$(K_{s,n,o}^{n,o})_{тф} = \frac{c \cdot G_{n,o}}{\pi D_{n,o} L_{n,o}} \ln \left[ (t_n^{вх} - t_n^{окр}) \cdot (t_n^{вх} - \Delta t_n - t_n^{окр})^{-1} \right]; \quad (13)$$

$$(K_{s,n,o}^{o,o})_{тф} = \frac{c \cdot G_{n,o}}{\pi D_{n,o} L_{n,o}} \ln \left[ (t_o^{вх} + \Delta t_o - t_o^{окр}) \cdot (t_o^{вх} - t_o^{окр})^{-1} \right]. \quad (14)$$

В конечном участке сети  $L_{n,o}$  согласно формуле (5) с учетом результатов расчета теплопотерь теплофизическим методом, определяем комплексы показателей:

$$(N\tau)_{тф}^n = \ln \left[ (t_n^{вх} - t_n^{окр}) \cdot (t_n^{вх} - t_n^{окр})^{-1} \right]; \quad (15)$$

$$(N\tau)_{тф}^o = \ln \left[ (t_o^{вх} - t_o^{окр}) \cdot (t_o^{вх} - t_o^{окр})^{-1} \right]. \quad (16)$$

Имея в виду, что в уравнениях (13), (15)  $t_n^{вх} = t_n^{вх} - \Delta t_n$  и  $t_o^{вх} = t_o^{вх} + \Delta t_o$ , на основании (13), (15) и (14), (16) получаем:

$$(K_{s,n,o}^{n,o})_{тф} = - \frac{c \cdot G_{n,o} N_{n,o} \tau_{n,o}}{\pi \cdot D_{n,o} L_{n,o}}. \quad (17)$$

Как видно, формула (17), полученная на основании теплофизического метода расчета потерь в теплопроводе, тождественна формуле (5), основанной на опытно-гипотетической кривой охлаждения воды в сети. Этот факт подтверждает достоверность и целесообразность дальнейшей адаптации предложенного метода расчета теплопотерь в сетях указанным способом.

## Критерии эффективности работы теплосетей

В настоящее время доминируют два принципиально различных способа расчета эффективности работы теплосетей:

– основанный на применении коэффициента  $K$  [4–6, 13], обработке и традиционном обобщении показателей, фиксируемых в формах статистической отчетности;

– теплофизический, определяющий теплопотери в сетях на основании критериальных уравнений теплообмена с учетом видов прокладки труб, качества и размеров их теплоизоляции. В отличие от первого метода здесь в качестве исходных данных используются в основном проектные и нормативно-базовые показатели, установленные в процессе соответствующих разработок и испытаний. На производстве этот метод не применяется по сугубо субъективным причинам.

Необходимые исходные данные для программного обеспечения обоих методов – это геометрические размеры сетей (проходные диаметры труб, их протяженность и пр.) и показания штатных приборов, установленных в «начальных» (желательно) и «конечных» точках сети.

Путем последовательных итераций и анализа граничных условий теплофизический метод позволяет существенно при-

близиться к реальной оценке состояния теплосети, то есть к вычислению фактических теплопотерь. В случае организации систематической обработки опытных данных (см. таблицу) для определения коэффициентов теплопередачи ( $K_s^{по}$ )<sub>опт</sub>, расчет фактических теплопотерь в сети значительно упрощается и при использовании инженерного метода. Тем не менее в сравнении с теплофизическим инженерный метод представляется явно консервативным. Перспективность теплофизического метода заключается в том, что он позволяет выполнять аналитические расчеты при любом гипотетическом состоянии изоляции труб с одновременной организацией факторного анализа [19].

В последние десятилетия, в том числе посредством сети Интернет, распространялось множество «самодельных» программных обеспечений для расчета показателей работы теплосетей. Формально они отвечают требованиям НПА, но по ряду других качеств не соответствуют современному научно-техническому уровню: алгоритмы расчетов, как правило, скрыты (под предлогом защиты ноу-хау) и т.д. В любом случае даже при первом рассмотрении очевиден основной недостаток таких продуктов – отсутствие унифицированных критериев для сопоставления ТЭП сетей разных регионов и размеров. К сожалению, с молчаливого одобрения заказчиков такими программами часто пользуются при аудиторских проверках. Вмешательство компетентных организаций, к примеру, Института тепло- и массообмена НАН Беларуси и др., в процессы промышленной разработки и внедрения таких программ расчета явно необходимо.

Информация о теплосетях, которая фиксируется штатными приборами, позволяет контролировать соблюдение основных показателей, предусмотренных ПТЭ. Организация факторного анализа этих показателей (в настоящее время на практике не применяется) в ряде случаев позволила бы выявлять оптимальные режимы работы теплосети и делать связанные с этим выводы.

Примерные результаты такого анализа, выполненного с помощью программного средства ТС8, представлены на рисунке [18]. Подобные расчеты могут выполняться как для отдельных участков, так и для теплосети в целом в порядке мониторинга.

Повышенные требования к существующей системе отчетности диктуют необходимость применения в системах теплоснабжения универсальных программ типа ТЭП ТЭС, 3-ТЭК и др., позволяющих, как в электроэнергетике, интегрировать исследуемые функции  $P_i = f(A_i)$  в единый комплекс для сетей разных регионов и размеров. В рамках АСУ ТЭП эти программы должны обеспечивать постоянный мониторинг работы действующего оборудования, а также систематическую отчетность согласно требованиям действующих инструкций.

Следует иметь в виду, что теплосеть – это прежде всего теплообменник, обладающий теплотехническими и геометрическими характеристиками. К ним относятся реальные значения поверхностей теплообмена ( $S_{тс}$ ) и объемов ( $V_{тс}$ ) труб сети. В сущности, это виртуальная труба, имеющая свои размеры – диаметр  $D_{тс}$  и длину  $L_{тс}$ . Отношение длины к диаметру  $b = L_{тс}/D_{тс}$  рекомендуется рассматривать как критерий геометрической характеристики теплосети [8, 11, 12]. Это позволяет исключить из традиционной терминологии весьма условный и ограниченный показатель теплопотерь  $q_t$ ,

выраженный в процентах к отпуску теплоты потребителям. Взамен его предлагается ввести *автомодельный показатель эффективности теплосети*  $\chi_{тс} = q_t \cdot b^{-1}$ , дополнительно учитывающий влияние ее размеров ( $b$ ) на величину относительных теплопотерь ( $q_t$ ). По сути этот показатель аналогичен известному в теплотехнике критерию Стентона [12]:

$$\chi_{тс} = q_t D_{тс} / L_{тс}. \quad (18)$$

Оба показателя ( $b$  и  $\chi_{тс}$ ) необходимы для описания обобщенных характеристик теплосети. Они позволяют судить о ее размерах, эффективности и прочих теплофизических данных, включая коэффициент теплопередачи ( $K_L$ ), плотность теплопотерь и пр., а также сопоставлять и различать сети разных размеров и регионов. К сожалению, в настоящее время в условиях производства эти критерии не используются.

В отличие от теплосети (Т) потребитель (П) – это теплообменник с «санкционированной» потерей теплоты. Соотношение виртуальных теплофизических характеристик Т и П – очередной комплекс, объединяющий оба критерия – размеры ( $b$ ) и эффективности ( $\chi_{тс}$ ) сети – в один показатель оценки системы теплоснабжения в целом [11]:

$$R_q = K_L \cdot L_{тс} / (K_{об} \cdot F_{об}), \quad (19)$$

где  $K_{об}$  и  $F_{об}$  – виртуальные значения коэффициента теплопередачи в теплоприемниках потребителя и их поверхностей теплообмена.

## Выводы

1. Дана критическая оценка терминологии, используемой при анализе показателей теплопотерь в сетях и при описании методов их расчета в ряде действующих инструкций и положений.

2. Акцентируется внимание на необходимости совершенствования системы формирования отчетных показателей теплосети и системы теплоснабжения в целом с использованием их автомодельных показателей.

3. В целях дальнейшего совершенствования методов оперативного контроля работы теплосети и системы теплоснабжения в целом целесообразно разработать и внедрить в производство программные средства по расчету и анализу ТЭП в теплосетях теплофизическим методом с выполнением факторного анализа всех показателей.

4. Вопросы, рассмотренные в статье, носят полемический характер и предлагаются к обсуждению в широких кругах специалистов для выработки необходимых рекомендаций соответствующим ведомствам.

5. В плане организации мониторинговых исследований необходимо отработать:

- метод определения фактических коэффициентов теплопередачи на участках теплосети согласно изложенной методике;

- теплофизический метод расчета теплопотерь в сетях на базе программного обеспечения ТС8 с организацией факторного анализа.

Результаты расчета влияния аргументов на суммарное изменение теплопотерь в сетях по мере перехода от Режим М к Режим N:  $\Delta Q_{\Sigma}^{*N} = Q_{\Sigma}^{*N} - Q_{\Sigma}^{*M}$ ;  $\delta Q_{\Sigma}^{*N} = 100 \Delta Q_{\Sigma}^{*N} / Q_{\Sigma}^{*M}$

| Обозн. | $Q_{\Sigma}^{*M}$ | $Q_{\Sigma}^{*N}$ | $X^{*N} \cdot 10^3$ | $t_{\text{в}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $G_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $G_{\Sigma}^{*N}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ | $t_{\text{в}}^{\text{норм}}$ |
|--------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Реж.М  | 0,718             | 0,407             | 0,546               | 72,00          | 52,00                        | 4800                         | 4,00              | -10,00                       | 3,00                         | 1,00                         | 0,800                        | 1,310                        | 1,600                        | 1,550                        | 1,210                        | 1,550                        | 1,580                        | 1,580                        | 1,580                        | 1,580                        |
| Реж.Н  | 0,625             | 0,391             | 0,600               | 70,00          | 51,00                        | 4000                         | 3,50              | -3,00                        | 0,00                         | 5,00                         | 0,600                        | 1,350                        | 1,500                        | 1,450                        | 1,330                        | 1,200                        | 1,300                        | 1,300                        | 1,300                        | 1,300                        |
| Разм.  | МВт               | МВт               | -                   | °C             | °C                           | т/ч                          | т/ч               | °C                           | °C                           | °C                           | -                            | Вт/(м²·°C)                   | Вт/(м²·°C)                   | Вт/(м²·°C)                   | Вт/(м²·°C)                   | Вт/(м²·°C)                   | Вт/(м²·°C)                   | Вт/(м²·°C)                   | Вт/(м²·°C)                   | Вт/(м²·°C)                   |
| № п/п  | -                 | -                 | -                   | 1              | 2                            | 3                            | 4                 | 5                            | 6                            | 7                            | 8                            | 9                            | 10                           | 11                           | 12                           | 13                           | 14                           | 14                           | 14                           | 14                           |

1а. Влияние аргументов (в % от суммы их модулей:  $\delta(\Delta_A \Pi) = \Delta_A \Pi / \sum |\Delta_A \Pi|$ ) на суммарное изменение теплопотерь в сетях по мере перехода от Режим М к Режим N:  $\Delta Q_{\Sigma}^{*N} = Q_{\Sigma}^{*N} - Q_{\Sigma}^{*M}$ ;  $\delta Q_{\Sigma}^{*N} = 100 \Delta Q_{\Sigma}^{*N} / Q_{\Sigma}^{*M}$

| $\Pi_{\Sigma}(A)$   | Реж.М | Реж.Н | $\Delta Q_{\Sigma}^{*N}$ | $\delta(\Delta_A \Pi)$ | 1     | 2     | 3      | 4     | 5     | 6      | 7      | 8    | 9     | 10    | 11   | 12    | 13    | 14 |
|---------------------|-------|-------|--------------------------|------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|------|-------|-------|------|-------|-------|----|
| $Q_{\Sigma}^{*M}$   | 0,718 | 0,625 | -0,09                    | -9,25                  | -2,86 | -0,01 | -25,67 | -4,38 | 11,37 | -12,26 | -12,24 | 2,27 | -4,03 | -3,49 | 2,98 | -5,73 | -3,47 |    |
| $Q_{\Sigma}^{*N}$   | 0,407 | 0,391 | -0,016                   | -3,93                  | -1,23 | -0,05 | -12,92 | -2,14 | 4,74  | -5,07  | -5,07  | 0,86 | -1,45 | -1,23 | 0,94 | -2,44 | -1,54 |    |
| $X^{*N} \cdot 10^3$ | 0,546 | 0,600 | 0,054                    | 9,89                   | 10,10 | 37,84 | -10,26 | -1,75 | 4,55  | -4,90  | -4,89  | 0,91 | -1,81 | -1,40 | 1,19 | -2,29 | -1,39 |    |
| № п/п               | 1     | 2     | 3                        | 4                      | 5     | 6     | 7      | 8     | 9     | 10     | 11     | 12   | 13    | 14    | 14   | 14    | 14    | 14 |

1б. Влияние аргументов (в % от суммы их модулей:  $\delta(\Delta_A \Pi) = \Delta_A \Pi / \sum |\Delta_A \Pi|$ ) на изменение показателей эффективности теплоснабжения по мере перехода от Режим М к Режим N:  $\Delta X_{\Sigma}^{*N} = X_{\Sigma}^{*N} - X_{\Sigma}^{*M}$ ;  $\delta X_{\Sigma}^{*N} = 100 \Delta X_{\Sigma}^{*N} / X_{\Sigma}^{*M}$

| $\Pi_{\Sigma}(A)$   | Реж.М | Реж.Н | $\Delta X_{\Sigma}^{*N}$ | $\delta(\Delta_A \Pi)$ | 1      | 2     | 3      | 4     | 5    | 6     | 7     | 8    | 9     | 10    | 11   | 12    | 13    | 14 |
|---------------------|-------|-------|--------------------------|------------------------|--------|-------|--------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|----|
| $Q_{\Sigma}^{*M}$   | 0,718 | 0,625 | 0,094                    | 16,92                  | -10,10 | 37,84 | -10,26 | -1,75 | 4,55 | -4,90 | -4,89 | 0,91 | -1,81 | -1,40 | 1,19 | -2,29 | -1,39 |    |
| $Q_{\Sigma}^{*N}$   | 0,407 | 0,391 | -0,016                   | -3,93                  | -1,23  | -0,05 | -12,92 | -2,14 | 4,74 | -5,07 | -5,07 | 0,86 | -1,45 | -1,23 | 0,94 | -2,44 | -1,54 |    |
| $X^{*N} \cdot 10^3$ | 0,546 | 0,600 | 0,054                    | 9,89                   | 10,10  | 37,84 | -10,26 | -1,75 | 4,55 | -4,90 | -4,89 | 0,91 | -1,81 | -1,40 | 1,19 | -2,29 | -1,39 |    |
| № п/п               | 1     | 2     | 3                        | 4                      | 5      | 6     | 7      | 8     | 9    | 10    | 11    | 12   | 13    | 14    | 14   | 14    | 14    | 14 |

**Фрагмент файла «1ф», созданного в программе ТС8**

## Список литературы

1. Основные положения по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве. – М.: Атомиздат. – 1980.
2. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.02-323-2018 (33020). – Введ. 01.10.2018. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2018.
3. Методические указания по определению теплопотери в водяных тепловых сетях: РД 34.09.255-97. – Введ. 01.01.98. – ОАО «Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС».
4. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных и паровых тепловых сетях: утв. Министерством топлива и энергетики Республики Беларусь 9.03.95. – Введ. 01.04.95 (срок действия по 31.12.2000).
5. Методика расчета потерь тепловой энергии в сетях теплоснабжения с учетом их износа, срока и условий эксплуатации. – Введ. 01.01.2007. – Минск: Комитет по энергоэффектив-

ности при Совете Министров Республики Беларусь: ОАО «Белэнергоремналадка», 2006.

6. Порядок расчета величины технологического расхода тепловой энергии на ее передачу в сетях теплоснабжения с учетом их износа, срока и условий эксплуатации: ТКП 642-2019. – Введ. 01.03.2020 (с отменой документа «Методика расчета потерь тепловой энергии в сетях теплоснабжения с учетом их износа, срока и условий эксплуатации»). – Минск, 2019.
7. Методика определения фактических потерь тепловой энергии через тепловую изоляцию трубопроводов водных тепловых сетей систем централизованного теплоснабжения. – Введ. 20.02.2004. – М.: Минэнерго России: ЗАО Научно-производственный комплекс «Вектор», Московский энергетический институт (Технический университет), 2004.
8. Байрашевский, Б.А. Тепловые потери в сетях: проблемы и решения // Б.А. Байрашевский. – Энергетика и ТЭК. – 2015. – № 7/8. – С. 52–56.

воды и тепловой энергии в домах жилищного фонда республики: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 7 июля 1994 г., № 505.

16. О дальнейшем внедрении приборного учета расхода газа, воды и тепловой энергии: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 9 июля 1997 г. № 855.
17. Гутер, Р.С. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта / Р.С. Гутер, Б.В. Овчинский. – М: Госиздат, 1962.
18. Байрашевский, Б.А. Коэффициент теплопередачи труб водяной сети и программное средство ТС8. – Официальный каталог 6-й Ярмарки инновационных идей «Smart Patent 16». – Минск: Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь, 2016.
19. Байрашевский, Б.А. Организация факторного анализа при сопоставлении фактических теплопотерь с нормативными // Б.А. Байрашевский, Н.П. Борушко. – Изв. высш. учеб. заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2007. – № 2. – С. 60–66.

9. Байрашевский, Б.А. О теплопотерях в сетях на фоне теорий, гипотез и реальных условий эксплуатации // Энергетика и ТЭК. – 2016. – № 7/8. – С. 56–61.

10. Инструкция по расчету целевых показателей по энергосбережению: утв. Комитетом по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь. – Минск, 2011.

11. Байрашевский, Б.А. Проблемы эффективности в энергокомплексах и их решения / Б.А. Байрашевский. – Минск: Право и экономика, 2010. – С. 314–332, 379–390.

12. Байрашевский, Б.А. Оценка эффективности работы теплосетей / Б.А. Байрашевский // Электрические станции. – 1988. – № 2. – С. 74–76.

13. Манюк, В.И., Каплинский, Я.И., Хиж, Э.Б., Манюк, А.И., Ильин, В.К. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей / В.И. Манюк [и др.] – М.: Стройиздат. 1982.

14. Семенов, В.Г. Определение фактических тепловых потерь через теплоизоляцию в сетях централизованного теплоснабжения / В.Г. Семенов // Новости теплоснабжения. — 2003. — № 4. — С. 30–33.

15. О введении приборного учета расхода газа.

# О ПРОВЕРКЕ И ИСПЫТАНИЯХ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ И УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ В ХОДЕ ПОДГОТОВКИ К ОТОПИТЕЛЬНОМУ СЕЗОНУ

*При подготовке к работе в осенне-зимний период (ОЗП) у ряда субъектов хозяйствования возник вопрос о необходимости проверки автоматических выключателей и устройств защитного отключения и, соответственно, о необходимости представления комиссии по проверке готовности объектов к работе в ОЗП соответствующих протоколов. Данный вопрос был рассмотрен 21 июля на заседании секции по энергетическому надзору технического совета Госэнергогазнадзора, и по итогам обсуждения были предложены основные подходы к его решению.*



**Д.М. ЛОСЕНКОВ,**  
первый заместитель генерального  
директора – главный инженер  
ГУ «Госэнергогазнадзор»

Правилами подготовки организаций к отопительному сезону, его проведения и завершения, утвержденными постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14 мая 2020 года № 286, при подготовке организации к работе в ОЗП предусмотрено проведение технического обслуживания и ремонта внутренних и внешних инженерных коммуникаций, в том числе систем электроснабжения объекта (пункты 10, 18, 19). С целью защиты от коротких замыканий, перегрузок, режимов работы, связанных с протеканием дифференциального тока, в системах электроснабжения широко применяются автоматические выключатели и устройства защитного отключения.

Вопросы проверки автоматических выключателей и устройств защитного отключения регламентируются ТКП 181-2009 (02230) «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденным постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 20 мая 2009 года № 16. Между тем в настоящее время согласно пункту 1 статьи 21 Закона Республики Беларусь от 5 января 2004 года № 262-З «О техническом нормировании и стандартизации» требования ТКП 181 являются добровольными для применения. При этом отметим, что подпунктом 3.9 пункта 3 Декрета Президента Республики Беларусь от 23 ноября 2017 года № 7 установлено, что технические кодексы установившейся практики будут являться обязательными для соблюдения субъектами хозяйствования, если сами субъекты хозяйствования в добровольном порядке заявили об обязательности их соблюдения. Аналогичная норма предусмотрена и пунктом 5 статьи 21 вышеуказанного Закона.

Требования к проверке действия максимальных, минимальных и независимых расцепителей автоматических выключателей установлены пунктом Б.27.4 приложения Б «Нормы и объем испытаний электрооборудования» ТКП 181 и предполагают, что работа расцепителей должна соответствовать данным заводских испытаний и требованиям обеспечения защитных характеристик. При этом нужно отметить, что данным пунктом не определены категории контроля, при которых должны выполняться такие испытания в процессе эксплуатации, и, соответственно, не может быть определена и периодичность испытаний.

Выборочный анализ данных, изложенных в паспортах автоматических выключателей, показал что необходимость и периодичность проверки действия расцепителей автоматических выключателей в процессе эксплуатации также не определены.

Требования к техническому обслуживанию автоматических выключателей и устройств защитного отключения, установленные приложением В «Объем и нормы технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электроустановок 0,4–330 кВ» ТКП 181, некорректно применять в отношении аппаратов, установленных в силовых и осветительных сетях, вторичных цепях переменного и постоянного тока напряжением до 1000 В и не относящихся к устройствам релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации.

В процессе эксплуатации электроустановок не могут применяться также нормы, установленные подпунктами 4.4.26.4

и 4.4.26.7 ТКП 339-2011 (02230) «Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний», утвержденного постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 23 августа 2011 года № 44, так как данный кодекс распространяется на электроустановки, вновь вводимые в эксплуатацию и вводимые в эксплуатацию после реконструкции.

По результатам обсуждения технический совет Госэнергонадзора, учитывая необходимость корректировки требований нормативных правовых актов, принял решение о том, что представление организациями протоколов про-

верки действия расцепителей автоматических выключателей и устройств защитного отключения не является обязательным условием для регистрации паспортов готовности в текущий отопительный период. Соответственно, отсутствие указанных протоколов не будет считаться основанием для отказа в регистрации паспорта готовности к отопительному сезону 2020/2021 года.

При этом считаем необходимым обратить внимание потребителей электроэнергии на общие требования к организации эксплуатации электроустановок. Так, согласно положениям подраздела 4.6 ТКП 181 для обеспечения надежного функционирования электрооборудования у потребителя должна функционировать система технического обслуживания и ремонта. Объем технического обслуживания и ремонтов должен определяться необходимостью поддержания работоспособности электроустановок.

## К СВЕДЕНИЮ

### В России создан веб-атлас волновой и ветровой энергии девяти морей

Ученые географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова опубликовали в открытом доступе веб-атлас доступной волновой и ветровой энергии морей России. Создание этого ресурса имеет важное значение для развития ветровой и волновой гибридной генерации.

В атласе представлены данные о пространственном распределении энергии волн и ветра в Черном, Каспийском, Азовском, Балтийском, Баренцевом, Карском, Японском, Охотском и Беринговом морях. Пользователи могут оце-

нить величину средней энергии и максимальную высоту волн, а также основные параметры ветрового волнения в разных морях России.

Все данные загружены в специальную ГИС-оболочку, позволяющую через интернет визуализировать необходимые параметры, изменяя масштаб карты при помощи мыши.

В настоящее время ученые продолжают дополнять базы данных и развивать картографический веб-интерфейс.



Интерфейс веб-атласа

[carto.geogr.msu.ru/wavenergy](http://carto.geogr.msu.ru/wavenergy)

# АНАЛИЗ РАБОТЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

*На эффективность работы теплофикационного комплекса существенное влияние оказывает температура обратной сетевой воды (ОСВ). Причины, определяющие степень этого влияния, многообразны. В их числе техническое состояние и работоспособность систем автоматического регулирования температуры (САР) в системах теплоснабжения потребителей тепловой энергии. В статье представлен анализ работы САР в течение отопительного периода 2019/2020 года в Гомельской области, а также рассмотрены типичные нарушения их эксплуатации.*



**Н.Н. КИСЕЛЕВ,**  
начальник энергогазинспекции  
филиала ГУ «Госэнергогазнадзор»  
по Гомельской области

Знакопеременные температуры прошедшего отопительного периода обусловили практически круглосуточную работу САР в системах теплоснабжения потребителей, что позволило выявить определенные типичные недостатки в их настройке и обслуживании теплотехническим персоналом потребителей.

**Справочно:**  
Под надзором филиала ГУ «Госэнергогазнадзор» по Гомельской области находится 5293 потребителя, в системах теплоснабжения, горячего водоснабжения и вентиляции которых внедрены САР.

В рамках реализации мероприятий технического (технологического, поверочного) характера (МТХ) инспекторы филиала ГУ «Госэнергогазнадзор» по Гомельской области в течение отопительного периода 2019/2020 провели проверку 3800 САР, установленных на теплоисточниках РУП «Гомельэнерго», что составляет около 72 % от их общего количества (таблица 1).

Результаты МТХ, приведенные в таблице, показывают, что основное внимание инспекторы уделяли проверке работоспособности САР многоквартирного жилого фонда. Так, количество

проверок потребителей данной категории в ОЗП 2019/2020 увеличилось на 223,3 %, при этом число обследований других категорий потребителей в целом осталось на прежнем уровне.

Вследствие активизации проверок САР многоквартирного жилого фонда практически прямопропорционально увеличилось количество выявленных нарушений в работе САР – с 81 в ОЗП 2018/2019 до 115 в ОЗП 2019/2020, или на 140,2 %. По остальным группам потребителей (за исключением группы «Прочие») наблюдается устойчивое снижение числа отказов САР. Среди основных причин этой тенденции – практика заключения учреждениями договоров со специализированными организациями на техническое обслуживание САР в отопительный период, а также ежедневный контроль за параметрами теплоносителя системы теплоснабжения, осуществляемый ответственными за тепловое хозяйство.

Динамика роста нарушений разного характера, выявленных при проверке работы САР, по сравнению с отопительным периодом 2018/2019 приведена в таблице 2.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в отопительном периоде 2019/2020 наблюдается устойчивый рост числа типичных нарушений работы оборудования САР. Это обусловлено следующими факторами:

- отсутствие подменного фонда для оперативной замены узлов или комплекта оборудования САР;
- отсутствие квалифицированного персонала по обслуживанию и настройке САР или договора со специализированной организацией;
- нарушение сроков осмотра оборудования систем теплоснабжения;
- некорректная настройка блока управления;
- отсутствие режимной карты настройки регуляторов.

Учитывая, что основные работы по оснащению систем теплоснабжения потребителей системами автоматического регулирования проводились в 2000-е годы, часть оборудования САР имеет достаточно глубокий физический и моральный износ и требует полной замены. При относительно высоком уровне автоматизации систем теплоснабжения желательно предусмотреть наличие подменного фонда для оперативной замены оборудования САР,

**Таблица 1. Результаты проверки работоспособности САР в ОЗП 2019/2020 в сравнении с данными предыдущего отопительного сезона**

| Группа потребителей*                                        | Количество объектов, оснащенных САР | Проверено объектов в ОЗП 2018/2019 | % от общего количества объектов | Проверено объектов в ОЗП 2019/2020 | % от общего количества объектов | Количество выявленных нарушений, ОЗП 2018/2019 / ОЗП 2019/2020 | % проведенных проверок по отношению к ОЗП 2018/2019 |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Многоквартирные жилые дома, в том числе подключенные от ЦТП | 1972                                | 882                                | 44,7                            | 1969                               | 99,8                            | 81/115                                                         | 142                                                 |
| Учреждения образования и детские дошкольные учреждения      | 1022                                | 426                                | 41,7                            | 448                                | 43,8                            | 17/10                                                          | 59                                                  |
| Учреждения здравоохранения (больницы, поликлиники)          | 197                                 | 82                                 | 41,6                            | 76                                 | 38,6                            | 5/1                                                            | 20                                                  |
| Прочие                                                      | 2107                                | 981                                | 46,6                            | 1307                               | 62,0                            | 39/64                                                          | 164                                                 |
| Итого:                                                      | 5293                                | 2371                               | 45,0                            | 3800                               | 71,79                           | 190/142                                                        | 134                                                 |

\* С учетом незначительного роста числа потребителей в 2020 году по сравнению с 2019-м для приведенного расчета использовалась информация, касающаяся зарегистрированных потребителей по состоянию на 1 января 2020 года.

**Таблица 2. Сравнительная динамика роста нарушений, выявленных при проверке работы САР**

| Характер нарушений работы САР                              | Количество нарушений, выявленных в ОЗП 2018/2019 | % от общего количества нарушений | Количество нарушений, выявленных в ОЗП 2019/2020 | % от общего количества нарушений | % нарушений в сравнении с ОЗП 2018/2019 |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|
| Залипание регулирующего клапана                            | 54                                               | 38,0                             | 73                                               | 38,4                             | 135,0                                   |
| Поломка механической части САР                             | 35                                               | 24,6                             | 48                                               | 25,3                             | 137,0                                   |
| Отключение САР от электрической сети                       | 27                                               | 19,0                             | 37                                               | 19,5                             | 137,0                                   |
| Неисправность насоса подмеса смеси, циркуляционного насоса | 15                                               | 10,6                             | 19                                               | 10,0                             | 127,0                                   |
| Отказ в работе системы управления                          | 11                                               | 7,8                              | 13                                               | 6,8                              | 118,2                                   |
| Итого:                                                     | 142                                              | 100                              | 190                                              | 100                              | 133,8                                   |

вышедшего из строя. В связи с тем, что в Гомельской области около 37 % САР выработали свой нормативный ресурс, специалисты филиала инициировали создание подменных фондов в организациях ЖКХ. Эта инициатива была поддержана городскими и районными исполкомами и нашла отражение в решениях исполнительных органов.

Следует отметить, что случаи превышения температуры ОСВ во многом обусловлены недостаточной квалификацией работников, отвечающих за эксплуатацию и обслуживание систем теплоснабжения потребителей. Персонал не всегда способен четко ориентироваться в причинах нарушения работы САР, приводящих к превышению температуры ОСВ, и, как правило, узнает об отклонении температурных режимов в системе теплоснабжения от нормы по результатам осмотров, проводимых инспекторами Госэнергогазнадзора, или по итогам анализа потребления, который осуществляется энергосбытовыми организациями при выполнении расчетов за тепловую энергию.

Для того чтобы обеспечить соблюдение температурного графика отпуска тепловой энергии, потребитель должен уделить особое внимание наличию грамотного теплотехнического персонала либо заключить договор со специализированной организацией на обслуживание или ремонт САР. Отдельно хочется подчеркнуть, что корректность работы систем учета и регулирования тепловой энергии во многом зависит от ежедневного контроля состояния оборудования САР.

Для целенаправленного выявления случаев нарушения работы САР действия специалистов филиала были скоординированы с работой энергосбытового подразделения РУП «Гомельэнерго» в части получения актуальной информации о случаях превышения температуры ОСВ более чем на 3 градуса, а также результатов анализа потребления тепловой энергии по архивным данным приборов учета.

Задача инспекторов Госэнергогазнадзора – не только обнаружение неработоспособных САР, но и контроль

за своевременностью устранения выявленных нарушений. Об эффективности такого подхода свидетельствует тот факт, что по состоянию на 30 апреля 2020 года все ранее некорректно работающие или неработающие САР вновь введены в строй, о чем имеются соответствующие подтверждения потребителей.

Результаты проведенной работы отражены в информационном письме филиала Госэнергогазнадзора по Гомельской области № 3 «Об итогах прохождения отопительного периода 2019/2020 и задачах по подготовке к отопительному периоду 2020/2021». Рекомендованы меры, которые необходимо предпринимать для снижения аварийности работы САР. Учитывая значимость этого вопроса, инспекторами Госэнергогазнадзора будет уделено самое пристальное внимание контролю работоспособности САР в ходе проверок готовности потребителей тепловой энергии к работе в предстоящий отопительный сезон.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ДЕТСКОГО ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА – ШАГ ЗА ШАГОМ

*Ни одно сообщение о несчастном случае, связанном с поражением электрическим током, не может оставить людей равнодушными, но известия о травмировании или гибели детей воспринимаются с особой болью. Любознательность, подвижность, эмоциональность, недостаток жизненного опыта и элементарное незнание не позволяют детям оценить опасность электрического тока. Поэтому профилактической работе с этой категорией населения уделяется особое внимание. В статье рассмотрены проблемы, методы и эффективность деятельности филиала Госэнергогазнадзора по Могилевской области по данному направлению.*



**А.Н. ЛЕОНЧИК,**  
заместитель начальника  
Могилевского МРО филиала  
ГУ «Госэнергогазнадзор»  
по Могилевской области

Долгое время работа по профилактике электротравматизма в школах сводилась к чтению лекций, проведению диктантов перед каникулами и оформлению уголков по электробезопасности с использованием тематических плакатов и памяток. Но практика показала, что при таком подходе возникает ряд проблем, как организационных, так и связанных с особенностями той возрастной категории, на которую направлена работа.

Так, во многих школах профилактические мероприятия часто проводились после уроков. Для участия в них приглашались не только энергетики, но и представители других субъектов профилактики (МЧС, МВД, ОСВОД). Такая совместная лекция, как правило, длилась не более часа и проходила в актовом зале, где одновременно присутствовало большое количество уставших после уроков школьников, что не способствовало эффективному усвоению разнопланового лекционного материала. В свою очередь, при проведении диктантов по электробезопасности многие школьники просто стремились написать их без ошибок, не задумываясь о содержании.

Несомненно, такие методы профилактической работы в определенных условиях необходимы и ими не стоит пренебрегать, но жизнь не стоит на месте, и то, что ребенку было интересно три года назад, нынешнее поколение воспринимает без особого любопытства.

Современных детей уже не привлекает изучение плакатов с картинками и сложных для понимания текстов памяток с правилами электробезопасности – им нужно подавать информацию быстро, интересно и в доступной для восприятия форме.

## Новые подходы к профилактике детского электротравматизма

В целях повышения эффективности профилактической работы специалисты филиала ищут новые направления и формы, изучают положительный опыт в этой области других подразделений Госэнергогазнадзора. В результате проведенной работы была выбрана стратегия гибкого поэтапного внедрения новых методов профилактической работы. При разработке каждого последующего этапа учитывалась положительная практика реализации предыдущего, а в обучающие программы внедрялись более прогрессивные методы.

Новые идеи нашли свое применение при осуществлении совместного проекта Могилевского облисполкома и филиала Госэнергогазнадзора по созданию в каждом райцентре области **общеобразовательных мини-центров**. Проведение на постоянной основе профилактической работы на базе этих мини-центров стало первым масштабным направлением, реализованным филиалом. Предстояло заменить пассивную форму передачи

знаний в виде лекций на более прогрессивный метод обучения – интерактивный. Для этих целей была специально разработана Концепция проведения профилактической работы, определена целевая аудитория – учащиеся 4 и 5 классов, для каждого из 18 мини-центров изготовлены комплекты стационарных стендов (включая два теоретических – с наглядными пособиями и один практический – для отработки специальных навыков). Только в 2019 году работниками районных энергогазинспекций филиала в соответствии с разработанными и утвержденными графиками работы в мини-центрах было организовано 388 занятий, на которых присутствовало более 7,9 тыс. учащихся (рис. 1).

Занятия проводятся по заранее составленному плану, который предусматривает не только постоянный диалог и взаимодействие между лектором и детьми, но и игровые элементы, тестирование и практическое обучение на специальном стенде. Все это помогает вовлечь детей в процесс обучения и сделать занятия более интересными.

В связи с тем, что мини-центры не были созданы в Бобруйске, Могилеве и Могилевском районе, получило развитие еще одно направление профилактики – **мобильные классы**. В его рамках пред-

полагается проведение в учреждениях образования и детских оздоровительных лагерях регулярных выездных мероприятий с использованием комплекта переносных информационных стендов с тематическими плакатами, а также ноутбука и телевизора для показа видеороликов. В 2019 году было проведено 155 таких занятий более чем для 2,4 тыс. учащихся.

Третьим направлением стала работа **класса по энергобезопасности** в ГУО «Средняя школа № 26 г. Могилева». Подобный класс ранее был организован энергогазнадзором г. Гомеля. Концепция и план проведения уроков с использованием шести стендов – пяти теоретических и одного для практических занятий – были согласованы с Главным управлением по образованию облисполкома и УО «Могилевский областной государственный институт развития образования». В 2019 году в классе по энергобезопасности прошло 68 занятий, на которых присутствовало более 1,2 тыс. учащихся.

### Интерактивные формы профилактической работы

Новые направления профилактики детского электротравматизма требуют постоянного поиска современных форм и методов работы с детьми. Чтобы разнообразить процесс обучения, специалисты энергогазнадзора подали идею о разработке **обучающих компьютерных игр** по профилактике электро- и теплотравматизма. По их инициативе были разработаны компьютерные игры «Безопасный путь в школу» и «На Футбол!», позволяющие детям лучше усвоить информацию о правилах безопасности на улице, в школе и дома. В 2019 году при помощи новой разработки прошли обучение более 10,2 тыс. учащихся. В настоящее время разрабатывается еще одна игра – «На отдыхе», которую можно будет установить на мобильный телефон.

В рамках масштабного областного межведомственного мероприятия «Единый день безопасности», которое прошло 27 февраля в Ледовом дворце на базе ГУ «Хоккейный клуб «Могилев», филиал организовал свою **интерактивную обучающую площадку** по предупреждению несчастных случаев электро- и теплотравматизма среди детей и подростков. Посетителям пло-

щадки было предложено ознакомиться с тематическими плакатами на стендах, просмотреть видеоролики профилактической направленности, а затем проверить свои знания с использованием компьютерных игр «Безопасный путь в школу» и «На Футбол!». А на специальном практическом стенде каждый желающий смог освоить правила пользования электрическими приборами. Ребята учились безопасно включать и отключать электроприборы, визуально определять наиболее часто встречающиеся неисправности и выбирать для использования только исправные приборы, то есть на практике отработывали навыки, которые пригодятся в повседневной жизни. Школьники с интересом отнеслись к мероприятию, живо общались с работниками филиала. Каждый из участников в дополнение к знаниям получал в подарок специальные информационные календарики, закладки, магнитики и буклеты (рис. 2).

### Перспективы расширения профилактической работы

Несмотря на масштабность профилактических мероприятий, вопрос гарантированного включения в процесс обучения всех школьников области и республики остается нерешенным. Ведь даже с учетом развиваемых в Могилевской области разнообразных направлений профилактики электротравматизма в мероприятиях участвует лишь небольшой процент школьников. Одним из вариантов решения проблемы охвата детской аудитории могло бы стать изучение вопросов, связанных с электротравматизмом, в рамках учебного предмета «Основы безопасности жизнедеятельности» (ОБЖ).

Специалисты филиала совместно с УО «Могилевский областной государственный институт развития образования» проанализировали различные учебные пособия по ОБЖ, изучение которых предусмотрено во 2–5 классах в соответствии с Типовым учебным планом общего среднего образования на 2019/2020 учебный год. В результате анализа установлено следующее:



Рис. 1. Занятия со школьниками в общеобразовательном мини-центре г. Кличева



Рис. 2. Единый день безопасности в г. Могилеве

– в электронном (мультимедийном) средстве обучения для 2–4 классов основные правила пользования электроприборами рассматриваются только во 2 классе в разделе «Электроприборы», при этом не объясняется, чем опасен электрический ток для жизни и здоровья людей; в 3 и 4 классах темы по электробезопасности вообще отсутствуют;

– в рабочих тетрадях для 2–4 классов и в учебниках для 4 и 5 классов электрические приборы рассматриваются в основном в разделах пожарной безопасности как один из источников возникновения пожара.

Кроме того, во всех вышеуказанных учебных пособиях не рассматриваются вопросы опасности поражения электрическим током и правила безопасного поведения на улице.

Поэтому в республике необходимо усилить профилактическую работу за счет совершенствования существующих и развития новых направлений. Важно также объединить усилия энергетиков и педагогов учреждений образования не только в проведении совместной разъяснительной работы, но и в срочной разработке и внесению в учебные программы по ОБЖ раздела «Электробезопасность». Все это поможет в достижении желаемой цели – исключения случаев электротравматизма среди детей.

# УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СЕТЯМИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Обоснована актуальность применения математической информационной модели, основанной на динамических данных устройств полевого уровня (коммутационного оборудования, распределенных блоков генерации и накопителей электроэнергии, устройств компенсации реактивной мощности, устройств РПН силовых трансформаторов), для создания автоматизированной системы управления распределительными сетями 0,4–10 кВ и расчета режимов их работы.

## Annotation

*Applying a mathematical information model based on dynamic data received from field equipment when using modern switching equipment, distributed generation units and electric energy storage devices, reactive power flexible compensation devices and the restarting of on-load tap-changer power transformers to create a 10 / 0.4 kV distribution network automation system with performance of settlement tasks.*

Статья поступила в редакцию 13 июля 2020 года

## Актуальные аспекты развития интеллектуальных электросетей

Снижение затрат на процессы выработки, передачи, хранения и потребления электроэнергии является одной из главных задач повышения эффективности функционирования современного электросетевого распределительного комплекса. Ключевым решением этой задачи в настоящее время является реализация концепций «интеллектуальной» активно-адаптивной сети (Smart Grid) [1], «интеллектуальных» измерений (Smart Metering) [2] и интернета вещей (Internet of Things) [3]. Их элементы постоянно развиваются и находят все более широкое применение в силовом оборудовании, терминалах релейной защиты и автоматики, устройствах связи и коммуникации отечественных и мировых производителей.

Анализ реализованных и планируемых к реализации в Республике Беларусь проектов автоматизации распределительных сетей (РС) номинальным напряжением 10 кВ показывает, что техническое и информационное перевооружение РС направлено главным образом на повышение надежности их отдельных компонентов. В решении более масштабных оптимизационных задач современные средства управления электросетями участвуют косвенно, весь их потенциал до сих пор не задействован. Между тем комплексная реализация управляющих возможностей применяемого оборудования позволит повысить эффект от его использования как для отдельных потребителей, так и для электросетевой инфраструктуры в целом.

Отдельно стоит упомянуть о связи автоматизации сетей и аварийности. Возникновение аварий в РС зависит от различных факторов: к повреждению линий электропередачи приводят погодные условия, износ оборудования, человеческий фактор. Внедрение передовых цифровых технологий не гарантирует полного предотвращения ава-



**Е.В. КАЛЕНТИОНОК**,  
к.т.н., доцент кафедры  
«Электрические системы» БНТУ



**С.И. БОГУСЛАВСКИЙ**,  
главный инженер проектов ОНИЛ  
«Инновационная энергетика»  
филиала «НИПИ» БНТУ



**С.М. РОМАНОВИЧ**,  
инженер-программист ОНИЛ  
«Инновационная энергетика»  
филиала «НИПИ» БНТУ

рийных ситуаций, однако позволяет своевременно усилить превентивные меры по снижению аварийности и повысить оперативность устранения нарушений в электроснабжении и их последствий.

Поэтому одной из актуальных задач развития РС является создание системы оперативно-технологического управления, которая учитывала бы специфику функционирования РС и основывалась на математической модели управления текущим режимом работы электрической сети. Такая модель позволяет получать оперативную информацию об актуальной схеме РС и ее текущих режимных параметрах для выдачи необходимых управляющих воздействий.

Среди основных устройств, позволяющих управлять работой РС, можно выделить:

- современную коммутационную аппаратуру (в том числе автоматизированные реклоузеры);
- устройства регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) силовых трансформаторов;
- устройства компенсации реактивной мощности;
- накопители электроэнергии;
- источники распределенной генерации.

Полноценное использование потенциала этих устройств требует наличия математической модели установившегося режима работы сети, а также развития информационно-измерительного комплекса.

## Перспективные схемы сбора и управления информацией РС

Сегодня ключевым направлением развития информационно-измерительных систем РС становится интеграция всех измерений с системами оперативно-технологического управления.

Информационную основу РС номинальным напряжением 10 кВ образуют:

- доступные значения режимных параметров сети, получаемые с использованием интеллектуальных счетчиков электроэнергии, работающих в составе автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого и технического учета электроэнергии (АСКУЭ, АСТУЭ);

- дискретные сигналы о состоянии контактов коммутационной аппаратуры,

получаемые от цифровых устройств релейной защиты и автоматики.

Существующая концепция Smart Grid дает следующее описание РС будущего [1]: «Электрическая распределительная сеть следующего поколения предназначена для устранения текущих недостатков в работе сетей за счет внедрения технических средств управления и мониторинга, то есть должна быть построена на базе коммуникационных технологий. Кроме того, такая сеть должна быть способна к самовосстановлению в случае повреждения».

В соответствии с базовыми положениями данной концепции в электроэнергетике формируется тенденция к симбиозу различного технологического оборудования и информационной надстройки, позволяющей осуществлять как мониторинг, так и управление процессами производства, передачи и потребления электроэнергии.

Однако на сегодняшний день внедрение элементов концепции Smart Grid в Республике Беларусь происходит в основном за счет технического перевооружения РС. Задачи, связанные с повышением надежности электроснабжения потребителей, являются приоритетными для сетевых компаний и решаются путем установки современных автоматизированных реклоузеров и замены старых выключателей нагрузки на выключатели нагрузки с вакуумной камерой гашения дуги или вакуумные выключатели (ВВ) с дистанционным управлением. Такой путь модернизации распределительных устройств получил название «ретрофит».

В частности, при реализации проекта «Строительство объекта «Автоматизация Солигорского РЭС филиала «Служба электрические сети» РУП «Минскэнерго» (1-я очередь строительства) проектными решениями предусмотрена замена старых выключателей нагрузки на ВВ с дистанционным управлением.

Развитие РС номинальным напряжением 10 кВ в рамках концепции Smart Grid невозможно без совершенствования систем информационного обеспечения, которые играют важную роль во всех аспектах управления, начиная от мониторинга режимных параметров и заканчивая формированием и реализацией управляющих воздействий на устройства управления для оптимизации режимов работы различных собственников сетей. Вся доступная информация о режимных параметрах и топологии должна концентрироваться в едином центре для пра-

вильной оценки текущей работы сетей и выдачи корректных указаний по изменению схемы и режима работы участков сети. Роль единых центров принятия решений сегодня выполняют диспетчерские пункты управления РС.

## Опыт автоматизации объектов РС

Функциональная схема системы автоматизации объектов РС 0,4–10 кВ Солигорского РЭС включает в себя совокупность нескольких подсистем:

- диспетчеризации;
- сбора технологической информации;
- IT-мониторинга;
- интеграции;
- хранения и обработки данных (см. схему).

В общем случае в качестве источников информации о режиме работы РС служат имеющиеся в достаточном количестве датчики тока и напряжения, подключаемые к измерительным трансформаторам, устройства поврежденного направления (УПН) в ТП и на ВЛ, а также интеллектуальные счетчики электроэнергии, работающие в составе АСКУЭ, АСТУЭ и интегрированных систем SMART-WAMS. Для контроля надежности и живучести текущего состояния схемы РС предусмотрено использование устройств релейной защиты и автоматизированных реклоузеров, позволяющих фиксировать положения коммутационных контактов. При этом процесс сбора и передачи измерительной информации неразрывно связан с диспетчерско-технологическим управлением.

Оптимальный объем средств телемеханизации для оперативно-диспетчерского контроля и управления распределительной подстанцией с УПН, работающей без постоянного оперативного персонала, включает встроенные средства отображения применяемых контроллеров телеметрии с возможностью просмотра и анализа данных / аварийных сообщений персоналом оперативно-выездной бригады.

Для повышения надежности обмена информацией полевого уровня с диспетчерским пунктом (при использовании технологий сотовой связи UMTS, HSPA и более новых) рекомендовано применять оборудование с возможностью организации подключения к сетям передачи данных двух операторов сотовой связи с динамическим переключением между ними.

**Функциональная схема  
системы автоматизации  
объектов РС 0,4–10 кВ  
Солигорского РЭС**



В комплексе системы автоматизации предусмотрено создание необходимых баз и наборов данных, которые учитывают специфику функционирования РС и позволяют принимать своевременные и грамотные решения по выдаче управляющих воздействий на устройства управления.

### Основные требования к системе автоматизации РС

В соответствии с ТКП 609-2017 (33240) [4], регламентирующим вопросы автоматизации распределительных электрических сетей, создание системы управления РС номинальным напряжением 10 кВ должно основываться на знании всех возможных электрических схем сетей и вариантов подключения к ним потребителей, а функционирование этой системы – на получении информации об актуальном состоянии схемы и режиме работы электросетей. Актуальность этого требования подтвердил опыт разработки проектной документации автоматизации Солигорского РЭС.

Основные функции системы автоматизации РС также определены в [4]. В частности, документом предусмотрено, что система управления РС номинальным напряжением 10 кВ должна поддерживать следующие функции:

- функцию мониторинга состояния энергообъектов, включая сбор и формирование базы данных по основным электрическим параметрам работы РС, отображение состояния коммутацион-

ного оборудования, определяющего конфигурацию главной электрической схемы предприятия;

- функцию графического отображения электрической схемы, включая отображение основных элементов главной электрической схемы предприятия по уровню напряжения 10 кВ, индикацию состояния коммутационного оборудования (включено/отключено) и основных электрических параметров в соответствии с однолинейными схемами РЭС;

- функцию моделирования режимов работы электрической сети, включая построение модели РС номинальным напряжением 10 кВ, расчет установившихся режимов сети, загрузки ее элементов, а также нормативных и фактических потерь в сети.

В целях унификации и удешевления проекта автоматизации РС номинальным напряжением 10 кВ, как правило, должны быть задействованы существующие протоколы и стандарты связи:

- для сбора информации с полевых устройств нижнего уровня – Modbus RTU, SNMP, протоколы синхронизации времени;

- для получения информации с полевых устройств верхнего уровня и центральных контроллеров – МЭК 60870-5-101, МЭК 60870-5-104, «Сириус», МКТ-3, «Лисна-Ч» («Лисна-В», «Лисна-М»).

Функцию приведения информации к виду, пригодному для обработки вышестоящими иерархическими системами, должны выполнять цифровые измерители, модули вводов/выводов и контроллеры автоматизации, учиты-

вающие принципы оцифровки аналоговых величин, которые определены в руководствах по их эксплуатации. Конкретный тип этих устройств необходимо предусматривать еще на стадии архитектурного проекта.

На трансформаторных подстанциях проектными решениями должен быть предусмотрен обязательный объем средств телесигнализации (ТС), телеизмерений (ТИ), телеуправления (ТУ), позволяющий обеспечивать функционирование информационной базы управления РС 0,4–10 кВ районов электросетей по работе с потребителями разных категорий (групп), а также своевременно принимать компетентные решения по локализации возникающих аварийных ситуаций. Причем ТУ должно обеспечивать дистанционное управление вводом, отходящей линией, линией к трансформатору, секционным выключателем и автоматическим включением резерва (АВР).

### Выводы

1. Современные тенденции в области технического развития РС связаны с внедрением устройств управления, которые наделяют сети напряжением 10 кВ активно-адаптивными свойствами и открывают новые возможности регулирования их работы при различных режимах работы высоковольтных электрических аппаратов. Источниками информации о текущей схеме сети в условиях цифровизации становятся микропроцессорные терминалы релейной защиты и автома-

тики, контролеры автоматизации, автоматизированные реклоузеры.

2. За счет активного внедрения измерительных систем и расширения возможностей управления распределительные сети номинальным напряжением 10 кВ уподобляются сетям напряжением 110 кВ и выше, что обеспечивает надежное и эффективное управление электросетями, отвечающее требованиям к современным интеллектуальным энергетическим системам и активно-адаптивным сетям.

3. Интенсивность реализации управляющих воздействий на устройства в сети должна зависеть от регулировочных возможностей активного оборудования и степени его влияния на режим работы сети. Среди основных устройств, доступных для управления, можно выделить следующие (перечислены в по-

рядке увеличения их влияния на режим и снижения технико-эксплуатационных показателей):

- генерирующие установки и накопители электроэнергии;
- устройства гибкой компенсации реактивной мощности;
- дистанционно-управляемые вакуумные выключатели;
- интеллектуальные разъединители и автоматизированные реклоузеры;
- устройства РПН трансформаторов и различное вольтодобавочное оборудование.

4. Для согласованного управления активными элементами сетей 10 кВ необходимо наличие математической модели установившегося режима работы, учитывающей особенности функционирования сетей и современные тенденции их развития.

#### Список литературы

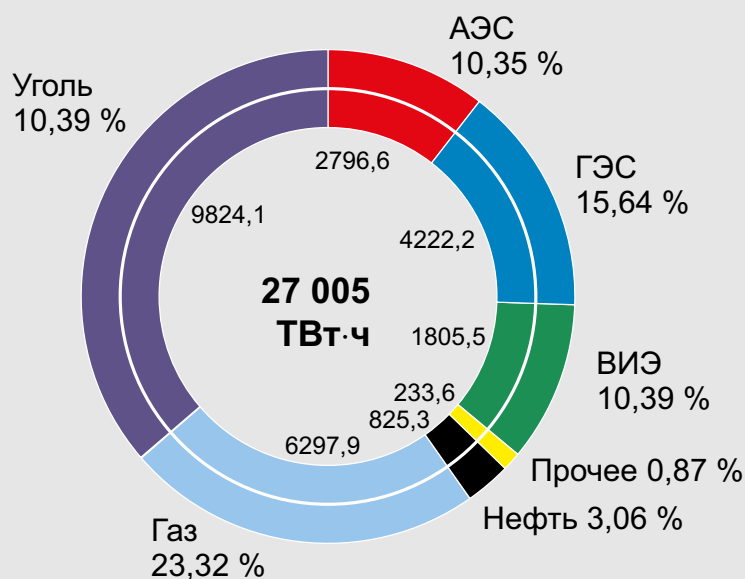
1. Кобец, Б.Б. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid / Б.Б. Кобец, И.О. Волкова. – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 208 с.
2. Нестеров, И.М. Smart Metering в концепции Smart Grid [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/36424179-Smart-metering-v-koncepcii-smart-grid-direktor-departamenta-razrabotki-i-vnedreniya-po-ooo-ic-eak-im-nesterov.html>.
3. Пинчук, А. Концепция «Интернет вещей»: две актуальные задачи реализации / А. Пинчук, С. Мальцев, Н. Соколов, В. Фрейнкман // Первая миля. – 2016. – № 8. – С. 56–65.
4. Автоматизация распределительных электрических сетей напряжением 0,4–10 кВ: ТКП 609-2017 (33240). – Введ. 01.09.2017. – Минск: Министерство энергетики Республики Беларусь, 2017. – 194 с.

## ВИЭ впервые обошли атомную энергетику по выработке электроэнергии

Британский нефтегазовый концерн BP опубликовал свой ежегодный статистический сборник «Statistical Review of World Energy». По данным BP, в мировой электроэнергетике в 2019 году произошло знаменательное событие: возобновляемые источники энергии (не считая ГЭС) впервые опередили атомную энергетику по выработке электричества. Солнечный и ветровой секторы совместно произвели 2153,7 ТВт·ч электроэнергии, а атомная энергетика – 2796 ТВт·ч. Разница составила 642,3 ТВт·ч.

В 2019 году были введены рекордные мощности солнечных и ветровых электростанций. Рост выработки гелио- и ветроустановок за год достиг примерно 300 ТВт·ч. В то же время атомная энергетика показала отрицательный рост: из эксплуатации было выведено больше мощностей, чем введено.

## МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА



Производство электроэнергии в мире в 2019 году, %, ТВт·ч

Можно прогнозировать, что солнце и ветер, вместе взятые, обойдут атом по количеству выработанной электроэнергии через два-три года.

Что касается угольных электростанций, их выработка за прошлый год снизилась в абсолютном выражении: в 2018 году она составила 10 091,3 ТВт·ч, в 2019-м – 9824,1 ТВт·ч. Доля угольной генерации упала до 36,4 % – это самый низкий показатель с начала публикации данных в 1985 году.

# НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРООТОПЛЕНИЯ В ЕС И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА В БЕЛАРУСИ

*Обновление нормативно-правовой базы Европейского союза в сфере электроотопления свидетельствует о том, что решение вопросов энергосбережения и энергоэффективности остается в числе важных направлений энергетической политики ЕС. В условиях, когда согласно Комплексному плану развития электроэнергетической сферы до 2025 года с учетом ввода Белорусской атомной электростанции в республике началось строительство домов с электрическим отоплением, опыт стран Евросоюза в этой области может быть полезен для Беларуси.*

**Н.П. САЛИВОНЧИК,**  
заместитель директора  
ОДО «Оникс»

## Нормативно-техническое регулирование в сфере электроотопления в ЕС

Основные европейские нормативно-технические требования к развитию электроотопления содержатся в двух документах – Директиве Европейского парламента и Совета Европейского союза 2009/125/ЕС от 21 октября 2009 года и Регламенте 1188/2015/ЕС от 28 апреля 2015 года. Рассмотрим их основные положения.

**Директива 2009/125/ЕС** определяет правовые рамки в сфере экологического проектирования энергопотребляющей продукции. Основная цель документа – обеспечение свободного передвижения данной продукции на внутреннем рынке и/или ввода ее в эксплуатацию. При этом предусматривается, что продукция, подпадающая под действие Директивы, может быть размещена на рынке и/или введена в эксплуатацию, только если она соответствует мерам по исполнению Директивы и имеет соответствующую маркировку (ст. 5 Директивы).

Следует отметить, что экодизайн (экологическое проектирование) энергопотребляющих изделий является важнейшим элементом стратегии Европейского союза по реализации комплексной промышленной политики. Это профилактический подход, подразумевающий оптимизацию экологических характеристик изделий при сохранении их функциональных качеств и открывающий новые возможности для производителей, потребителей и общества в целом.

Директива содержит метод определения частных требований к экодизайну. Метод предусматривает проведение технического, экологического и экономического анализа при выборе представительных моделей энергопотребляющего изделия на рынке, а также определение вариантов технических способов улучшения экологических характеристик изделия (без ухудшения его эксплуатационных ха-

рактеристик и снижения полезности для потребителей). При этом делается акцент на экономическую жизнеспособность этих вариантов.

В рамках реализации Директивы с 1 января 2018 года вступил в силу **Регламент 1188/2015/ЕС**. Документ определяет требования к экологическому проектированию энергосвязанной продукции, которая пользуется широким спросом, оказывает значительное воздействие на окружающую среду и имеет хороший потенциал для снижения этого воздействия без чрезмерных затрат. Действие Регламента распространяется в том числе на бытовые локальные источники тепла с номинальной тепловой мощностью 50 кВт или менее. При этом в документе отмечено, что местные источники отопления должны соответствовать экологическим требованиям в части сезонной энергоэффективности. Это новое понятие для Беларуси. Согласно Регламенту сезонная эффективность использования энергии для отопления определяется как отношение тепловой нагрузки, покрываемой локальным источником энергии, к годовому потреблению энергии, необходимой для покрытия этой нагрузки, и измеряется в процентах. Требования к энергоэффективности электропотребляющей продукции являются важнейшей составляющей Регламента.

Согласно приложению II Регламента сезонная энергоэффективность нагрева электрических переносных локальных источников отопления должна составлять не менее 36 %, а закрепленных (фиксированных) электрических источников централизованного теплоснабжения с номинальной тепловой мощностью более 250 Вт – не менее 38 %.

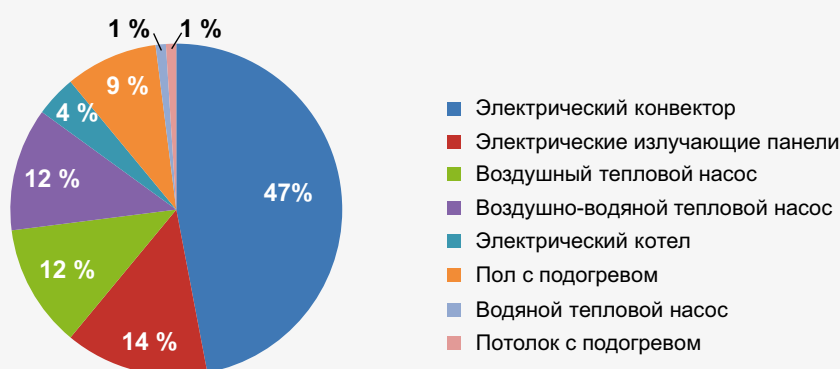
Таким образом, реализация требований Директивы и Регламента должна способствовать выводу с рынка низкоэффективных отопительных приборов, а также стимулировать производство устройств с более высокой эффективностью.

## Опыт Франции. Тепловые правила

Одним из мировых лидеров в области электроотопления и формирования нормативно-технической базы развития электроотопления является Франция. В стране предъявляются самые жесткие требования к электрообогревателям, при этом предусмотрена их обязательная сертификация, в ходе которой проводятся не только исследования на электробезопасность, но и испытания в биклиматической камере на соответствие IEC 60675:1998 «Методы измерений рабочих характеристик». Следует отметить, что согласно тепловым правилам (RT 2012), принятым во Франции в 2012 году, были исключены из применения электроконвекторы первого поколения – так называемые гриль-тостеры. Эти

тепловых насосов типа «воздух-воздух» на основе анализа работы 25 тыс. этих устройств (22 тыс. в индивидуальных домах и 3 тыс. в квартирах) с января 2013 года по январь 2020 года. При этом объекты изучения были расположены в разных климатических зонах – 65 % на юге Франции, 35 % – на севере. Итоги исследования показали, что при использовании тепловых насосов экономия электроэнергии составила 25 % по сравнению с использованием гриль-тостеров.

Вместе с тем ученые признали, что воздушно-воздушные системы гораздо более уязвимы к климатическим изменениям. Тепло извлекается из воздуха при прямом воздействии факторов внешней среды. Производительность тепловых насосов типа «воздух-воздух» и «воздух-вода» ухудшается при падении температуры, становится посред-



Использование различных видов электрического отопления во Франции

электроприборы, разработанные еще в 1970 году и состоящие из металлического кожуха и трубчатых электронагревателей (ТЭНов), имели ряд существенных недостатков:

- эффект «холодных ног». Гриль-тостеры нагревали воздух так быстро, что тепло распределялась неравномерно: разница температур в нижней и верхней частях помещения могла составлять до 2 °C;

- сжигание кислорода при окислении открытой нагревательной спирали, пересушенность воздуха. Это могло вызывать у человека сухость во рту, головную боль и другие неприятные симптомы;

- появление запаха гари при скоплении пыли на нагревательном элементе.

Отказавшись от использования гриль-тостеров, правительство Франции провозгласило курс на развитие альтернативной и возобновляемой энергетики до 2035 года. Однако в начале 2020 года было решено пересмотреть взгляды на электроотопление и разрешить использование электроконвекторов и электрорадиаторов нового поколения.

Этот подход вызвал бурные дискуссии среди специалистов. Так, на пятой конференции ассоциации производителей тепловых насосов Франции, которая состоялась в марте текущего года, было заявлено о категорическом несогласии с данным курсом. В докладе главы французского подразделения Mitsubishi Electric Europe B.V. были представлены результаты исследования эффективности использования

ственной при температуре 0 °C, а при –7 °C устройство перестает работать. Наружные теплообменники также имеют тенденцию к промерзанию уже при 0 °C, поэтому для обеспечения их функционирования при низких температурах необходимо внедрение системы размораживания, что снижает общую эффективность системы отопления, то есть тепловые насосы не подходят для использования в течение всего отопительного периода.

На представленной диаграмме видно, что доля электроконвекторов в секторе электроотопления Франции составляет 47 %, значительно превышая распространенность тепловых насосов и электродкотлов. Доля последних составляет всего 4 %. В первую очередь это обусловлено тем, что стоимость котлов с радиаторами, учитывая разработку проекта и монтаж, в 4–5 раз выше по сравнению с другими видами оборудования, а их установка требует значительно больше времени. Кроме того, для продления срока службы ТЭНов необходимо решать вопросы водоподготовки, что также требует дополнительных затрат.

## Управление теплом

В этом году во Франции были введены новые тепловые правила – RT 2020. Если прежде считалось, что на эффективность отопления в первую очередь влияет качество уте-

пления зданий и снижение потребления электроэнергии для отопления и бытовых нужд (за счет строительства энергоэффективных домов), то RT 2020 предусматривает снижение потерь тепловой энергии также за счет интеллектуального потребления – «управления теплом», для чего в том числе предполагается использовать электрические конвекторы и радиаторы нового поколения.

Следует отметить, что при использовании электрокотлов решить вопрос управления теплом в каждом помещении сложно. Точность срабатывания термостатической головки радиатора составляет 1 °C. Если на шкале головки установить температурный режим на уровне 18 °C, то устройство может сработать в диапазоне 17–19 °C, что не только нарушит комфортную температуру в комнате, но и увеличит время работы радиатора. А с учетом перетока тепла в другие помещения квартиры или офиса радиатору придется работать еще дольше. Кроме того, установлено, что повышение температуры в комнате на 1 °C ведет к увеличению стоимости обогрева на 7 %. Это снижает целесообразность использования электрических котлов в системе отопления. Между тем применение современных электроконвекторов решает эту проблему и ряд других.

Электрические конвекторы нового поколения появились в Европе в 2009 году. От обогревательных приборов предыдущей модификации они отличаются как конструктивными особенностями, так и способом передачи тепла:

- имеют развитую поверхность передачи тепла и обеспечивают более однородный нагрев;
- способны передавать тепло не только посредством конвекции, но и за счет излучения;
- имеют специальный ТЭН-накопитель, который при отключении от сети отдает тепло еще в течение 2 часов.

По качеству отдаваемого тепла новейшие электроконвекторы не уступают радиаторам водяного отопления. Кроме того, при наличии интеллектуальной составляющей они позволяют снизить стоимость и сроки строительства и обеспечить экономию электроэнергии до 45 % при поддержании максимального температурного комфорта для человека.

Директивой и Регламентом, в частности, предусматривается установка на электроконвекторах программируемых регуляторов температуры с точностью измерения 0,1 °C, обладающих функциями недельного программирования температурных режимов, например:

- «Комфорт» – температура в помещении поддерживается на уровне, заданном пользователем;
- «Ночной режим» – комнатная температура автоматически снижается на 3,5 °C относительно заданной в режиме «Комфорт»;
- «Открытая форточка» – радиатор автоматически отключается при резком падении температуры на 2,5 °C;
- «Детектор движения» – нагревательный элемент отключается при отсутствии движения в помещении более 2 часов;
- «Антизамерзание» – в помещении устанавливается температура 7 °C, и радиатор включается только в том случае, если она опускается ниже этого порога;
- «Ожидание» – нагревательный элемент отключен и находится в режиме ожидания.

Такой подход дает возможность, к примеру, в многоквартирных домах гражданам самостоятельно управлять тем-

пературным режимом в принадлежащих им помещениях (в зависимости от состава семьи, образа жизни, ритма деятельности, предпочтений и т.п.). Кроме того, у потребителя появляется возможность регулировать отопление на расстоянии. Для этого не нужно использовать дорогостоящие контроллеры управления отопительными системами, достаточно лишь скачать бесплатное приложение и установить в квартире роутер.

Применение электроконвекторов с программируемыми регуляторами в офисных помещениях позволяет автоматически устанавливать желаемую температуру и время работы отопительного прибора. Это не только обеспечивает комфортные условия труда для сотрудников, но и гарантирует отключение отопления, когда в нем нет необходимости, например, на ночь или в выходные дни.

### Актуальность совершенствования отечественной нормативно-правовой базы в сфере электроотопления

На сегодняшний день в Беларуси еще не сформирована необходимая нормативно-правовая база для полноценного развития электроотопления. Если Директива и Регламент ЕС ставят целью создание комфортных условий для человека при минимальном электропотреблении, то в белорусской концепции электроотопления этот приоритет не закреплён.

В законодательном поле республики отсутствуют и требования к сезонной энергоэффективности, которые могли бы поставить производителей в равные условия, а также к точности измерения рабочих характеристик электрообогревателей, обязательности сертификации электрических конвекторов и в принципе любых локальных источников тепла.

С 1 июля 2018 года в Беларуси введен в действие ГОСТ IEC 60675 «Обогреватели бытовые электрические комнатные. Методы измерений рабочих характеристик». Стандарт определяет основные рабочие характеристики комнатных обогревателей прямого действия и методы измерения этих характеристик. Однако этот документ носит рекомендательный характер.

Считаем, что требования к электрическим конвекторам и радиаторам должны устанавливаться техническим кодексом установившейся практики и быть обязательными для применения, а само электрооборудование этой категории до установления соответствующих требований в рамках ТР ЕАЭС 048/2019 необходимо внести в перечень объектов обязательного подтверждения соответствия Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь, утвержденный Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 октября 2016 года № 849.

Нормативно-правовые и нормативно-технические пробелы в сфере развития электроотопления в Беларуси могут привести к массовому поступлению на отечественный рынок технологий и оборудования, которые по своим характеристикам не отвечают современным требованиям экологичности и энергоэффективности и от которых в Европе уже отказались. А это значит, что в перспективе мы получим те же проблемы с электроотоплением, которые в ЕС уже решены.

# ТРЕНАЖЕРНАЯ ПОДГОТОВКА ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯХ ЕГО ГЛУБОКОЙ ИНТЕГРАЦИИ В ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ

*Современная энергосистема представляется сложным человеко-машинным комплексом, важным влияющим показателем надежности которого остаются профессиональные качества управленческого, диспетчерского и оперативного персонала, тесно связанного с процессом непосредственного управления работой энергосистемы. В статье отражен передовой опыт в области повышения профессиональных навыков диспетчеров, показано влияние качества подготовки персонала на уровень аварийности, рассмотрены основные направления и структура тренажерной подготовки, предложены подходы к организации современных программ подготовки персонала в Республике Беларусь.*

## Часть 1.

Одним из ключевых качественных показателей работы энергосистемы (ЭС), характеризующих надежность электроснабжения потребителей, является аварийность. Очевидно, что разработка технических средств, методик и подходов, направленных на снижение аварийности, входит в число важнейших направлений развития ЭС.

Аварии в ЭС в зависимости от причин, которые их вызывают, подразделяются на:

1) аварии, вызванные случайными явлениями, такими как обледенение проводов ВЛ, грозовая и ветровая активность, природные катастрофы и прочие спонтанно возникающие условия, при которых происходит резкий скачок качественно-количественных параметров состояния окружающей среды до экстремальных значений;

2) аварии, спровоцированные отказами оборудования, аппаратуры или программно-аппаратных комплексов различного уровня и назначения (первичное и вторичное, силовое и измерительное, электрическое и механическое оборудование и т.д.);

3) аварии, обусловленные ошибочными действиями оперативного персонала, которые не являются прямым следствием злого умысла или халатности. Причинами таких действий могут стать недостаток квалификации, усталость, невнимательность, различные психологические факторы (например, несоответствие психотипа сотрудника требованиям к работе диспетчера и т.д.);

4) аварии, возникающие вследствие недобросовестного исполнения обязанностей, халатности, злого умысла или некомпетентных действий посторонних лиц;

5) аварии, вызванные комплексом причин 1–4.

Для предотвращения аварий, возникающих из-за причины 1, создаются различные информационные системы, внедряются методики и средства превентивного воздействия (например, применение плавки гололеда, грозозащитных тросов или усиленных проводов в соответствующих неблагоприятных условиях и т.д.).

Для снижения аварийности, вызванной отказами оборудования (причина 2)

**С.В. СТУЛЬСКИЙ,**  
ведущий инженер  
ООО «АВИТИСТ-ТЕХНОПЛУС»

**Д.В. ДВОРКИН,**  
к.т.н., ведущий специалист отдела  
развития энергетических систем  
АО «Научно-технический центр  
Единой энергетической системы  
Развитие энергосистем»

**В.П. БУДОВСКИЙ,**  
д.т.н., директор Центра оценки  
квалификаций АО «Научно-  
технический центр Единой  
энергетической системы  
Противоаварийное управление»

**В.В. САРАНЦЕВ,**  
к.т.н., директор ГУО «Центр  
повышения квалификации  
руководящих работников и  
специалистов энергетики»

**А.И. САВИЦКИЙ,**  
начальник отдела тренажерной  
подготовки персонала  
диспетчерской службы  
ГПО «Белэнерго»

в силу его брака, возраста, износа и т.п., разработан комплекс процедур взаимного резервирования оборудования. Так, при неуспешном отключении выключателя для устранения короткого замыкания предусмотрено устройство резервирования отключения выключателя (УРОВ), гарантирующее его вывод из работы в случае повреждения. Аналогично в современных ЭС обеспечивается резервирование линий электропередачи, трансформаторов и различных источников питания. Количество случайных отказов также может быть снижено за счет правильной эксплуатации оборудования, его совершенствования и систематической диагностики.

Качественно воздействовать на снижение аварийности, вызванной причинами 4 и 5, нельзя, поскольку сложно ограничить число влияющих факторов, то есть даже теоретически невозможно застраховаться от случайных неблагоприятных событий. При этом большинство крупных аварий связано с целым комплексом причин, а менее значительные, как правило, обусловлены человеческим фактором.

Аварии по вине персонала (причина 3) не являются редкостью в энергосистеме. В качестве мер по предотвращению такого рода нарушений можно выделить:

- внедрение строго структурированной системы регулярной подготовки персонала, включающей теоретические и практические курсы повышения квалификации;

- внедрение рейтинговой системы, в которой четко дифференцируются корректные и некорректные действия оперативного персонала и последовательно применяются штрафные и поощрительные санкции.

На основе опыта АО «Системный оператор Единой энергетической системы» (Россия) был сформирован стандарт [1], в котором изложены общие подходы к подготовке персонала и подробно описаны этапы обучения. Согласно документу, обучение – это «процесс целенаправленного формирования уровня квалификации персонала, необходимого для выполнения определенных видов работ». Стандарт также нормирует понятия поддержания и повышения квалификации персонала. В рамках данной статьи этапы обучения, поддер-

жания и повышения квалификации объединены общим термином «подготовка персонала».

### Современные подходы к подготовке персонала

Целенаправленное обучение диспетчеров и иного оперативного персонала не является уникальным трендом XXI века, такая практика существовала уже в начале прошлого столетия [2]. В 20–30-е годы проводились так называемые аварийные игры [3]. И хотя инструментальная база таких форм подготовки на сегодняшний день устарела, их методическая основа по-прежнему является актуальной. Ее суть заключается в стремлении максимально правдоподобно смоделировать в реальном времени условия, в которых персонал находится в процессе работы.

Сегодня создать условия, близкие к реальным, позволяет применение технологий виртуальной и дополненной реальности, а также различных программно-вычислительных комплексов.

Технология виртуальной реальности (VR) [4] уже на данном этапе своего развития обеспечивает эффект глубокого погружения и дает возможность отрабатывать действия оперативного персонала на высокоточных виртуальных моделях станций и подстанций. Технология дополненной реальности (DR) [5] позволяет в процессе обучения сочетать реальную среду и дополнительные элементы, обеспечивая высокий уровень подготовки персонала.

Ключевым недостатком указанных технологий на сегодняшнем этапе является их неотработанность на практике. При использовании различных комплексов DR и VR спектры задач для отработки зачастую существенно разнятся. Кроме того, для диспетчера в реальности основными инструментами управления работой ЭС являются средства телефонной связи, компьютерные мониторы, мышь и клавиатура. В этих условиях шлемы VR и DR оказываются избыточными. В то же время они могут быть весьма эффективны при обучении оперативного персонала станций и подстанций.

В наибольшей степени для отработки умений и навыков диспетчерского персонала подходят программно-вычислительные комплексы (ПВК), которые способны моделировать процессы в ЭС и отображать результаты имитации в форме, идентичной реальной. В российской электроэнергетике накоплен значительный опыт использования подобных ПВК [6]. Среди них самыми востребованными являются следующие:

- **программный комплекс (ПК) «Веб-Эксперт»**. Предназначен для теоретической (в том числе дистанционной) подготовки, а также проверки знаний специалистов. В данном ПК может быть реализована электронная библиотека, а удобный интерфейс позволяет быстро и легко формировать базу тестовых заданий. На основе этого программного продукта для нужд АО «СО ЕЭС» была разработана система «Эксперт-Диспетчер», которая учитывает ИТ-инфраструктуру системного оператора, а также применяемые методики и технологии обучения. В данной системе, помимо технологии классического тестирования, реализован простейший тренажер переключений, который развивается и уже используется в АО «Научно-технический центр Противоаварийное управление» для независимой оценки квалификаций. Имеется также подсистема программирования задач, на базе которой можно строить простейшие тренировки по ликвидации отдельных нарушений нормального режима работы, позволяющие проверять умения диспетчера;

- **тренажер оперативных переключений (ТОП) «TWR-12»**. Предназначен для проведения тренировок на тепловых или электрических мнемосхемах. Позволяет производить переключения на условных панелях или их фотокопиях. За счет взаимодействия с ОИК СК-2007



и режимным тренажером диспетчера (РТД) «Финист» дает возможность использовать их развитые, максимально приближенные к реальным системы отображения информации и моделирования режима по результатам переключений;

– **ТОП «Модус»**. Многоуровневый ПВК, который поддерживает основные функции, присущие подобного рода тренажерам, а кроме того, содержит полноценную модель релейной защиты и автоматики и способен выполнять статический расчет электрического режима;

– **РТД «Финист»**. Позволяет моделировать статические и динамические процессы в ЭС, а также рассчитывать ее режим в зависимости от действий диспетчера.

### Обоснование необходимости развития системы подготовки персонала

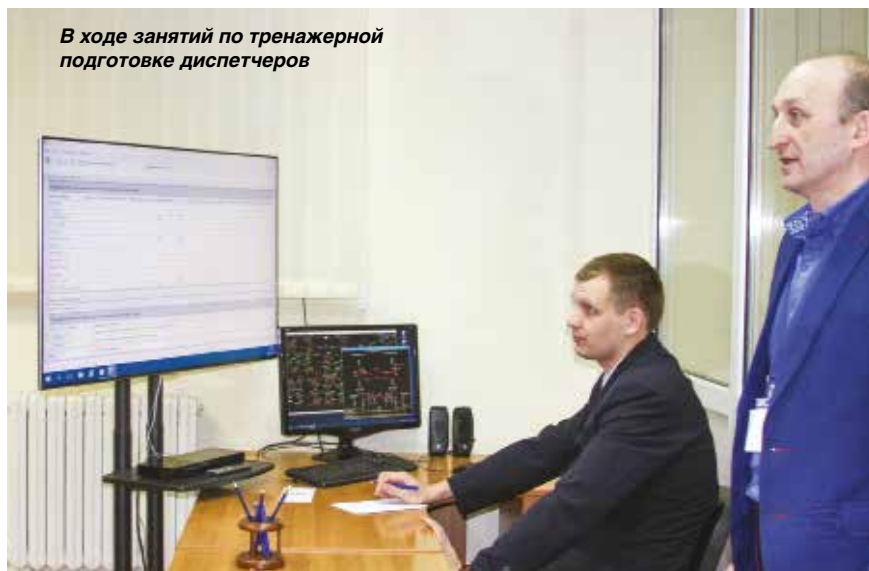
Одной из основных проблем подготовки персонала является невозможность установления прямой и четкой причинно-следственной связи между ошибками, совершаемыми оперативным персоналом объектов электроэнергетики или диспетчерским персоналом пунктов управления [7], и потенциальным экономическим ущербом, который могут повлечь эти ошибки. Хотя в целом очевидно, что ущерб снижается с ростом вероятности принятия правильного решения в процессе управления [8–10].

В настоящее время в России доля аварий, связанных с некорректными действиями персонала, находится на уровне:

- 16 % – при работе с электросетевым оборудованием;
- 9 % – при работе с генерирующим и тепломеханическим оборудованием;
- 7 % – при работе с устройствами РЗА [11].

При этом доля аварий из-за невыявленных причин может достигать 21 % [12]. Даже если предположить, что не более 2–3 ‰ из них вызваны человеческим фактором, напрашивается вывод, что итоговое число аварий, связанных с ошибками персонала, составляет не менее 10 % от общего количества.

Дополнительным стимулом к внедрению и совершенствованию системы подготовки персонала является то, что ошибочные действия персонала приводят к травмам и человеческим жертвам [13, 14]. Очевидно, что регулярное дополнительное обучение пер-



сонала позволяет снизить аварии по его вине, а значит, минимизировать число травм и жертв. Сохранение жизни и здоровья людей – аргумент, не требующий дополнительного технико-экономического обоснования.

Таким образом, необходимость внедрения систем подготовки персонала диспетчерских пунктов не должна обосновываться сугубо рыночными соображениями в условиях, когда ошибочные действия персонала влекут за собой коммерческие потери, высока доля аварий, вызванных человеческим фактором, и они приводят к травмам и несчастным случаям.

В этой ситуации разумным представляется формирование соответствующей нормативно-правовой базы на республиканском уровне или на уровне отдельного государственного либо отраслевого субъекта (системного оператора). Следует отметить, что в Беларуси, России и других странах СНГ уже введены нормативные акты, предписывающие организацию тренажерной подготовки диспетчерского персонала на предприятиях электроэнергетики [1, 15–17]. В частности, российский системный оператор более 15 лет использует хорошо зарекомендовавшую себя систему тренажерной подготовки персонала.

### Ключевые направления и структура тренажерной подготовки персонала

Наиболее комплексно тренажерная подготовка персонала может быть описана тремя направлениями.

*Теоретическое направление* включает получение и проверку знаний норма-

тивно-технической документации (НТД), общих знаний по теории электрических цепей, а также решение теоретических режимных задач и теоретические режимные тренировки. Реализация этого направления требует внедрения ПК «Веб-Эксперт».

Основой *практического направления* являются тренировки по оперативным переключениям на базе ТОП «Модус» или ТОП «TWR-12» и противоаварийные режимные тренировки на базе РТД «Финист». Наиболее перспективной представляется разработка практического направления программы подготовки на основе анализа реальных аварий и ошибок персонала, а не только на основе абстрактных сценариев.

Третье направление – *введение рейтинговой системы*, которая способствует:

- развитию здоровой конкуренции между участниками;

- выявлению наиболее сильных и слабых профессиональных навыков каждого участника для последующей индивидуальной коррекции программы подготовки;

- формированию стимулирующей системы оплаты труда на основе успехов и достижений участников программы подготовки;

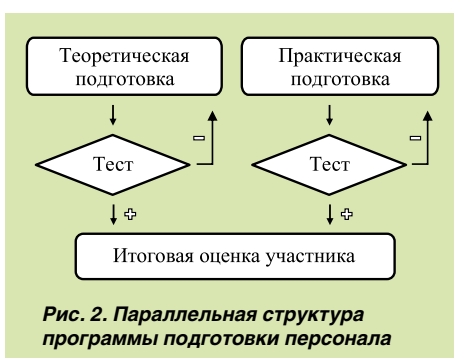
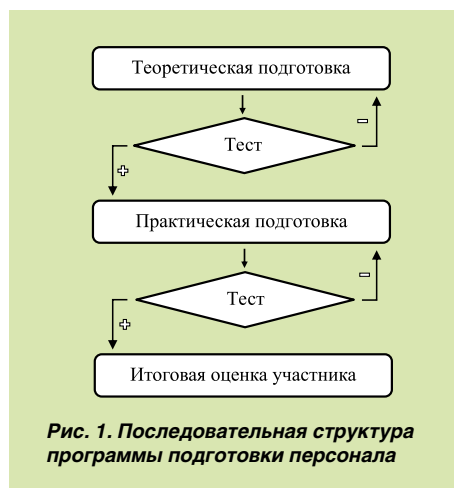
- исключению или максимальному ограничению незапланированной передачи информации о сценариях тренировок и содержании тестовых заданий между участниками программы подготовки с целью фиктивно повысить результаты, когда процедура тестирования и проверки знаний растянута во времени более чем на один день.

Следует подчеркнуть, что разработка адекватной рейтинговой системы – это

отдельная многофакторная и крайне трудная задача, которая в данной статье не рассматривается. Однако без развития этого направления эффективность теоретической и практической подготовки неизбежно снижается.

В зависимости от распределения во времени теоретического и практического направлений система подготовки персонала может иметь два варианта структуры – последовательную и параллельную.

При *последовательной структуре* вводится очередность программ подготовки по какому-либо принципу, например, сначала теоретическая подготовка, а затем практическая (рис. 1). При *параллельной структуре* (рис. 2) такая очередность отсутствует.



Последовательная структура предполагает, что неудовлетворительные результаты тестирования после прохождения теоретического этапа являются основанием для недопуска к последующим практическим занятиям с необходимостью вторичного прохождения теоретической подготовки и повторного тестирования, что отражается на оценке участника (ES). Важно отметить, что эта особенность последовательной системы подготовки является наиболее спорной с точки зрения практического внедрения.

Независимо от выбора структуры системы подготовки количество неудачных попыток тестирования отражается на итоговой оценке участника программы:

$$ES = \sum_{i=1}^n k_i - \sum_{j=1}^m k_j, \quad (1)$$

где  $k_i = [\text{ед}]$  –  $i$ -я успешная попытка тестирования любого вида;  $k_j = [\text{ед}]$  –  $j$ -я неуспешная попытка тестирования любого вида;  $n$  – число успешных попыток тестирования;  $m$  – число неуспешных попыток тестирования.

На основании полученного значения ES можно сделать косвенный вывод об усвоении материала:

$$ES = \begin{cases} > 0, & m < n, \\ 0, & m = n, \\ < 0, & m > n. \end{cases} \quad (2.1)$$

$$(2.2)$$

$$(2.3)$$

Результат (2.1) свидетельствует об удовлетворительном уровне освоения материала. Результат (2.2) может говорить о том, что участник программы был вынужден пройти вторичное тестирование и ему требуется дополнительное обучение. Результат (2.3) указывает на неудовлетворительный уровень подготовки, а также может означать, что вторичное и последующие тестирования были пройдены участником либо с нарушениями, либо за счет большого числа попыток при ограниченном числе возможных вариантов (случайный результат).

Важно подчеркнуть, что успешное прохождение каждого этапа зависит от разных влияющих факторов, из чего следует неравнозначность этапов тестирования и их оценок. Так, высший балл за теоретическую подготовку (наиболее простой этап обучения) не эквивалентен высшему баллу за итоговую диспетчерскую тренировку (наиболее трудный этап). Это справедливо и для соотношения негативных оценок за различные этапы, а также положительных и негативных оценок. К примеру, если в рамках теоретического этапа по результатам тестирования получена максимальная оценка, а в ходе практической подготовки – минимальная (решения (2.1) или (2.2)), то заключение об общей положительной оценке некорректно.

Для правильной интерпретации результатов следует вводить весовые поправочные коэффициенты  $c_i$  и  $c_j$ , которые должны учитывать индивидуальную сложность каждого этапа подготовки и соответствующего ему тестирования. В таком случае выражение (1) принимает вид:

$$ES = \sum_{i=1}^n k_i \cdot c_i - \sum_{j=1}^m k_j \cdot c_j. \quad (3)$$

Сравнивая последовательную и параллельную системы подготовки персонала, можно выделить их положительные и отрицательные стороны.

Достоинством последовательной системы подготовки является четко соблюдаемая этапность, что позволяет точнее определять причины недостаточного усвоения материала, а в наиболее благоприятном случае – сразу выявлять области знаний и навыков, над закреплением которых следует работать наиболее интенсивно. Вместе с тем имеется риск незапланированной утечки информации о сценариях тренировок и содержании тестовых заданий. Это связано с тем, что участники неизбежно контактируют друг с другом как в рамках программы подготовки, так и при исполнении своих обязанностей, а кроме того проходят отдельные этапы подготовки с разной скоростью и в разное время. Безусловно, это может негативно сказаться на общем качестве обучения.

На основании более чем пятнадцатилетнего опыта в АО «СО ЕЭС» сложилась практика применения параллельной системы подготовки персонала, которая позволяет участнику одновременно подкреплять полученный теоретический материал практикой и наоборот, то есть способствует закреплению необходимых знаний и навыков в условиях их постоянной синергии. Недостатком параллельной системы является необходимость дополнительного резервирования персонала при формировании диспетчерских смен и оперативных бригад. Если участник после нескольких попыток прохождения теоретического этапа проявляет признаки профессиональной некомпетентности, в результате чего не может полностью пройти программу подготовки и получить итоговую оценку, он должен быть отстранен от выполнения своих обязанностей и заменен другим сотрудником. В условиях ограниченного количества штатного персонала организация такого резервирования становится нетривиальной задачей.

#### Список литературы

1. Профессиональная подготовка, поддержание и повышение квалификации: СТО 59012820.03.100.30-002-2009 [Электронный ресурс]. – Введ. 06.11.2009. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200102858>.

2. Бондаренко, А.Ф. Подготовка диспетчерского персонала в историческом аспекте / А.Ф. Бондаренко, В.П. Будовский // Электрические станции. – 2015. – № 1. – С. 38–44.
3. Егоров, Б.П. Аварийные игры диспетчеров / Б.П. Егоров // Электрические станции. – 1932. – № 8. – С. 413–414.
4. Насыров, Р.Р., Сулейманов, И.Р., Чуркин, А.И. Тренажер оперативного и эксплуатационного персонала на основе моделей виртуальной реальности трансформаторной подстанции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38263439>.
5. Тренд: виртуальная реальность в энергетике // Цифровая подстанция Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://digitalsubstation.com/blog/2017/10/28/trend-vr-nbsp-v-nbsp-energetike>.
6. Аракелян, Э.К. Проблемы разработки и использования всережимных компьютерных тренажеров в теплоэнергетике / Э.К. Аракелян, В.А. Рубашкин // Новое в российской электроэнергетике. – 2019. – № 6. – С. 6–11.
7. Магид, С.И. Тренажерная подготовка персонала энергетики / С.И. Магид, Е.Н. Архипова. – М.: Энергобезопасность, 2017. – 158 с.: ил.
8. Загретдинов, И.Ш. Тренажерная it-подготовка персонала – основа экономической и безаварийной работы предприятий электроэнергетики России /

И.Ш. Загретдинов, С.И. Магид // Энергетика и промышленность России. – 2004. – № 10 (50). – С. 14–20.

9. Архипова, Е.Н. Технические средства обучения оперативного и обслуживающего персонала современной электроэнергетики / Е.Н. Архипова [и др.] // Надежность и безопасность энергетики. – 2012. – № 19. – С. 31–47.
10. Мищеряков, С.В. Тренажерная подготовка в электроэнергетике. Мифы и реальность / С.В. Мищеряков, В.А. Рубашкин // Энергетическая стратегия. – 2018. – № 1. – С. 25–28.
11. Лишуды, А.В. Участие в расследовании аварий, сбор информации об авариях и иных технологических нарушениях, анализ причин аварийности. Участие в контроле за техническим состоянием объектов электроэнергетики // Материалы конференции по ознакомлению субъектов электроэнергетики с технологической деятельности АО «СО ЕЭС». 23 октября 2018 года, г. Москва [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/events/2018/konf\\_5\\_231018\\_prez\\_05\\_inv.pdf](http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/events/2018/konf_5_231018_prez_05_inv.pdf).
12. Информация об аварийности в электросетях и генерации // Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/267>.
13. Дорофеев, Н.П., Титов, В.Л., Степанов, Б.М. Анализ причин несчастных

случаев на энергоустановках с 1 января 2001 по 1 мая 2005 года // РосТепло.ру. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=655](https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=655).

14. Доклад о правоприменительной практике контрольно-надзорной деятельности за 9 месяцев 2018 года, утвержденный ФСЭТАН от 24.12.2018 // ТехЭксперт. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/552041008>.
15. Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901756350>.
16. Методические рекомендации по тренажерной подготовке в электроэнергетике государств участников СНГ, утвержденные решением Электроэнергетического совета СНГ, прот. № 51, 04.11.2017 // Официальный сайт Исполнительного комитета ЭЭС СНГ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energo-cis.ru>.
17. Правила проведения противоаварийных тренировок персонала электрических станций и сетей государственного производственного объединения электроэнергетики (ГПО) «Белэнерго»: СТП 09110.03.234-08 // Энергодок. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energodoc.by/document/view?id=2208>.

**AVTIST**  
TECHNOPLUS

## ИНЖИНИРИНГ

- Проектирование и разработка технических решений
- Поставки оборудования и ПО
- Изготовление оборудования (щитов, пультов)
- Монтаж и пусконаладка систем
- Сервисное обслуживание

**СИСТЕМЫ**  
**ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**  
(АСУ, АСДУ (ОНК, НАСДУ))

**АСУ ТП, СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ,**  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕТЕЛЕЙ**

**СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ**  
**И УЧЕТА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ**

**ЕДИНЫЕ ПЛАТФОРМЫ АНАЛИЗА**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**ТРЕНАЖЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ**  
**ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ**  
**ПОДСТАНЦИЙ**

## КОНСАЛТИНГ

- Оценка возможностей
- Конструирование моделей управления и концепции систем
- Мониторинг и аудит проектов



Комплексные решения для модернизации оперативных диспетчерских центров



220009, г. Минск,  
пр-т Дзержинского, 35, оф. 64



+375 17 363 83 10



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

**АВТИСТ-ТЕХНОПЛУС**  
СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР ИНТЕГРАЦИИ

# УСТАНОВЛЕННЫ ЕДИННЫЕ ПОДХОДЫ К ПСИХОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАБОТНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

*Профессиональная деятельность работников организаций ГПО «Белэнерго» характеризуется высокой ответственностью и значительными психоэмоциональными нагрузками. Стабильность работы электроэнергетической отрасли зависит не только от уровня общей и специальной подготовки, состояния физического здоровья работников, но и от степени выраженности их психологических профессионально важных качеств. С целью повышения профессиональной надежности персонала были разработаны Методические рекомендации по организации психологического обеспечения и проведению психологического и психофизиологического обследования работников организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго». Документ утвержден приказом ГПО «Белэнерго» от 31 марта 2020 года № 146.*

Методические рекомендации устанавливают единые подходы, критерии оценки психологического состояния и психологического сопровождения профессиональной деятельности работников энергосистемы.

В основу Методических рекомендаций положены требования документов, регламентирующих вопросы подготовки кадров, в частности:

- Закона Республики Беларусь от 1 июля 2010 года № 153-З «Об оказании психологической помощи»;
- межгосударственного стандарта ГОСТ 3306-2014 «Организация работы с персоналом в электроэнергетики государств – участников СНГ»;
- стандарта ГПО «Белэнерго» СТП 09110.12.102-15 «Правила работы с персоналом при эксплуатации энергообъектов»;
- стандарта ГПО «Белэнерго» СТП 09110.12.101-11 «Требования к работе с персоналом»;
- постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2008 года № 175 «Об утверждении Инструкции о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда»;

– стандарта ГПО «Белэнерго» СТП 33240.20.501-19 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Беларусь. Второе издание»;

– Методических рекомендаций по организации и проведению психофизиологического обеспечения профессиональной деятельности персонала электроэнергетических предприятий, утвержденные Электроэнергетическим Советом СНГ 21 октября 2016 года;

– приказа Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29 июня 2018 года № 663 «О некоторых вопросах оказания психологической помощи в государственных организациях здравоохранения»;

– постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь и Министерства образования Республики Беларусь от 30 июля 2012 года № 115/89 «Об утверждении Инструкции о порядке и условиях применения методов и методик оказания психологической помощи».

Методические рекомендации включают 6 разделов, 11 глав, список терминов и определений, а также 11 приложений, в которых приводятся:

- примерный перечень оснащения аудитории для работы психолога;

– перечень категорий персонала и рекомендуемая периодичность психологического обследования;

– схемы профессиограммы и психогаммы;

– формы отказа на проведение психологического обследования, заключения о психологической профессиональной пригодности;

– формы журналов регистрации проведения психологических обследований, психологических консультаций, групповой работы;

– этические принципы и правила использования психологической информации;

– обоснование создания комнат психологической разгрузки и основные требования к таким комнатам;

– перечень оборудования для психофизиологической диагностики, сертифицированного Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

## Психологическое обеспечение

Целью психологического обеспечения профессиональной деятельности персонала является сохранение психического



**Рис. 1. Схема основных направлений работы по психологическому обеспечению персонала**

здоровья и работоспособности в процессе трудовой деятельности.

Цель деятельности психолога – психологическое сопровождение профессиональной деятельности работников электроэнергетических предприятий, предполагающее учет и реализацию резервов человеческого фактора в обеспечении эффективной и безаварийной профессиональной деятельности в течение заданного времени работы при сохранении жизни, здоровья и работоспособности как самого работника, так и лиц, с которыми он объединен совместной деятельностью.

Методические рекомендации устанавливают требования к лицам, выполняющим функции психологического обеспечения в организациях ГПО «Белэнерго», а также к условиям, в которых они осуществляют свою деятельность.

Задачами психологического обеспечения являются:

- обеспечение эффективности подбора и отбора кадров в зависимости от категории работника и требований к рабочему месту – внедрение технологий отбора на основании оценки профессиональных, деловых и личностных компетенций работников;

- предупреждение психологических проблем (психологическая профилактика) – внедрение комплекса мероприятий, направленных на своевременное предупреждение возможных нарушений в становлении и развитии личности работника и межличностных отношений, содействие работнику в сохранении

и укреплении состояния душевного равновесия;

- разрешение психологических проблем – комплекс консультационных и (или) коррекционно-развивающих мероприятий, направленных на содействие работнику в разрешении психологических проблем;

- преодоление последствий кризисных ситуаций – оказание психологической помощи и поддержки, проведение мероприятий, целью которых является сохранение психологического здоровья и профилактика последствий профессионального стресса, связанного с выполнением работником служебных и должностных обязанностей;

- информирование работников о причинах психологических проблем, связанных с факторами опасности на рабочем месте, и способах (средствах) их предупреждения и разрешения – формирование и развитие психологического здоровья и психологической культуры работников;

- развитие личности работника, ее самосовершенствование и самореализация.

Основные направления работы по психологическому обеспечению персонала организаций ГПО «Белэнерго» представлены на рисунке 1.

### Психологическое обследование

Регулярный системный анализ психологического состояния персонала включает:

- психологическую диагностику (обследование, тестирование), мониторинг;
- системный анализ и прогнозирование динамики психологического состояния персонала;

- систематическое информирование руководства организации о состоянии надежности персонала; разработку рекомендаций и необходимых мер по оптимизации уровня надежности, эффективности системы поддержания и воспроизводства кадров.

В настоящее время ведется научно-исследовательская работа по созданию компьютерного средства для диагностики и прогноза функциональной надежности персонала ГПО «Белэнерго» по психофизиологическим и социально-личностным составляющим профессионально важных качеств. Данный аппаратно-диагностический комплекс позволит психологам организаций ГПО «Белэнерго» проводить психологическое обследование персонала с присвоением группы профессиональной пригодности в одной из четырех формулировок:

- группа 1 («рекомендуется в первую очередь»);
- группа 2 («рекомендуется»);
- группа 3 («рекомендуется условно»);
- группа 4 («не рекомендуется»).

### Психологическое сопровождение

Целью психологического сопровождения является обеспечение высокого уровня продуктивности труда, профес-



Рис. 2. Схема основных мероприятий психологического сопровождения персонала

сиональной безопасности, надежности и эффективности профессиональной деятельности, сохранения здоровья и работоспособности персонала. Для этого определяются особенности личности (группы), которой оказывается психологическая помощь в поиске скрытых ресурсов развития, выявлении возможностей для профессионального роста, превенции (предупреждения) профессиональных деформаций.

Основные мероприятия психологического сопровождения персонала приведены на рисунке 2.

### Психофизиологическое обследование

Для выполнения функций по психофизиологическому обследованию персонала психолог взаимодействует с медицинской службой предприятия. В случае ее отсутствия и (или) при наличии автоматизированной системы предсменного осмотра принятие решений может осуществляться учреждениями здравоохранения или научно-практическими центрами на договорной основе.

Заключения о профессиональной психофизиологической пригодности, психофизиологическом статусе, функ-

циональном состоянии и работоспособности персонала выносятся только на основании данных, полученных с помощью сертифицированных Министерством здравоохранения Республики Беларусь автоматизированных средств психофизиологического обследования, позволяющих формировать персональную базу работника.

Психофизиологическое обследование включает оценку деятельности сердечно-сосудистой системы, вегетативной нервной системы, сенсомоторики инструментальными методами, а также нейропсихологическое тестирование и тестирование уровней развития познавательной деятельности.

При выявлении высоких рисков повреждения здоровья работник направляется в органы здравоохранения для дополнительного углубленного обследования согласно Постановлению Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29 июля 2019 года № 74 «О проведении обязательных, периодических и внеочередных медосмотров работающих». При ухудшении состояния здоровья работника рекомендуется внеочередной медицинский осмотр.

В отдельной главе Методических рекомендаций приводятся требования к базам данных психологического и психофизиологического обследования.

### Выводы

Методические рекомендации по организации психологического обеспечения и проведению психологического и психофизиологического обследования работников организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго», разработаны для определения порядка организации работы психологов организаций объединения.

Оценка профессионально значимых качеств и прогнозирование профессиональной психофизиологической пригодности работников энергосистемы необходима и должна использоваться для индивидуализации режима труда и отдыха, процесса обучения персонала, своевременной диагностики нарушений состояния здоровья конкретных лиц, проведения функциональной реабилитации и оценки эффективности оздоровительных мероприятий.

**ГУО «Центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов энергетики»**

# УСТАНОВЛЕННЫ НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

*Комментарии к Правилам по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации технологических трубопроводов*

*С 1 сентября вступают в действие Правила по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации технологических трубопроводов, утвержденные постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 23 апреля 2020 года № 21. Правила устанавливают требования, направленные на обеспечение промышленной безопасности, предупреждение аварий на опасных производственных объектах при эксплуатации и ремонте стальных технологических трубопроводов.*



**А.Е. САЗОНКО,**  
начальник управления надзора  
за безопасностью предприятий  
химической промышленности,  
переработки зерна и аммиачных  
установок Госпромнадзора

Законом Республики Беларусь от 5 января 2016 года № 354-З «О промышленной безопасности» и актами, принятыми в его развитие, были установлены новые требования к отношениям, связанным с обеспечением промышленной безопасности опасных производственных объектов и (или) потенциально опасных объектов, технических устройств при осуществлении деятельности в области промышленной безопасности. В связи с этим нормативный правовой акт, ранее регулировавший вопросы обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации технологических трубопроводов, утратил свою актуальность.

При подготовке нового технического правового акта Госпромнадзор совместно с субъектами промышленной безопасности концерна «Белнефтехим» и ОАО «Гродненский институт азотной промышленности» провел комплексную переработку Правил устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21 марта 2007 года № 20, с учетом практики применения их требований.

В новых Правилах содержатся требования, соблюдение которых обеспечит промышленную безопасность при эксплуатации и ремонте стальных технологических трубопроводов, предназначенных для транспортировки газообразных, парообразных и жидких сред в диапазоне от остаточного давления (вакуума) 0,001 МПа до условного давления 320 МПа и рабочих температур от –196 °С до 700 °С, экс-

плуатируемых на опасных производственных объектах и (или) потенциально опасных объектах.

В настоящее время в соответствии с Указом № 217 Президента Республики Беларусь в стране активно разрабатываются и вводятся в действие новые виды технических нормативных правовых актов – строительные нормы и правила (СН и СП). Эти документы создаются с целью формирования в республике прогрессивной системы технического нормирования и перехода к гибким и упрощенным нормам проектирования, позволяющим применять при строительстве современные технологии, решения, материалы. Новые документы утверждаются Министерством архитектуры и строительства после согласования с Межведомственным советом, создаваемым Советом Министров.

После введения в действие новых СН и СП технические нормативные правовые акты иных государственных органов в части, устанавливающей обязательные требования при проектировании и строительстве объектов, должны быть признаны утратившими силу. В связи с этим при ком-

плексной переработке Правил устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов из документа был исключен ряд норм, связанных с проектированием, изготовлением и монтажом технологических трубопроводов, которые войдут в СН и СП.

К примеру, требования к монтажу и испытаниям технологических трубопроводов изложены в действующем ТКП 45-3.05-167-2009 «Технологические трубопроводы. Правила монтажа и испытаний», который также будет переработан в СН и СП. Требования к размещению технологических трубопроводов на подвесах и опорах, а также к размещению эстакад, в том числе межцеховых, Госпромнадзором предложено учесть в проекте строительных норм «Производственные здания и сооружения».

Следует отметить, что в новых Правилах конкретизирована область их применения. Правила не распространяются на трубопроводы:

- магистральные (газопроводы, нефтепроводы, нефтепродуктопроводы) – требования к ним изложены в Законе Республики Беларусь от 9 января 2002 года № 87-З «О магистральном трубопроводном транспорте»;

- промышленные – требования к ним изложены в Правилах по обеспечению промышленной безопасности при добыче нефти, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 22 ноября 2013 года № 55;

- газопроводных систем и объектов газопотребления, на которых находится или может находиться природный газ, – требования к ним определены в Правилах промышленной безопасности в области газоснабжения Республики Беларусь, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 2 февраля 2009 года № 6;

- линий водоснабжения и канализации – требования к ним определены ТНПА в области архитектурной, градостроительной и строительной деятельности;

- атомных электростанций – требования к ним определены Законом Республики Беларусь от 30 июля 2008 года № 426-З «Об использовании атомной энергии»;

- тепловых электростанций, котельных установок, линий тепловых сетей – требования к ним определены Правилами по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением, утвержденными постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28 января 2016 года № 7;

- входящие в состав и являющиеся неотъемлемой частью оборудования (смазочных систем компрессоров, насосов, трубопроводов обогрева (спутники), импульсных линий), передвижных агрегатов – требования к ним изложены в инструкциях по эксплуатации заводов – изготовителей конкретного оборудования.

Важно подчеркнуть, что Правила не распространяются на магистральные трубопроводы (газопроводы, нефтепроводы, нефтепродуктопроводы), в том числе трубопроводы потенциально опасных объектов, перекачивающих и наливных насосных станций, резервуарных парков.

В Правилах устанавливаются требования к выполнению ремонтно-монтажных работ, подготовке труб под сварку и их клеймению, типовому технологическому процессу термообработки, контролю качества термообработки и сварных

соединений, оформлению исполнительной и отчетной технической документации, испытаниям.

При разработке Правил уточнены формулы расчета пробного давления при испытаниях на прочность гидравлическим или пневматическим способом. Требования к величине этого показателя устанавливаются проектом. При отсутствии в проекте таких требований величина пробного давления должна составлять не менее рассчитанной по формуле

$$P_{\text{пр}} = 1,25P_{\text{расч}} \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t}, \text{ но не менее } 0,2 \text{ МПа},$$

где  $P_{\text{пр}}$  – расчетное давление трубопровода, МПа;  $[\sigma]_{20}$  – допускаемое напряжение для материала трубопровода при 20 °С;  $[\sigma]_t$  – допускаемое напряжение для материала трубопровода при  $t$  – максимальной положительной расчетной температуре.

Величина пробного давления при периодическом испытании на прочность и при испытании на прочность после работ, предусмотренных настоящими Правилами, должна составлять не менее рассчитанной по формуле

$$P_{\text{пр}} = 1,25P_{\text{раб}} \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t}, \text{ но не менее } 0,2 \text{ МПа},$$

где  $P_{\text{раб}}$  – рабочее давление трубопровода, МПа;  $[\sigma]_{20}$  – допускаемое напряжение для материала трубопровода при 20 °С;  $[\sigma]_t$  – допускаемое напряжение для материала трубопровода при  $t$  – максимальной положительной расчетной температуре.

В правилах актуализированы разделы, устанавливающие требования к оценке технического состояния трубопроводов, запорной арматуре, а также к манометрам, устанавливаемым на технологических трубопроводах.

При оценке технического состояния трубопровода в качестве основных методов контроля за его надежной и безопасной эксплуатацией определены периодическая ревизия и испытания на прочность и плотность. В правилах указаны нормы отбраковки толщины стенок элементов трубопровода (труб, отводов, переходов, тройников, заглушек, сварных швов, корпусов задвижек и др.). Исключены требования к проведению полной ревизии трубопроводов высокого давления, актуализированы требования к компетенции персонала и порядку ведения работ на потенциально опасных объектах по обслуживанию и эксплуатации технологических трубопроводов.

После истечения расчетного срока службы трубопроводов как высокого, так и низкого давления их эксплуатация допускается только при удовлетворительных результатах ревизии и оценки технического состояния трубопроводов в соответствии с методиками, утвержденными техническим руководителем организации – владельца трубопровода, или с привлечением специализированной организации.

В Правилах содержатся 34 приложения, устанавливающие конкретные требования к эксплуатации и ремонту трубопроводов, применяемым материалам, режимам и способам выполнения сварочных работ и термической обработки, а также к выбору условий работы и материалам труб.

Постановления Совета Министров  
Республики Беларусь

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22.06.2020 г. № 358

«О мерах по реализации Закона Республики Беларусь от 18 декабря 2019 г. № 272-З «Об охране и использовании торфяников»

Постановлением утверждены:

- Положение о порядке и условиях осуществления комплексного мониторинга торфяников и использования его данных;
  - Положение о порядке и условиях ведения реестра торфяников и использования его данных;
  - Положение о порядке проведения инвентаризации торфяников.
- Определены организации, осуществляющие ведение реестра торфяников.

Постановление вступает в силу с 28 декабря 2020 года.

Постановление Совета Министров от 29.06.2020 г. № 378

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

Скорректировано постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31.12.2010 № 1932 «Об установлении ставок вывозных таможенных пошлин в отношении нефти сырой и отдельных категорий товаров, выработанных из нефти». Повышены экспортные пошлины на нефть и нефтепродукты, вывозимые за пределы таможенной территории Евразийского экономического союза. С 1 июля размер экспортных пошлин составит:

- сырая нефть – \$ 37,8 за 1 т;
- прямогонный бензин – \$ 20,7 за 1 т;
- товарные бензины – \$ 11,3 за 1 т;
- легкие, средние дистилляты – \$ 11,3 за 1 т;
- дизельное топливо, бензол, толуол, ксилолы, смазочные и прочие масла – \$ 11,3 за 1 т;
- мазут, нефтяной битум – \$ 37,8 за 1 т.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 06.07.2020 г. № 403

«О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 14 апреля 2020 г. № 127 «О возмещении расходов на электроснабжение эксплуатируемого жилищного фонда»

Утверждены:

- Положение о возмещении гражданам расходов на электроснабжение эксплуатируемого жилищного фонда. Положением определен порядок возмещения гражданам части расходов на выполнение работ по электроснабжению жилфонда для нужд отопления, горячего водоснабжения и приготовления пищи. Возмещение расходов осуществляется гражданам, которым на праве собственности принадлежит эксплуатируемый жилфонд и которые включены в списки на возмещение расходов, после завершения работ по электроснабжению;

– Положение о порядке расчета размера частичного возмещения гражданам средств при подключении новых потребителей природного газа к объектам газораспределительной системы, построенным с привлечением средств граждан. Согласно Положению исходные данные для расчета частичного возмещения средств гражданам представляются собственниками (балансодержателями) объектов газораспределительной системы в го-

родские, районные исполкомы, местные администрации районов в г. Минске в течение 10 рабочих дней со дня получения от них запроса (уведомления о предоставлении данных).

Постановление вступило в силу с 17 июля 2020 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15.07.2020 г. № 421

«Об обеспечении выплат возмещения вреда за ядерный ущерб»

Утверждено Положение о порядке выплаты возмещения вреда за ядерный ущерб по удовлетворенным исковым требованиям в отношении РУП «Белорусская атомная электростанция» за счет средств республиканского бюджета.

Установлено, что размер платы республиканским унитарным предприятием «Белорусская атомная электростанция» за обеспечение Республикой Беларусь выплат возмещения вреда за ядерный ущерб составляет:

- в течение 15 лет, начиная с года, следующего за годом ввода Белорусской атомной электростанции в эксплуатацию, – 1 млн специальных прав заимствования (СПЗ) ежегодно;
- в последующие годы эксплуатации Белорусской атомной электростанции – 3 млн СПЗ ежегодно.

Плата за обеспечение Республикой Беларусь выплат возмещения вреда за ядерный ущерб перечисляется РУП «Белорусская АЭС» в республиканский бюджет в белорусских рублях по официальному курсу белорусского рубля к СПЗ, установленному Национальным банком на день перечисления, ежеквартально равными долями не позднее 20-го числа первого месяца каждого квартала. Возмещение выплат по удовлетворенным исковым требованиям в отношении РУП «Белорусская АЭС» осуществляется за счет средств республиканского бюджета, предоставляемых Министерству энергетики на эти цели.

Постановление вступило в силу с 18 июля 2020 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27.07.2020 г. № 438

«О перечне государственных программ научных исследований на 2021–2025 годы»

Утвержден перечень государственных программ научных исследований на 2021–2025 годы. В перечень включено 12 госпрограмм, в том числе:

- «Энергетические и ядерные процессы и технологии»;
- «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биоорхимия»;
- «Цифровые и космические технологии, безопасность человека, общества и государства»;
- «Природные ресурсы и окружающая среда» и др.

Постановление вступило в силу с 30 июля 2020 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.07.2020 г. № 443

«О радиационно-гигиеническом паспорте пользователя источника ионизирующего излучения»

Установлена форма радиационно-гигиенического паспорта пользователя источника ионизирующего излучения и утверждена инструкция о порядке его ведения и использования. Паспорт заполняется пользователем источника ионизирующего излучения ежегодно по состоянию на 31 декабря отчетного года. Срок за-

полнения и утверждения паспорта определяется пользователем, но не позднее начала II квартала года, следующего за отчетным. Постановление вступило в силу с 2 августа 2020 года.

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.07.2020 г. № 449

**«О государственных экспертизах условий труда и подготовке заключений о применении труда женщин»**

Утверждены:

- Положение о порядке проведения государственных экспертиз условий труда;
- Положение о порядке подготовки заключения для принятия работодателями решений о применении труда женщин на работах, включенных в список тяжелых работ и работ с вредными и (или) опасными условиями труда, на которых запрещается привлечение к труду женщин.

Постановление вступило в силу с 2 августа 2020 года и распространяет свое действие на правоотношения, возникшие с 28 июня 2020 года.

### Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь

Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 29.05.2020 г. № 54

**«Об изменении постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2008 г. № 175»**

В новой редакции изложена Инструкция о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда, утвержденная постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2008 г. № 175. Кроме того, установлены:

- типовой перечень вопросов программы вводного инструктажа по охране труда;
- форма журнала регистрации вводного инструктажа по охране труда;
- форма журнала регистрации инструктажа по охране труда;
- форма личной карточки по охране труда;
- типовой перечень должностей руководителей и специалистов, отдельных категорий работающих, которые должны проходить проверку знаний по вопросам охраны труда;
- форма удостоверения по охране труда;
- типовой перечень работ с повышенной опасностью.

Постановление вступило в силу с 28 июня 2020 года.

Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 29.05.2020 г. № 55

**«Об изменении постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30 декабря 2008 г. № 210»**

В частности, в новой редакции изложены:

- Положение о комиссии республиканского органа государственного управления и иной государственной организации, подчиненной Правительству Республики Беларусь, для проверки знаний по вопросам охраны труда;
- Положение о комиссии местного исполнительного и распорядительного органа для проверки знаний по вопросам охраны труда;
- Положение о комиссии организации для проверки знаний работающих по вопросам охраны труда.

Установлена форма протокола проверки знаний по вопросам охраны труда.

Постановление вступило в силу с 28 июня 2020 года.

### Министерство антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 25.06.2020 г. № 46

**«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 10 ноября 2016 г. № 36»**

Предусматривается повышение цены на сжиженный газ в малолитражных баллонах до уровня 1 руб. 15 коп. за 1 кг с НДС, или на 3,98 % к действующему уровню.

Данное решение не распространяется на сжиженный газ в баллонах емкостью 50 л (21 кг), цены на который регулируются Советом Министров и в течение года останутся неизменными.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 27.07.2020 г. № 55

**«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 28 января 2020 г. № 6»**

В приложении 2 к постановлению Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 28.01.2020 № 6 «О тарифах на услуги по транспортировке нефти по магистральным трубопроводам» установлен тариф на услугу по транспортировке нефти по маршрутному направлению «Линейная производственная диспетчерская станция (ЛПДС) Мозырь – Адамова Застава» в размере 8,43 руб. за 1 т нетто (без НДС).

Постановление вступило в силу с 6 августа 2020 года.

### Министерство энергетики Республики Беларусь

Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь от 22.06.2020 г. № 22

**«Об утверждении Правил эксплуатации гидротехнических сооружений и устройств для энергетических (гидроэнергетических и теплоэнергетических) нужд»**

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

- ГТС гидроэлектростанций (здания ГЭС, подводящие каналы, отводящие каналы, сооружения водосбросного тракта, земляные плотины, береговые устои, раздельные стенки ГЭС);
- ГТС объектов теплоэнергетики (водозаборы, насосные станции, охладители, открытые и закрытые каналы технического водоснабжения, резервуары для воды и сточных вод, золо- и шламоотвалы, трубопроводы условным проходом не менее 500 мм и длиной не менее 50 м, циркуляционные водоводы).

Постановление вступает в силу с 13 ноября 2020 года.

## Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 04.05.2020 г. № 22

«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 22 мая 2018 г. № 36»

Скорректирована Инструкция о порядке подготовки работников по вопросам пожарной безопасности и проверки их знаний в данной сфере.

Противопожарные инструктажи проводятся руководителем юрлица, ИП, лицом, ответственным за пожарную безопасность юрлица (его структурного подразделения), ИП, либо иными лицами, назначенными приказом (распоряжением) руководителя юрлица и прошедшими подготовку по программе ПТМ, с использованием общеобъектовой инструкции по пожарной безопасности.

ИП не вправе осуществлять подготовку работников по программам ПТМ. Она также не может проводиться дистанционно. Постановление вступило в силу с 30 июля 2020 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 04.06.2020 г. № 25

«Об утверждении Правил по обеспечению промышленной безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом»

Утверждены Правила по обеспечению промышленной безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Постановление вступает в силу с 1 сентября 2020 года.

Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 30.07.2020 г. № 32

«Об изменении постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 13 апреля 2020 г. № 15»

Внесены изменения в нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Общие положения обеспечения безопасности атомных электростанций», утвержденные постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 13.04.2020 № 15.

В частности, установлен срок разработки окончательной редакции отчета по обоснованию безопасности АЭС.

Определены условия, при которых разрешаются:

- первый запуск ядерного топлива на площадку АЭС;
- первая загрузка штатной активной зоны, испытания в подкритическом состоянии реакторной установки, выполнение физических экспериментов на минимально контролируемом уровне, энергетический пуск и опытно-промышленная эксплуатация блока АЭС;
- эксплуатация блока АЭС.

Постановление вступило в силу с 2 августа 2020 года.

## Совместные постановления республиканских органов государственного управления

Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.04.2020 г. № 45/47

«Об изменении постановления Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 2 декабря 2013 г. № 116/119»

Внесены изменения в постановление «О некоторых вопросах проведения предсменного (перед началом работы, смены) медицинского осмотра и освидетельствования работающих на предмет нахождения в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения». В частности, название документа принято в редакции «О предсменном (перед началом работы, смены) медицинском осмотре и освидетельствовании работников». Скорректирован порядок проведения предсменного медосмотра и освидетельствования работающих на предмет нахождения в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения, а также перечень работ и профессий, при выполнении которых требуется проведение данных процедур.

Новый перечень содержит 23 вида работ, при выполнении которых требуется предварительный медосмотр либо освидетельствование.

Утверждены в новых редакциях Инструкция о порядке проведения предсменного (перед началом работы, смены) медицинского осмотра работающих и Инструкция о порядке проведения освидетельствования на предмет нахождения в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения работающих.

Постановление вступило в силу с 28 июня 2020 года.

Постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 17.07.2020 г. № 50/27

«Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 27 февраля 2017 г. № 15/6»

Скорректирована Инструкция по определению групп потребителей электрической и тепловой энергии, по которым могут дифференцироваться тарифы на электрическую и тепловую энергию, утвержденная постановлением Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь и Министерства энергетики Республики Беларусь от 27.02.2017 № 15/6.

В частности, предусмотрены следующие тарифные группы:

– «Электрическая энергия для нужд отопления, отопления и горячего водоснабжения в части ее использования населением для указанных нужд в жилых домах (квартирах), не оборудованных в установленном порядке системами централизованного тепло- и газоснабжения и оборудованных в установленном порядке отдельными (дополнительными) приборами индивидуального учета расхода электрической энергии для нужд отопления, отопления и горячего водоснабжения»;

– «Электрическая энергия в части ее использования населением, в том числе для нужд отопления, отопления и горячего водоснабжения в жилых домах (квартирах), не оборудованных в установленном порядке системами централизованного тепло- и газоснабжения, оборудованных в установленном порядке электрическими плитами и не оборудованных отдельными (дополнительными) приборами индивидуального учета расхода электрической энергии для нужд отопления, отопления и горячего водоснабжения».

Определены потребители, которые относятся к указанным тарифным группам, а также условия применения этих групп.

Постановление вступило в силу с 1 августа 2020 года.



## Правила электроснабжения

Постановлением Совета Министров от 25 мая 2020 г. № 309 «Об изменении постановлений Совета Министров Республики Беларусь» (рег. № 5/48092 от 26.05.2020) внесены изменения в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17 октября 2011 г. № 1394 «Об утверждении Правил электроснабжения».

Правилами определяется порядок взаимоотношений потребителей электрической энергии с РУП-облэнерго и другими энергоснабжающими организациями по заключению, исполнению, изменению, продлению и прекращению договоров электроснабжения, договоров электроснабжения с юридическими лицами Республики Беларусь, имеющими в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении блок-станции.

Вступают в силу с 31 августа 2020 г.



## Пожарная безопасность

Сборник нормативных правовых актов Республики Беларусь

Сборник включает актуализированные документы, регламентирующие общие и специфические требования к обеспечению пожарной безопасности на объектах, а также содержит ряд инструкций по пожарной безопасности.



## Правила расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

Сборник документов по охране труда Республики Беларусь

Сборник включает актуализированные правила, регламентирующие порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также содержит формы необходимых для этого документов и инструкцию по их заполнению, ведению и хранению.



## Правила эксплуатации гидротехнических сооружений и устройств для энергетических (гидроэнергетических и теплоэнергетических) нужд

Утверждены постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь 22 июня 2020 г. № 22

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

### 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)

XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# ЭНЕРГЕТИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ' 2020



**10-12  
ноября**



**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР**

Киев, Броварской проспект, 15

Ⓜ "Левобережная"

☎ (044) 201-11-57, 201-11-67  
e-mail: [lyudmila@iec-expo.com.ua](mailto:lyudmila@iec-expo.com.ua)  
[www.iec-expo.com.ua](http://www.iec-expo.com.ua), мвц.укр,  
[www.tech-expo.com.ua](http://www.tech-expo.com.ua)